ESTRUCTURACIÓN TÉCNICA DEL TRAMO 1 DE LA PRIMERA LÍNEA DEL METRO DE BOGOTÁ

Metro de Bogotá

ALCALDÍA MAYOR DE BOGOTÁ D.C.

BOGOTÁ MEJOR PARA TODOS

ESTRUCTURACIÓN TÉCNICA DEL TRAMO 1 DE LA PRIMERA LÍNEA DEL METRO DE BOGOTA (PLMB)

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL Y SOCIAL (EIAS)

LINEA BASE – AREA DE INFLUENCIA

DOCUMENTO N° ETPLMB-ET19-L16.5-ITE-I-001_R2

MAYO DE 2018

FDN Financiera de Desarrollo Nacional

CONSORCIO METRO BOG SYSTRA INGETEC INGENIEROS CONSULTORES

TABLA DE CONTENIDO

PÁG.

5 LINEA BASE 1
5.1 ÁREAS DE INFLUENCIA 1
5.1.1 Definición y Descripción de Áreas de Influencia 1
5.1.2 Metodología 1
5.1.3 Área de Influencia Directa Abiótica y Biótica 3
5.1.4 Área de Influencia Indirecta Abiótica y Biótica 21
5.1.5 Área de Influencia Socioeconómica 26
5.1.6 Área de Influencia del Proyecto PLMB 84
5.2 ZONIFICACIÓN AMBIENTAL 88
5.2.1 Objetivo de la zonificación 88
5.2.2 Definiciones 88
5.2.3 Metodología 90
5.2.4 Resultados 94
5.3 DEMANDA, USO, APROVECHAMIENTO Y/O AFECTACIÓN DE LOS RECURSOS NATURALES 121
5.3.1 Aguas Superficiales y Subterráneas 121
5.3.2 Vertimientos 122
5.3.3 Ocupación de cauce 122
5.3.4 Emisiones atmosféricas 123
5.3.5 Materiales de Construcción 123
5.3.6 Residuos sólidos 124
5.3.7 Aprovechamiento forestal 149
5.3.8 Áreas verdes 150
5.3.9 Permisos requeridos 151
5.4 BIBLIOGRAFÍA 154

LISTA DE TABLAS

PÁG.

Tabla 5.1.3-1 Localización de sitios autorizados para disposición de RCD 7
Tabla 5.1.3-2 Lotes identificados desde áreas de 13 ha 12
Tabla 5.1.3-3 Presencia en el AID de Rondas Hidráulicas Distritales 17
Tabla 5.1.3-4 Presencia de ZMPA en el AID del proyecto 19
Tabla 5.1.4-1 Elementos de análisis para el AII 25
Tabla 5.1.5-1 Zonificación primera línea del metro elevado 33
Tabla 5.1.5-2 UPZ y barrios aledaños al trazado - Localidad de Bosa 35
Tabla 5.1.5-3 UPZ y barrios aledaños al trazado, Localidad Kennedy 39
Tabla 5.1.5-4 UPZ y barrios aledaños al trazado, Localidad Puente Aranda 45
Tabla 5.1.5-5 UPZ y barrios aledaños al trazado, Localidad Antonio Nariño 48
Tabla 5.1.5-6 UPZ y barrios aledaños al trazado, Localidad Los Mártires 51
Tabla 5.1.5-7 UPZ y barrios aledaños al trazado, Localidad Los Mártires 55
Tabla 5.1.5-8 UPZ y barrios aledaños al trazado, Localidad Teusaquillo 59
Tabla 5.1.5-9 UPZ y barrios aledaños al trazado, Localidad Chapinero 62
Tabla 5.1.5-10 UPZ y barrios aledaños al trazado, Localidad Barrios Unidos 66
Tabla 5.1.5-11 Zonas, localidades, UPZ y barrio 71
Tabla 5.1.5-12 Distribución localidad de Bosa 73
Tabla 5.1.5-13 Distribución localidad de Kennedy 74
Tabla 5.1.5-14 Distribución localidad Puente Aranda 76
Tabla 5.1.5-15 Distribución localidad de Antonio Nariño 77
Tabla 5.1.5-16 Distribución localidad de Mártires 78
Tabla 5.1.5-17 Distribución localidad de Santa Fe 80
Tabla 5.1.5-18 Distribución localidad de Teusaquillo 81
Tabla 5.1.5-19 Distribución localidad de Chapinero 82
Tabla 5.1.5-20 Distribución localidad de Barrios Unidos 83
Tabla 5.1.6-1 Áreas de influencia 87

Tabla 5.2.3-1 Categorías de sensibilidad 92
Tabla 5.2.4-1 Niveles de sensibilidad ambiental para las áreas protegidas 95
Tabla 5.2.4-2 Niveles de sensibilidad ambiental para coberturas terrestres 96
Tabla 5.2.4-3 Niveles de sensibilidad ambiental para coberturas terrestres 96
Tabla 5.2.4-4 Sensibilidad – Zonas de Restauración 98
Tabla 5.2.4-5 Sensibilidad – Conflictos de uso del suelo 98
Tabla 5.2.4-6 Sensibilidad – Vulnerabilidad de los acuíferos a la contaminación 99
Tabla 5.2.4-7 Sensibilidad – Áreas vulnerables de contaminación atmosférica 100
Tabla 5.2.4-8 Sensibilidad – Áreas vulnerables de contaminación acústica 100
Tabla 5.2.4-9 Niveles de sensibilidad ambiental para áreas de recuperación ambiental 100
Tabla 5.2.4-10 Sensibilidad – Amenaza por remoción en masa 102
Tabla 5.2.4-11 Sensibilidad – Amenaza por inundación 103
Tabla 5.2.4-12 Sensibilidad – Amenaza sísmica 103
Tabla 5.2.4-13 Niveles de sensibilidad ambiental para áreas de riesgo y amenazas 103
Tabla 5.2.4-14 Niveles de sensibilidad ambiental para medio abiótico 105
Tabla 5.2.4-15 Sensibilidad – Participación de las actividades económicas formales 107
Tabla 5.2.4-16 Sensibilidad - Participación por localidad en número de empresas con matrícula renovada 107
Tabla 5.2.4-17 Sensibilidad – Actividades Informales OEP 108
Tabla 5.2.4-18 Actividades Informales – Ocupantes del Espacio Público (OEP) 108
Tabla 5.2.4-19 Sensibilidad - Aglomeraciones 111
Tabla 5.2.4-20 Sensibilidad - Clasificación UPZ 112
Tabla 5.2.4-21 Sensibilidad para cada UPZ sobre el trazado 112
Tabla 5.2.4-22 UPZ con alta sensibilidad 114
Tabla 5.2.4-23 Sensibilidad – Actividad dotacional 114
Tabla 5.2.4-24 Sensibilidad – Actividad dotacional 115
Tabla 5.2.4-25 Sensibilidad – Corredores viales y zonas de Movilidad 116
Tabla 5.2.4-26 Niveles de sensibilidad ambiental para medio Socioeconómico 117
Tabla 5.2.4-27 Niveles de sensibilidad de la Zonificación Ambiental 119
Tabla 5.3.1-1 Consumo estimado de agua durante el proceso de construcción de obras 121

Tabla 5.3.5-1 Estimación de materiales a ser usados en la PLMB 123

Tabla 5.3.5-2 Actos administrativos PMRRA 124

Tabla 5.3.6-1 Tipos de residuos para la separación en la fuente – NTC GTC 24 125

Tabla 5.3.6-2 Código de colores 126

Tabla 5.3.6-3 Operadores de aseo por localidad 126

Tabla 5.3.6-4 Estimación de residuos convencionales 127

Tabla 5.3.6-5 Composición de residuos 127

Tabla 5.3.6-6 Clasificación de residuos de construcción y demolición 128

Tabla 5.3.6-7 Capacidad vigente de los sitios de disposición de RCD 129

Tabla 5.3.6-8 Cantidades de excavación y demolición 130

Tabla 5.3.6-9 Empresa autorizada aprovechamiento mecánico RCD 130

Tabla 5.3.6-10 Sitios autorizados para la disposición final de RCD 131

Tabla 5.3.6-11 Áreas con capacidad para ser recuperadas con residuos de construcción y demolición 133

Tabla 5.3.6-12 Residuos Generados durante los ajustes mecánicos 137

Tabla 5.3.6-13 Residuos generados en mantenimiento de neumáticos 137

Tabla 5.3.6-14 Residuos generados en el perfilado de ruedas 137

Tabla 5.3.6-15 Residuos generados durante limpieza y desinfección 138

Tabla 5.3.6-16 Residuos generados en mantenimiento de órganos y sub órganos del tren 138

Tabla 5.3.6-17 Residuos generados durante el mantenimiento eléctrico de los trenes 139

Tabla 5.3.6-18 Residuos generados en mantenimiento de equipos fijos 139

Tabla 5.3.6-19 Residuos generados durante la fabricación de zapatas de frenado 140

Tabla 5.3.6-20 Residuos generados en el proceso de soldadura 140

Tabla 5.3.6-21 Residuos generados durante las actividades de pintura y reparación 141

Tabla 5.3.6-22 Residuos generados durante la reparación de maquinaria herramienta 141

Tabla 5.3.6-23 Residuos generados durante el mantenimiento de equipos y sistemas 142

Tabla 5.3.6-24 Residuos generados durante el mantenimiento de baterías de los trenes 143

Tabla 5.3.6-25 Residuos generados durante mantenimiento de baterías acidas 144

Tabla 5.3.6-26 Residuos generados durante el mantenimiento de sub estaciones eléctricas 144

Tabla 5.3.6-27 Residuos generados durante el mantenimiento de vías 144

Tabla 5.3.6-28 Residuos generados durante las actividades de mantenimiento de aguas lluvia y servidas 145

Tabla 5.3.6-29 Residuos generados durante el mantenimiento de alumbrado 146

Tabla 5.3.6-30 Residuos generados durante el mantenimiento de equipos de transporte vertical 146

Tabla 5.3.6-31 Residuos generados durante actividades de calibración de equipos de medidas . 146

Tabla 5.3.6-32 Residuos generados durante actividades de ensayos no destructivos 147

Tabla 5.3.6-33 Residuos generados durante el mantenimiento al área de Patio-Taller..... 147

Tabla 5.3.6-34 Gestores autorizados para el manejo de residuos peligrosos..... 148

Tabla 5.3.7-1 Consolidado de tratamientos silviculturales en el corredor PLMB 149

Tabla 5.3.8-1. Endurecimiento de zonas verdes por construcción 150

Tabla 5.3.8-2 Balance final de zonas verdes 151

Tabla 5.3.9-1 Permisos requeridos por etapa del proyecto 151

LISTA DE FIGURAS

PAG.

Figura 5.1.2-1 Esquema típico – Definición áreas de influencia 2

Figura 5.1.3-1 Fuentes de Emisión – Trazado PLMB 5

Figura 5.1.3-2 Sectores de acuerdo a los niveles de ruido definidos en la Resolución 627 de 2006 6

Figura 5.1.3-3 Lotes identificados para el desarrollo de la actividad de prefabricados 11

Figura 5.1.3-4 Delimitación del área de influencia indirecta y directa Física PLMB. 13

Figura 5.1.3-5 Delimitación del área de Influencia Directa Biótica - “Línea de Intervención Directa” o “”Huella del Proyecto” 16

Figura 5.1.3-6 Cruce del AID del proyecto con la Ronda Hidráulica del Canal Río Seco Sector 1 (ETPLMB-ET-AID Ronda_Hid_ Canal Río Seco) 17

Figura 5.1.3-7 Cruce del AID del proyecto con la Ronda Hidráulica del Canal Tintal II (ETPLMB-ET-AID Ronda_Hid_ Canal Tintal II) 18

Figura 5.1.3-8 Cruce del AID del proyecto con la Ronda Hidráulica del Río Bogotá (ETPLMB-ET-AID Ronda_Hid_ Río Bogotá) 18

Figura 5.1.3-9 Cruce del AID del proyecto AID con la ZMPA Canal Río Seco Sector 1 (ETPLMB-ET-AID ZMPA_ Canal Río Seco) 19

Figura 5.1.3-10 Cruce del AID del proyecto con la ZMPA del Canal Tintal II (ETPLMB-ET-AID ZMPA_ Canal Tintal II) 20

Figura 5.1.3-11 Cruce del AID del proyecto con la ZMPA del Río Bogotá (ETPLMB-ET-AID ZMPA_ Río Bogotá) 20

Figura 5.1.4-1 Delimitación del Área de Influencia Indirecta Biótica y Abiótica – AII 24

Figura 5.1.5-1 Instrumento de identidad urbana 28

Figura 5.1.5-2 Mapa de curvas de isófona S LD hábil- escenario de construcción 30

Figura 5.1.5-3 Isopleta contaminante particulado PM 10 31

Figura 5.1.5-4 Área de Influencia Directa (Medio Abiótico y Biótico) 32

Figura 5.1.5-5 Localidades, UPZ y barrios que componen el Área de Influencia Indirecta 34

Figura 5.1.5-6 Pirámide poblacional Localidad de Bosa 38

Figura 5.1.5-7 Pirámide poblacional en la Localidad de Kennedy 43

Figura 5.1.5-8 Crecimiento poblacional Localidad de Kennedy, 2005-2020 44

Figura 5.1.5-9 Pirámide poblacional en la Localidad de Puente Aranda 47

Figura 5.1.5-10 Crecimiento poblacional Localidad de Puente Aranda, 2005-2020 48

Figura 5.1.5-11 Pirámide poblacional en la Localidad de Antonio Nariño 50

Figura 5.1.5-12 Crecimiento poblacional Localidad de Antonio Nariño, 2005-2020 51
Figura 5.1.5-13 Pirámide poblacional en la Localidad de Los Mártires 53
Figura 5.1.5-14 Crecimiento poblacional Localidad de Los Mártires, 2005-2020 54
Figura 5.1.5-15 Pirámide poblacional en la Localidad de Santa Fe 57
Figura 5.1.5-16 Crecimiento poblacional Localidad de Santa Fe, 2005-2020 57
Figura 5.1.5-17 Pirámide poblacional en la Localidad de Teusaquillo 61
Figura 5.1.5-18Crecimiento poblacional Localidad de Teusaquillo, 2005-2020 61
Figura 5.1.5-19 Pirámide poblacional en la Localidad de Chapinero 64
Figura 5.1.5-20 Crecimiento poblacional Localidad de Chapinero, 2005-2020 65
Figura 5.1.5-21 Pirámide poblacional en la Localidad de Barrios Unidos 68
Figura 5.1.5-22 Crecimiento poblacional Localidad de Chapinero, 2005-2020 69
Figura 5.1.5-23 Área de Influencia Directa. Manzanas 70
Figura 5.1.6-1 Área de Influencia Medios Abiótico y Biótico 85
Figura 5.1.6-2 Área de Influencia Medio Socioeconómico 86
Figura 5.2.3-1 Definición de la condición de sensibilidad durante la superposición de mapas 91
Figura 5.2.4-1 Mapa de zonificación del medio Biótico 97
Figura 5.2.4-2 Mapa Áreas de Recuperación Ambiental 101
Figura 5.2.4-3 Mapa Áreas de Riesgos y Amenazas 104
Figura 5.2.4-4 Mapa zonificación ambiental medio Abiótico 106
Figura 5.2.4-5 Mapa de zonificación del medio socioeconómico 118
Figura 5.2.4-6 Zonificación Ambiental del corredor vial del Proyecto PLMB 120
Figura 5.3.6-1 Esquema de recuperación de áreas intervenidas por Minería-áreas de recepción de RCD. 133
Figura 5.3.6-2 Gestores autorizados. Fuente. Cemex la Fiscala, 2017 134
Figura 5.3.7-1 Distribución porcentual del aprovechamiento de recursos forestales en el corredor PLMB 149

LISTA DE FOTOGRAFÍAS

PAG.

Fotografía 5.1.5-1 CDC Bosa Porvenir 73
Fotografía 5.1.5-2 Conjuntos residenciales Ciudadela El Porvenir 73
Fotografía 5.1.5-3 Embalse 75
Fotografía 5.1.5-4 Hospital de Kennedy 75
Fotografía 5.1.5-5 Funeraria Jardines del Apogeo 75
Fotografía 5.1.5-6 Sena sede Av. 1° de Mayo 76
Fotografía 5.1.5-7 Hospital San Juan de Dios 77
Fotografía 5.1.5-8 Centro Dermatológico Federico Lleras (Caracas con calle 1) 78
Fotografía 5.1.5-9 Voto Nacional 79
Fotografía 5.1.5-10 Sector San Victorino 79
Fotografía 5.1.5-11 Hospital de la Misericordia 80
Fotografía 5.1.5-12 Parque Tercer Milenio 81
Fotografía 5.1.5-13 Profamilia 82
Fotografía 5.1.5-14 ÉXITO calle 53 83
Fotografía 5.1.5-15 Colegio Distrital Manuela Beltrán 83

"El contenido de este documento se encuentra en construcción. Por lo anterior, la información aquí consignada será actualizada con ocasión de las mejoras o inclusiones derivadas de las socializaciones y observaciones, o de los cambios regulatorios y/o normativos que surjan a nivel nacional y/o local. De igual manera la información será actualizada con base en los requerimientos y/o obligaciones que la autoridad ambiental competente haya establecido para el proyecto.

El propósito de publicar y brindar la información aquí contenida, es cumplir con lo establecido con los estándares internacionales de las salvaguardas ambientales y sociales que utiliza la Banca Multilateral. Este documento no puede considerarse bajo ninguna circunstancia como una versión final hasta que la EMB y la Banca Multilateral manifiesten que se trata del documento definitivo."

5 LINEA BASE

5.1 ÁREAS DE INFLUENCIA

5.1.1 Definición y Descripción de Áreas de Influencia

De acuerdo con el Decreto 1076 de 2015, en su artículo 2.2.2.3.1.1, se define el área de influencia como el *Área en la cual se manifiestan de manera objetiva y en lo posible cuantificable, los impactos ambientales significativos ocasionados por la ejecución de un proyecto, obra o actividad, sobre los medios abiótico, biótico y socioeconómico, en cada uno de los componentes de dichos medios. Debido a que las áreas de los impactos pueden variar dependiendo del componente que se analice, el área de influencia podrá corresponder a varios polígonos distintos que se entrecrucen entre sí.*

De lo anterior, se establece que el área de influencia del proyecto es aquella en la cual se identifican las zonas afectadas por las actividades a ejecutarse.

En efecto, se caracteriza el área de influencia directa e indirecta para el medio físico, biótico y socioeconómico de acuerdo con lo definido en el capítulo 5 de las especificaciones técnicas ET-19 para la elaboración de la actualización del Estudio de Impacto Ambiental (EIA) para la construcción y operación de la Primera Línea del metro de Bogotá (PLMB), de las estaciones, del Patio-Taller, y demás infraestructura asociada para la ciudad de Bogotá D.C.

5.1.2 Metodología

Atendiendo las consideraciones de los Términos de Referencia ET-19: Estudio Ambiental elaborados para la Estructuración Técnica del Tramo 1 De La Primera Línea Del Metro De Bogotá, emitidos por la Financiera de Desarrollo Nacional. La definición de las áreas de influencia del proyecto parte de la integración de diferentes elementos de análisis identificados en el medio físico, biótico y socioeconómico sobre los cuales se manifiestan y trascienden los impactos ambientales generados por las actividades de pre construcción, construcción y operación del proyecto, como se representa en la Figura 5.1.2-1.

A continuación se describen las fases que se tuvieron en cuenta para la definición de las áreas de influencia para cada uno de los medios (componentes) sobre el cual interviene el proyecto:

- Identificación de actividades a ejecutar en durante la etapa de construcción.
- Identificación de las áreas ambientalmente sensibles por cada uno de los componentes.
- Identificación y definición de los elementos de análisis para cada uno de los medios y sus componentes
  - Medio físico: suelos, geotecnia, geología, geomorfología, hidrología, hidrogeología y atmósfera.
  - Medio biótico: flora, fauna terrestre y elementos de los componentes de la Estructura Ecológica Principal.
  - Medio socioeconómico.
- Construcción cartográfica del área de influencia directa e indirecta.

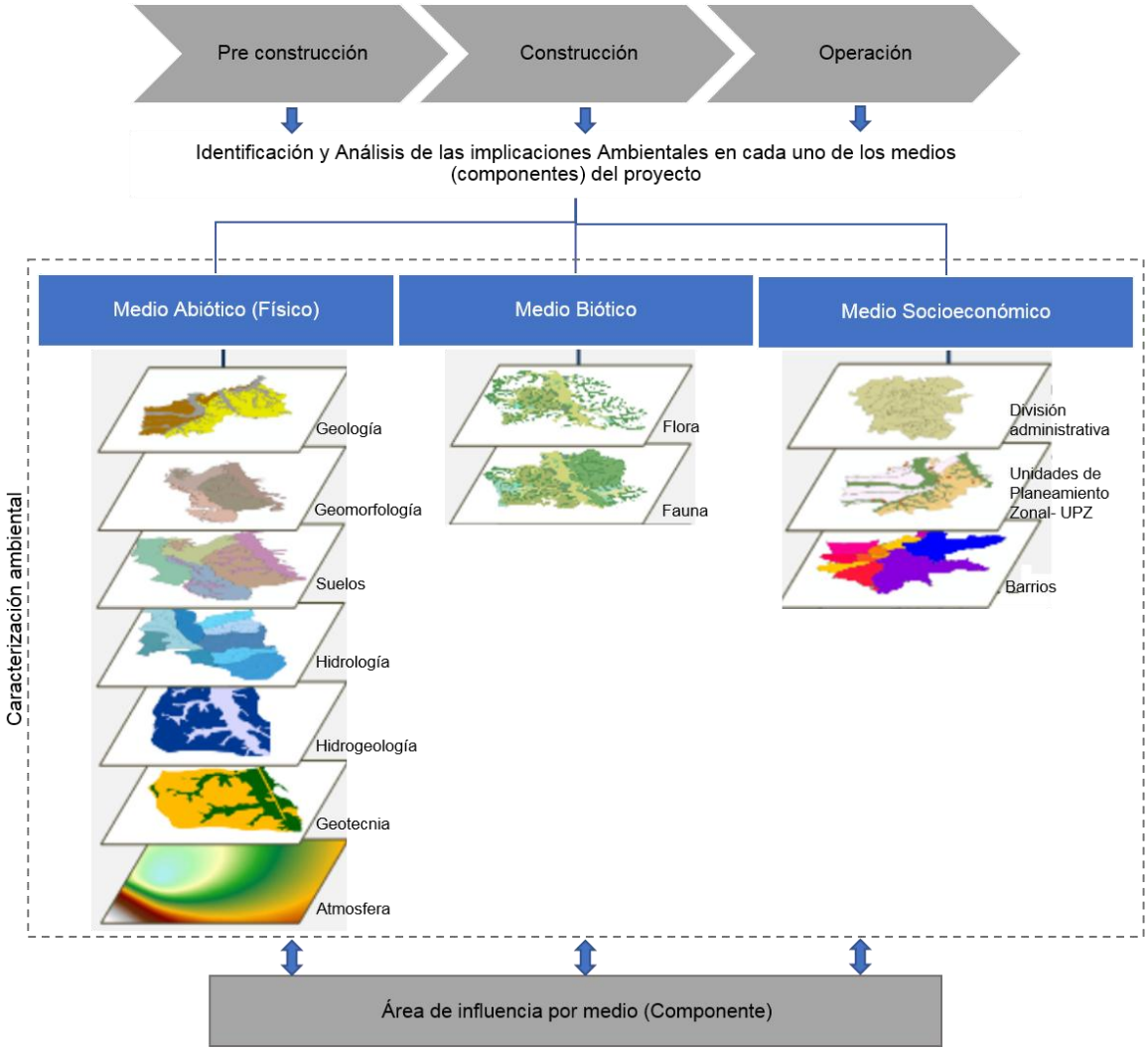


Figura 5.1.2-1 Esquema típico – Definición áreas de influencia

Fuente: MinAmbiente y ANLA, 2014. Esquema modificado por el Consorcio Metro BOG, 2017.

Desde este punto de vista para el estudio, a continuación se describen las unidades de análisis definidas para el Área de Influencia Directa e Indirecta.

5.1.3 Área de Influencia Directa Abiótica y Biótica

El área de influencia directa del proyecto corresponde a las áreas donde se verán afectados directamente los componentes relacionados con cada uno de sus medios abiótico y biótico, y en los cuales se desarrollaría la construcción de la PLMB de las estaciones, Patio-Taller y áreas de renovación urbana[1].

5.1.3.1 AID para el Medio Abiótico

Los elementos de análisis incluyen todas las áreas intervenidas así como los impactos asociados a ruido, aire, suelos, cuerpos de agua.

El área del AID Abiótico cuenta con una extensión de 211,60 ha; esto según los criterios que se presentan a continuación.

5.1.3.1.1 Componente geosférico

Suelos:

En la delimitación del área de influencia directa (AID) para el componente suelos, como elementos de análisis se han tenido en cuenta los siguientes impactos:

- Alteración de las propiedades físicas, químicas y/o biológicas del suelo:

Se refiere a las modificaciones en las características del suelo, las cuales se expresan en propiedades físicas del mismo como textura, estructura, permeabilidad, o profundidad efectiva entre otras; en el comportamiento de sus elementos y componentes como el pH, capacidad de intercambio y como las actividades de organismos vivos (animales y plantas) dentro y sobre el recurso.

La adecuada relación entre dichos componentes físicos, químicos y biológicos, determina la capacidad del suelo de ofrecer servicios para su uso adecuado, por lo que la afectación directa generada por las diferentes actividades antrópicas sobre el recurso, recae de la misma manera en su aptitud y calidad.

En relación a la alteración de las propiedades físicas, químicas y/o biológicas del suelo del AID, la afectación se manifestará en todas la superficies ocupadas por la construcción del Patio-Taller, las adecuaciones para acopios de materiales, campamentos y demás instalaciones auxiliares, que se realicen en el área suburbana.

- Cambio en el uso actual del suelo

Se refiere al proceso dinámico de la alteración de las coberturas de la tierra y por consiguiente al uso actual de los suelos, que puede originarse por las actividades del proyecto. Estos procesos de cambio ocurren con rapidez, generando la pérdida o alteración de las coberturas naturales y urbanas.

En cuanto al cambio en los usos del suelo del AID, se podrá evidenciar en todas las superficies ocupadas por la construcción del Patio-Taller, las adecuaciones para acopios de materiales, campamentos y demás instalaciones auxiliares, pues su desarrollo implicará la pérdida o alteración

[1] Renovación urbana hace referencia a las áreas de espacio público asociadas al corredor de la PLMB.

de coberturas actuales. También se considerarán las áreas con infraestructura urbana que serán demolidas y cuyo uso pasará a formar parte de la infraestructura asociada a la línea del metro.

5.1.3.1.2 Componente hidrosférico

Hidrología

El área de influencia directa del componente hidrológico está asociada a los cauces sobre los cuales el trazado del proyecto realizará un cruce. Los cauces que atraviesan el trazado son:

- Canal Cundinamarca
- Canal Tintal II
- Canal río seco
- Canal Albino
- Rio Fucha
- Río Arzobispo

A pesar que los cauces no tendrán ninguna intervención por el trazado, pues no se realizarán captaciones, vertimientos, ni tampoco se presentarán alteraciones en la dinámica del flujo. Se define un "buffer" de 5 metros de diámetro en cada cruce del trazado con los cauces existentes con el fin de prever la caída de algún elemento y/ o definirse como un área operativa dentro de la cual se realicen maniobras de cualquier tipo.

Dentro del AID también está definida el área proyectada para el Patio-Taller, pues luego de su construcción se presentará un cambio en el uso del suelo de la zona.

5.1.3.1.3 Componente atmosférico

Los elementos de análisis para la definición del área de influencia directa del medio físico, contempla:

Localización de fuentes fijas de emisión

De acuerdo con la Resolución 610 del 2010, se define como Fuente Fija, la fuente de emisión situada en un lugar determinado e inamovible, aun cuando la descarga de contaminantes se produzca en forma dispersa.

A partir de información secundaria, suministrada por la Secretaría Distrital de Ambiente – SDA, corroborada por medio del uso de herramientas SIG (Ortofoto), se identificaron y localizaron las principales fuentes fijas de emisión sobre el trazado del proyecto. Las fuentes están clasificadas en Estaciones de Servicio –EDS, comerciales e industriales como se observa en la Figura 5.1.3-1.

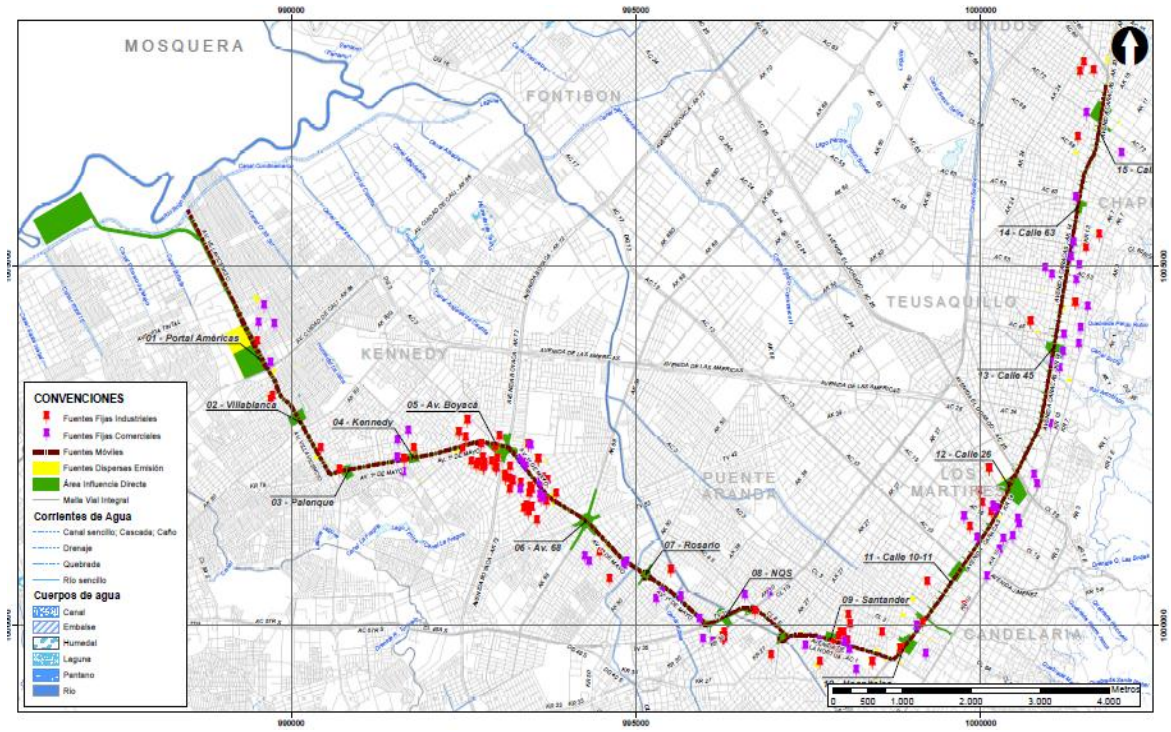


Figura 5.1.3-1 Fuentes de Emisión – Trazado PLMB

Fuente: Secretaria Distrital de Ambiente – SDA, 2017

Potenciales receptores y zonas sensibles

Teniendo en cuenta que los receptores hacen referencia al grupo de personas o poblaciones susceptibles a la transferencia de contaminantes de la atmósfera en diferentes grados de inmisión, para este estudio, los potenciales receptores corresponden a los ciudadanos que habitan y/o frecuentan la zona de estudio.

Por lo cual, a partir del tipo de uso del suelo definido e identificado por el Instituto de Desarrollo Urbano – IDU y de la clasificación de los sectores de restricción de ruido ambiental establecidos en la Resolución 627 del 2006, emitida por el Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial, hoy Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible - MADS. Sobre el trazado del proyecto se clasificaron los principales receptores según su las condiciones y características de uso del sector.

A continuación se presenta el plano del uso del suelo identificado sobre el trazado del proyecto (Figura 5.1.3-2).

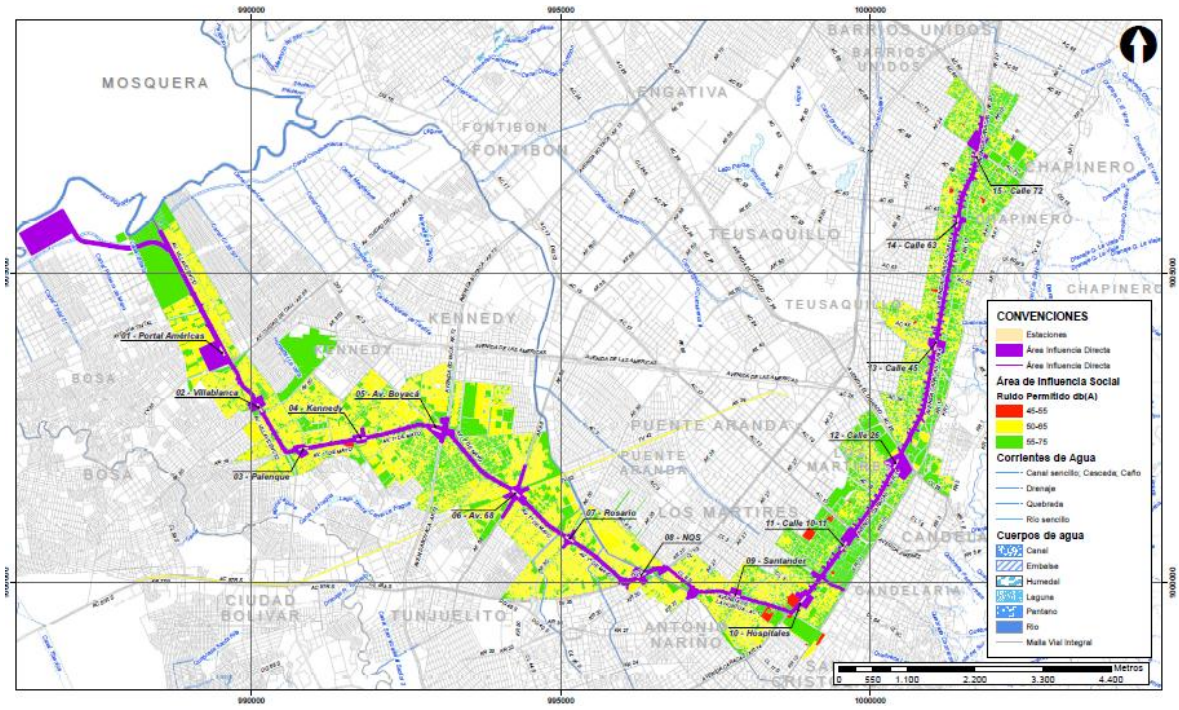


Figura 5.1.3-2 Sectores de acuerdo a los niveles de ruido definidos en la Resolución 627 de 2006

Algunas de las actividades y sitios requeridos para la ejecución del proyecto aún no están definidas, debido a que su ubicación depende el diseño final y decisión del contratista seleccionado para la ejecución de las obras.

Estas actividades y/o sitios son:

- Sitio(s) de planta de prefabricados o dovelas
- Sitio(s) y fuentes de materiales de construcción
- Sitio(s) para disposición de residuos de construcción y demolición
- Rutas de movimiento de camiones
- Rutas de desvío de tráfico durante la construcción del proyecto

Estos sitios deben ser actualizados por el contratista de obra y una vez definidos, incluirlos dentro del área de influencia directa del proyecto.

A continuación, se presenta la ubicación de los sitios autorizados para la disposición de residuos de construcción y demolición - RCD y áreas disponibles dentro del perímetro urbano para la planta de prefabricados.

Ubicación de sitios autorizados para la disposición de residuos de construcción y demolición - RCD

Los sitios autorizados en el Distrito para la disposición de residuos de construcción y demolición se encuentran listados a continuación (Tabla 5.1.3-1).

Tabla 5.1.3-1 Localización de sitios autorizados para disposición de RCD

Nombre	Municipio	Resolución de aprobación	Entidad que autoriza	Tipo de material autorizado para disponer en el sitio
FINCA EL SOCIEGO LA ESCUELA , PREDIO ALBANIA LOTE 2 SOCIEDAD GILBERTO LOPEZ SANTAMARIA E HIJOS S.C.S. - GLOSHI S.C.S.	**COTA (CUND).** LOTE ALBANIA 2 VEREDA PUEBLO VIEJO	Resolución No 2276 del 07/10/2014	CAR	Prohíbe la disposición de basuras ni residuos peligrosos, Exp. 46262
SOCIEDAD FORTAM S.A.S	**FACATATIVA (CUND).** SAN VALENTIN Y/O PARQUE INDUSTRIAL SANTACRUZ	Resolución No 2080 del 02/10/2015	CAR	Según la resolución y la evaluación documentada técnica busca generar un relleno controlado de material de excavación y suelo orgánico proveniente de municipios colindantes. También es posible incluir la composición de suelo Arenas, Limos y Arcillas. El proyecto tiene como objeto la adecuación y restauración de los predios Santa Cecilia, San Valentín y los Pinos (localizados en la vereda Moyano, en jurisdicción del municipio de Facatativá ,Cundinamarca), el cual tienen un área de 12,6ha. Mediante la nivelación utilizando material de excavación debidamente regado, compactado y suelo orgánico en la parte superior de 50 centímetros de espesor para poder desarrollar las actividades agropecuarias no excediendo los 6 metros de altura conformen lo indican las normas con los espesores que se plantean. Volumen de material a disponer: 586,326m^3 Se le prohíbe realizar la disposición de materiales, basuras, escombros, residuos peligrosos, concretos y agregados sueltos de construcción y demolición.
SOCIEDAD AGROPECUARIA TROCHADOR S. EN C.	**MADRID (CUND).** LOS ÁRBOLES	Resolución No 2105 del 10/10/2016	CAR	El material de relleno debe ser adecuado como la composición de un suelo, arena, limos o arcillas, pero nunca y por ningún motivo de acuerdo a los términos de referencia se podrá utilizar material como escombros residuos (especiales ni peligrosos), lodos

Nombre	Municipio	Resolución de aprobación	Entidad que autoriza	Tipo de material autorizado para disponer en el sitio
				contaminados, concreto y agregados sueltos de construcción y demolición.
PREDIO SAN DIEGO, VEREDA EL CORZO SOCIEDAD PRACTICAS AMBIENTALES S.A.S	**MADRID (CUND).** VEREDA EL CORZO	Resolución No 2659 del 21/11/2014	CAR	Según la resolución se aprobó el proyecto para la adecuación y restauración de suelos con fines agrícolas. Se prohíbe realizar la disposición de escombros, basuras y/o residuos peligrosos; también la disposición de residuos de demolición y de construcción en la adecuación y restauración de suelos.
SOCIEDAD PAISAJO S.A.S LAS JUNTAS LOTES 1, 2, 3 Y 4; LOTES 9, 10 Y 11; LOTE CAMPO ALEGRE 1 Y 2; LOTES NORMANDIA 1, 2 Y 3 Y LOTES SANTAMARIA 1 Y 2.	**MOSQUERA (CUND).** LAS JUNTAS LOTES 1, 2, 3 Y 4; LOTES 9, 10 Y 11; LOTE CAMPO ALEGRE 1 Y 2; LOTES NORMANDIA 1, 2 Y 3 Y LOTES SANTAMARIA 1 Y 2.	Resolución No 2325 del 27/10/2015	CAR	El material de relleno debe ser adecuado, como la composición de suelo, arenas, limos o arcillas, pero nunca escombros de construcciones.
PREDIO DENOMINADO EL RUBY. SR. GERMAN ALFREDO SANCHEZ SIERRA (DUEÑO DEL PREDIO)	**MOSQUERA (CUND).** LOTES 7 Y 4, EL RUBÍ, NORMANDIA PTE. LA DORITA	Resolución No 1179 del 27/05/2016	CAR	El material de relleno debe ser el adecuado como la composición de un suelo arenas, limos o arcillas, pero nunca por ningún motivo y de acuerdo a los términos de referencia se podrá utilizar material como escombros, residuos (especiales peligrosos), lodos contaminados, concretos y agregados sueltos de construcción y demolición.
LA MERINDAD 1 Y LA MERINDA 2 PROPIETARIO: SOCIEDAD AGROPECUARIA SAN DIEGO S.A.S /SOCIEDAD PRACTICAS AMBIENTALES S.A.S(CONTRATISTA)	**MOSQUERA (CUND).** VEREDA SAN JORGE	Resolución No 2660 del 21/11/2014	CAR	Prohíbe realizar la disposición de escombros, basuras y/o residuos peligrosos; También, realizar la disposición de residuos de demolición y de construcción en la adecuación y restauración de suelos.
MAURICIO NEFTALÍ OSPINA MATALLANA	**SUBA, BOGOTA** PREDIO LOTE B 2	Resolución No 2050 del 04/10/2016	CAR	Materiales adecuados, suelo orgánico o tierra negra, por eje. Suelos que contengan una composición propia de arenas, limos, y arcillas, mezclados con fracciones orgánicas y minerales.

Nombre	Municipio	Resolución de aprobación	Entidad que autoriza	Tipo de material autorizado para disponer en el sitio
GABRIEL FERNANDO RUIZ ESTUPIÑAN	**TENJO (CUND).** LOTE 7	Resolución No 2946 del 22/12/2015	CAR	El material de relleno debe ser adecuado, como la composición de un suelo, arena, limos o arcillas, pero nunca y por ningún motivo de acuerdo a los términos de referencia se podrá utilizar material como escombros, residuos(especiales ni peligrosos), lodos contaminados, concreto y agregados sueltos de construcción y demolición
Compañía de Trabajos Urbanos CTU PMRRA Cantera Fusca - Municipio de chía	**CHIA VEREDA FUSCA**	1967 DEL 19 DE AGOSTO DE 2015(PRORROGA) CAR 0700 DE 9 ABRIL DE 2015	CAR	PMRRA: PLAN DE MANEJO RECUPERACION Y RESTAURACION AMBIENTAL "Se autoriza únicamente la recepción de material de excavación apto para el llenado, el cual podrá proceder de otras fuentes. Se prohíbe el acopio y empleo de residuos de construcción o de demolición o cualquier otro tipo de material tipo escombro (RCD) en cualquiera de sus formas"
CONIGRAVAS	**CARRETERA MADRID PTE PIEDRA LA CUESTA KM 3 Y 4**	Resolución 0722 del 9 de Mayo de 2013	CAR	Disposición final de escombros tales como: ARCILLAS, LIMOS, LODOS PROVENIENTES DEL PROCESO DE LAVADO DE ARENAS Y TIERRA NEGRA PARA LA RECONFORMACIÓN Y ADECUACION FINAL DEL TERRENO. Las certificaciones de CONIGRAVAS referente a la disposición de residuos serán firmadas única y exclusivamente por el Sr. LUIS FERNANDO MEJIA RIVERA (Representante legal de la sociedad); Así mismo, la certificación deberá llevar el logo y su leyenda en la forma indicada en la parte superior del documento.
FUNDACION SALVEMOS EL AMBIENTE - FUNAMBIENTE	**LOTE 4 A VEREDA VALSILLAS, MOSQUERA**	Resolución 256 del 21 de Febrero de 2013	CAR	Disposición final de escombros
LA JABONERA	**MADRID**	**-**	ALCALDIA MUNICIPAL DE MADRID	Tierra negra, solo excavación

Nombre	Municipio	Resolución de aprobación	Entidad que autoriza	Tipo de material autorizado para disponer en el sitio
EL VINCULO	**SOACHA. LOTE 2,3 Y 4**	Resolución de aprobación Resolución 803 del 10 de Agosto de 2012 Resolución de PRORROGA Resolución 1009 de 2014	ALCALDIA MUNICIPAL DE SOACHA	Restauración morfológica y construcción banco de suelo Vereda Panamá lotes 2, 3,4 km 2,0 Municipio de Soacha.
LAS MANAS ANTERIORMENTE HOLCIM	**BOGOTA**	RESOLUCION 1480 DE 2014	ANLA	N/A
SAN ANTONIO-REX INGENIERIA	**BOGOTA**	RESOLUCION 836 DE JULIO DE 2015	ANLA	N/A
CEMEX-LA FISCALA	**BOGOTA**		ANLA	N/A
AERONAUTICA CIVIL	**CERCA DE LA CABECERA 1.3R PISTA SUR SECTOR**	RESOLUCION No. 1000 DE 2013 DE LA ANLA Y RESOLUCION 1886 DE 2015 DE LA CAR	ANLA-CAR	El material a utilizar en la obra de protección (relleno y nivelación) solamente será arcilla procedente de excavaciones profundas la cual será adquirida a terceros y deberá contar con el permiso ambiental correspondiente. **NO SE PERMITE LA DISPOSICION DE OTRO TIPO DE MATERIAL.**
RECICLADOS INDUSTRIALES DE COLOMBIA	**COTA**	COMUNICADO CAR – 09172103139 DEL 10-04-2017	CAR	Reciclaje y aprovechamiento de residuos de construcción y demolición.
CICLOMAT SAS	**COTA**	COMUNICADO CAR – 09172104365 DEL 19-05-2017	CAR	Reciclaje y aprovechamiento de residuos de construcción y demolición.
AGREGADOS EL VINCULO	**SOACHA**	RESOLUCIÓN 1536 DEL4-12-2015 SECRETARIA DE PLANEACIÓN SOACHA	ALCALDÍA MUNICIPAL SOACHA	Disposición final de escombros.
MAQUINAS AMARILLAS SAS	**BOGOTÁ**	RESOLUCIÓN 1480 DE 4-12-2014	ANLA	Disposición final de escombros estériles y materiales seleccionados.

Es obligación del constructor, una vez se haya determinado el sitio de disposición final de RCD para el proyecto PLMB, incluirlo dentro del área de influencia directa del proyecto. Así mismo, debe incluir recorridos y vías a utilizar por parte de volquetas de proveedores de materiales y/o sitios de disposición de RCD previamente aprobados mediante el Plan General de Manejo de Tránsito.

Las medidas de manejo específicas deben ser realizadas por el contratista de obra en la siguiente etapa del proyecto.

Patio de prefabricados

Como resultado del análisis de lotes para la fabricación y almacenamiento de las dovelas, se obtuvo que solo 6 (seis) lotes en la ciudad de Bogotá cumplan con los criterios definidos en la metodología (Ver capítulo 8. Gestión ambiental y social). En la siguiente figura y tabla, se puede observar la localización e información de los lotes identificados por parte de la EMB para poder llevar a la cabo la implantación del parque de prefabricados.

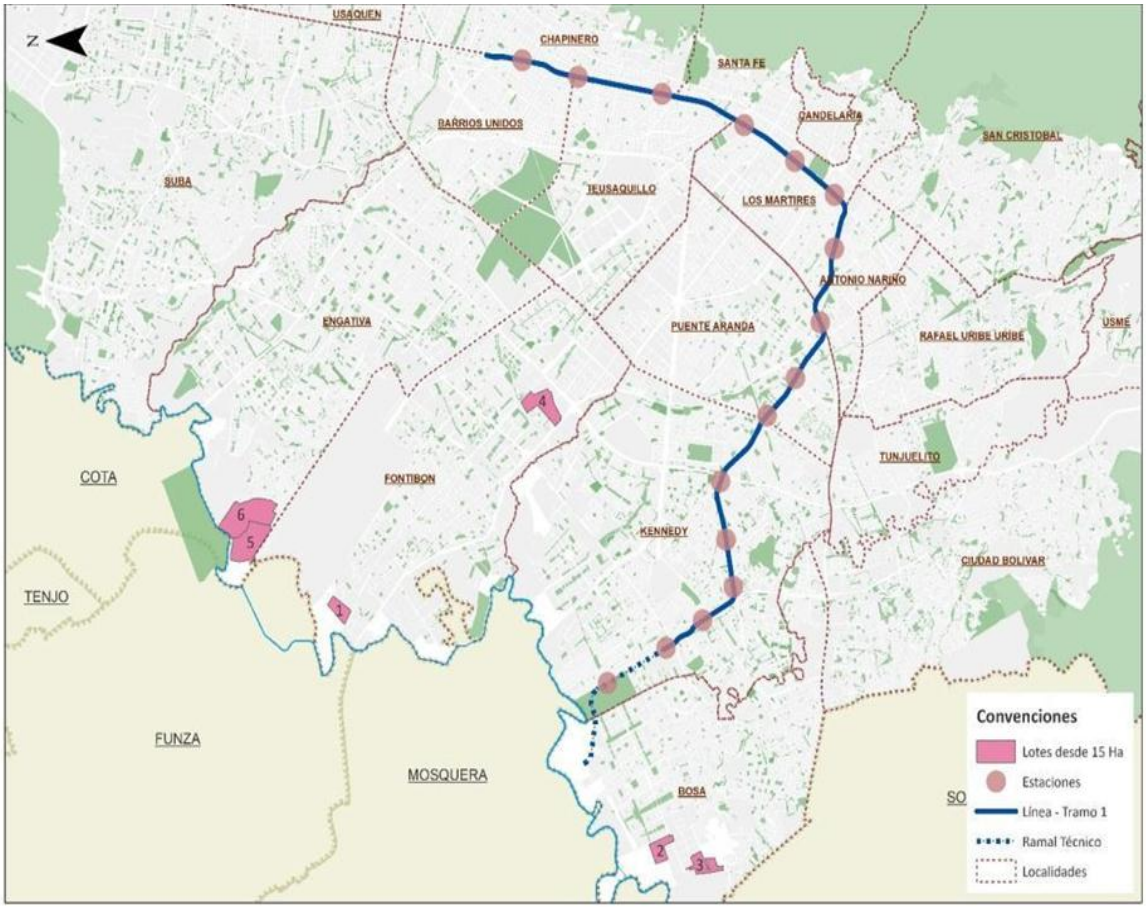


Figura 5.1.3-3 Lotes identificados para el desarrollo de la actividad de prefabricados

Fuente: Empresa Metro de Bogotá, 2017.

Tabla 5.1.3-2 Lotes identificados desde áreas de 13 ha

ID	Código Lote	Área lote (ha)
1	105402000010	15,1
2	105325000005	17,5
3	205322002004	20,1
4	006320024013	33,5
5	005662001001	47,6
6	005662001002	66,7

Fuente: Empresa Metro de Bogotá, 2017. Con base en información suministrada por Unidad Administrativa Especial de Catastro Distrital y Secretaría Distrital de Planeación.

Es obligación del constructor, una vez se haya determinado el área de pre fabricados para el proyecto PLMB, incluirlo dentro del área de influencia directa del proyecto. Así mismo, debe incluir recorridos y vías a utilizar por parte de volquetas de proveedores de materiales y/o sitios de disposición de RCD previamente aprobados mediante el Plan General de Manejo de Tránsito.

Las medidas de manejo específicas deben ser realizadas por el contratista de obra en la siguiente etapa del proyecto.

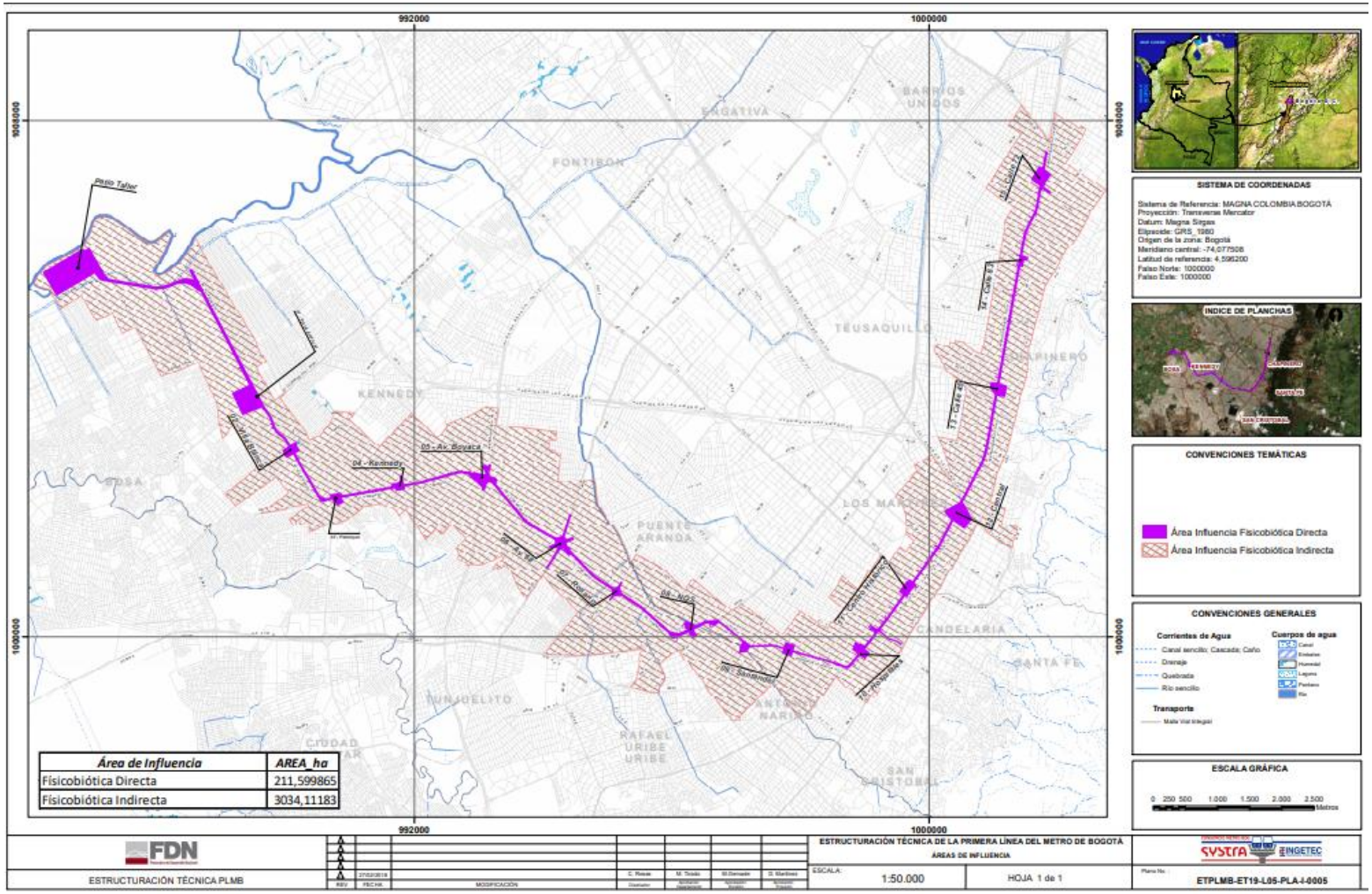


Figura 5.1.3-4 Delimitación del área de influencia indirecta y directa Física PLMB.

Fuente: Consorcio Metro BOG, 2017

5.1.3.2 AID para el Medio Biótico

La delimitación del Área de Influencia Directa – AID del medio biótico se basó en el entendimiento de las modificaciones espaciales y temporales que llegasen a ocurrir sobre los diferentes componentes del medio (Flora y Fauna), durante las etapas de pre construcción, construcción y operación del proyecto. Ahora bien, ha de tenerse en cuenta que la unidad ecológica integradora a nivel urbano de ambos componentes es la "cobertura vegetal o zonas verdes", debido a la fuerte correlación que existe entre estos dos elementos del sistema biológico. Dependiendo del tipo de cobertura existente, existirá determinado recurso alimenticio, y dependiendo el caso a nivel local y puntual, las zonas verdes pueden constituirse en un ambiente óptimo de servicios ecosistémicos para la fauna, ya sea para la búsqueda de alimento, reproducción, refugio, o como lugares de paso.

De acuerdo con lo anterior, se toma como unidad de análisis la afectación directa que se pudiese dar sobre las coberturas vegetales o zonas verdes existentes en el desarrollo del proyecto. Desde este enfoque, se toma por tanto como AID Biótica la misma delimitación de la denominada "Línea de Intervención Directa" o "Huella del Proyecto" entendiéndose como la zona hasta donde se extienden las obras asociadas a las fases de pre construcción y construcción. Lo anterior debido a que el desarrollo del proyecto en una zona urbana de por sí ya intervenida eco sistémicamente, es muy puntual, y no presenta mayores afectaciones sobre la flora (incluyendo aprovechamientos forestales puntuales) que apenas solapa la huella de los diseños constructivos. Es por eso que se plantea que el AID Biótica sea la misma "Huella del Proyecto".

Con la anterior propuesta del AID Biótica, se tienen en cuenta las modificaciones tangibles e intangibles que se enmarcan en las unidades de análisis que corresponden a los espacios en los que la funcionalidad y estructura son alteradas, que para el caso presente de un proyecto urbano, se trata de un sistema biológico conformado por elementos de flora y fauna, que habitan y subsisten en ciertas configuraciones de las coberturas vegetales o zonas verdes existentes en el área de estudio. Para zonas muy intervenidas por el desarrollo urbanístico como lo es la ciudad de Bogotá con presencia de algunos individuos arbóreos, son estos mismos organismos puntuales los que serían afectados por la huella de intervención y desarrollo el proyecto.

Por otro lado, los elementos de los componentes de la Estructura Ecológica Principal - EEP, constituyen la estrategia de integración de la red de ecosistemas del Distrito Capital, y a su vez de esta con la región, con el fin de garantizar la sostenibilidad de la biodiversidad y de los servicios ambientales que prestan los ecosistemas. Desde este punto de vista, se incluye en el análisis de las afectaciones que el proyecto genera en el AID Biótica, la evaluación de las repercusiones puntuales en los sitios de cruce con los diferentes componentes de la EEP que se presentan a lo largo de la Línea de intervención directa o huella del proyecto.

En este sentido se tiene que el AID Biótica (Huella del Proyecto) comprende un área de 211,60 ha en una extensión que va desde el Patio-Taller en el predio denominado El Corzo y la Calle 80, dividiéndose en dos tramos, con fines constructivos; el Tramo 1 y el Tramo 2. A su vez, el Tramo 1 está sub-dividido en cuatro sub-tramos de aproximadamente 4,7 km cada uno y el tramo 2 en dos sub-tramos de aproximadamente 3 km cada uno.

El Tramo 1 se desarrolla sobre la Avenida Villavicencio, Avenida 1ra de Mayo, Avenida NQS. Calle 8ª Sur, Calle 1ª y Avenida Caracas, desde el Patio-Taller hasta la Calle 26, tramo que se subdivide en cuatro sub-tramos. De otro lado, el Tramo 2 se desarrolla sobre la Avenida Caracas, desde la Calle 26 hasta la Calle 80, tramo que se subdivide en dos sub-tramos. Los subtramos de estos dos tramos se encuentran definidos anteriormente en el AID del medio abiótico.

De igual forma se considera en esta área o huella del proyecto, los siguientes aspectos ambientales en los análisis que afectan a los componentes bióticos:

- *Alteración de la composición y estructura de las comunidades de flora y fauna:* de acuerdo con la extensión del área de intervención de las obras a lo largo del corredor del proyecto y con base en la condición de las coberturas vegetales que se encuentran en la zona de estudio, se pueden generar diversos efectos por parte de las actividades constructivas sobre la unidad de análisis de la flora terrestre, asociada directamente con las coberturas vegetales o zonas verdes. En este sentido, se parte de la concepción que los efectos de una actividad constructiva como la del presente proyecto, tiene implicaciones sobre las unidades de cobertura vegetal homogéneas, considerando que los proyectos de tipo lineal pueden eventualmente inducir a la fragmentación, dependiendo del estado y continuidad que presenten estas unidades en la zona.

- *Franjas de protección riverina o de ronda de los cuerpos de agua:* se incluyen las áreas que corresponden a las zonas de protección de las quebradas o ríos que cruzan el trazado del proyecto en cualquiera de los puntos del corredor vial y que podrían ser intervenidas principalmente durante la etapa de construcción del proyecto.

- *Zonas de preservación ambiental:* se incluyen las áreas donde se encuentran las zonas de importancia ambiental por fragilidad o conservación y aquellas áreas de interés especial, tales como las denominadas ZMPA (Zona de Manejo y Preservación Ambiental) que sean cruzadas por la línea de intervención directa del trazado del corredor vial del proyecto.

- *Áreas de manejo especial:* se incluyen en las áreas de manejo especial aquellas que conforman los elementos de los componentes de la EEP, que además de las rondas de los cuerpos de agua y las ZMPA, anteriormente señaladas, impliquen una protección especial bajo un acto administrativo, principalmente aquellas que poseen coberturas vegetales representativas para la protección y el albergue de la fauna y que potencialmente puedan ser afectadas por el proyecto de la PLMB.

La delimitación del Área de Influencia Directa - AID Biótica se muestra en la Figura 5.1.3-5.

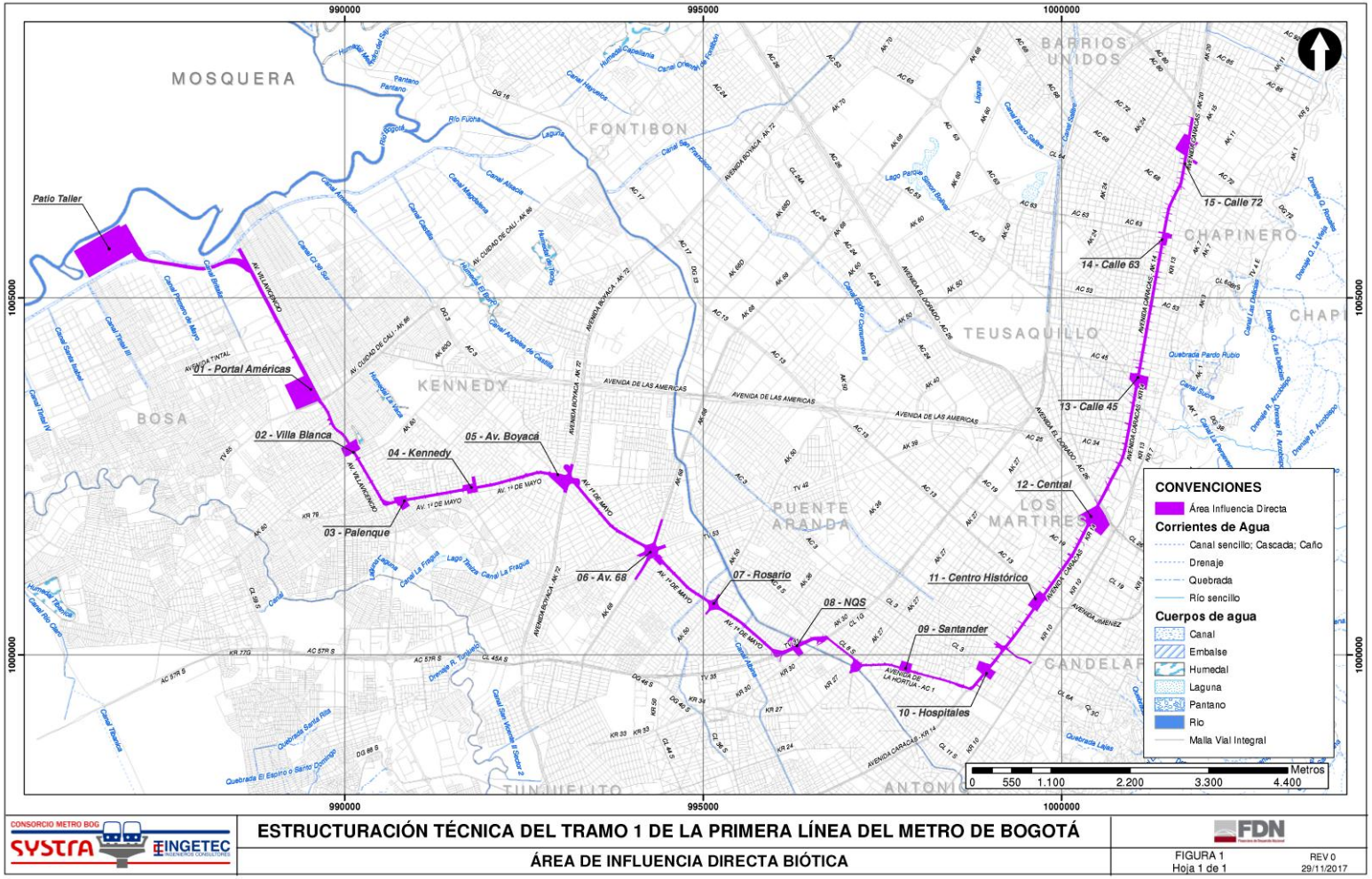


Figura 5.1.3-5 Delimitación del área de Influencia Directa Biótica - “Línea de Intervención Directa” o “”Huella del Proyecto”

Fuente: CONSORCIO METRO BOG, 2017

Criterios de análisis adicional del AID Biótica

Entre los criterios de análisis desde el contexto biótico se encuentra el evaluar las repercusiones que en los lugares de cruce, el proyecto podría generar puntualmente sobre los elementos de la EEP, teniendo en cuenta que estos forman parte de las áreas de protección de la ciudad. En este sentido, se tuvieron en cuenta los elementos que conforman el Sistema Hídrico del Distrito Capital que son cruzados por el AID Biótica y que se relacionan con las Rondas hidráulicas y las Zonas de Manejo y Preservación Ambiental – ZMPA.

5.1.3.2.1 Cruce con rondas hidráulicas

En el AID del proyecto se encuentran las siguientes rondas hidráulicas: Canal Río Seco, Canal Tintal II y Río de Bogotá. (Tabla 5.1.3-3).

Tabla 5.1.3-3 Presencia en el AID de Rondas Hidráulicas Distritales

ID_ Ronda	Nombre	Acto Administrativo	Fecha de emisión	Área (ha)
260	Canal Río Seco Sector1	Resolución SDA 1032	26/01/2010	0,07
284	Canal Tintal II	Resolución SDA 2771	24/03/2010	5,78
420	Río Bogotá	Acuerdo CAR 017 2009	08/07/2009	0,17

Fuente: Consorcio Metro BOG, Noviembre 2017

En la Figura 5.1.3-6, la Figura 5.1.3-7 y la Figura 5.1.3-8, se visualiza respectivamente el cruce del AID del proyecto con las Rondas Hidráulicas del Canal Río Seco Sector 1, del Canal Tintal II y del Río Bogotá.

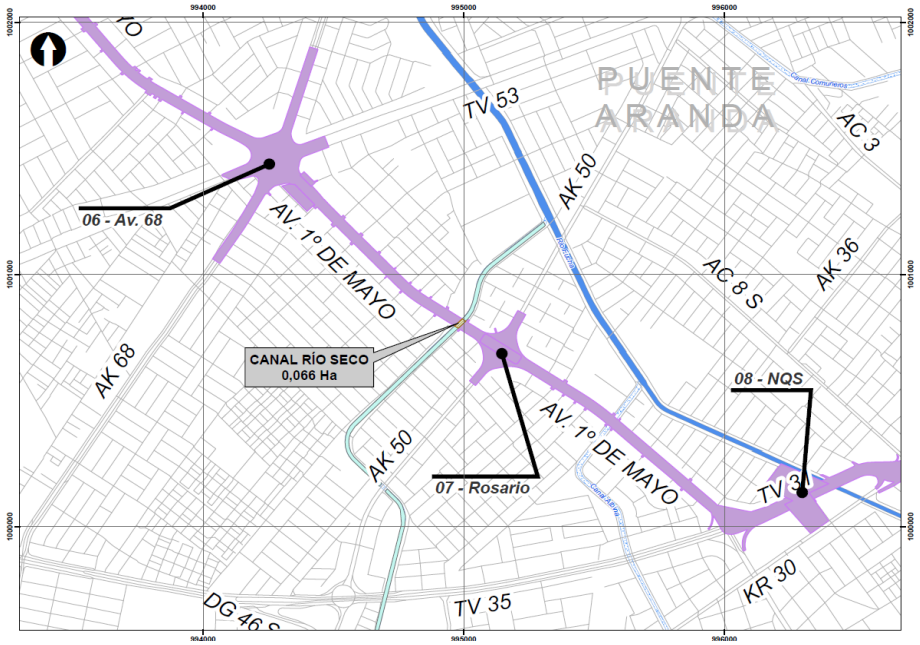


Figura 5.1.3-6 Cruce del AID del proyecto con la Ronda Hidráulica del Canal Río Seco Sector 1 (ETPLMB-ET-AID Ronda_Hid_ Canal Río Seco)

Fuente: Consorcio Metro BOG, Noviembre 2017

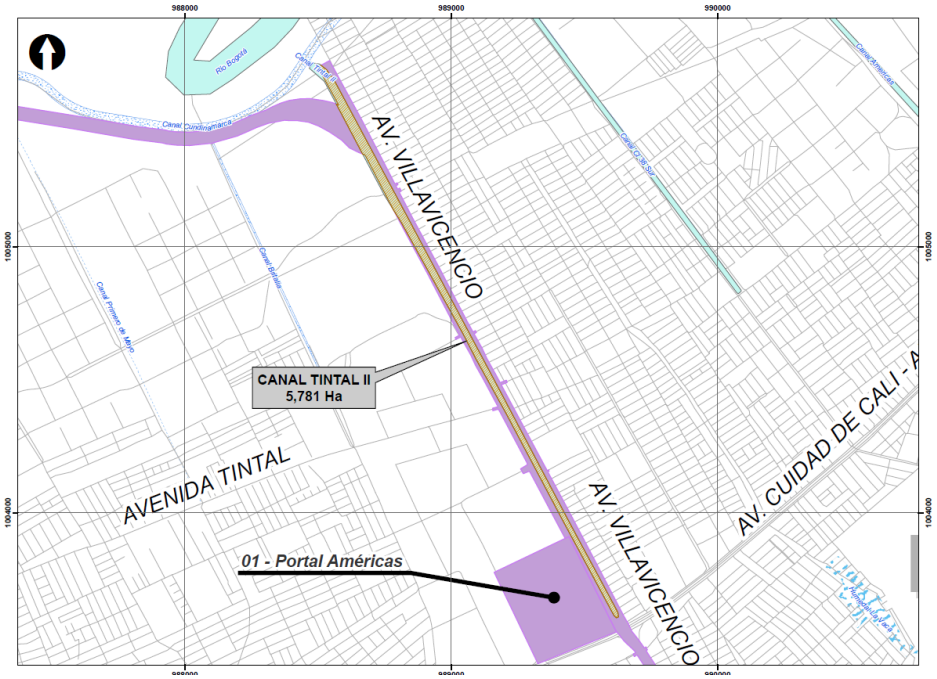


Figura 5.1.3-7 Cruce del AID del proyecto con la Ronda Hidráulica del Canal Tintal II (ETPLMB-ET-AID Ronda_Hid_ Canal Tintal II)

Fuente: Consorcio Metro BOG, Noviembre 2017

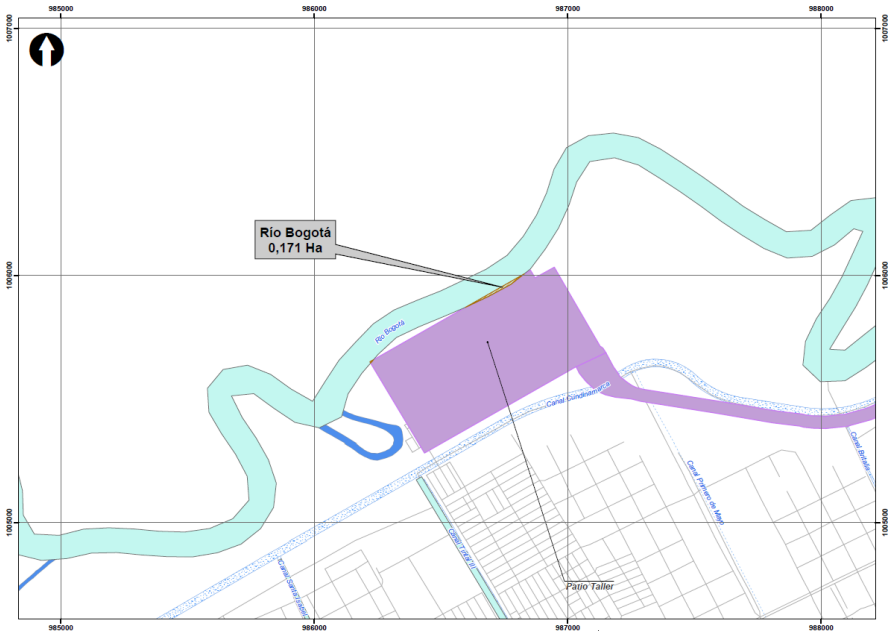


Figura 5.1.3-8 Cruce del AID del proyecto con la Ronda Hidráulica del Río Bogotá (ETPLMB-ET-AID Ronda_Hid_ Río Bogotá)

Fuente: Consorcio Metro BOG, Noviembre 2017

Al anterior análisis se vinculan los siguientes mapas anexos:

- Anexo 5.2.2.5 ETPLMB-ET-AID ZMPA_ Canal Río Seco
- Anexo 5.2.2.6 ETPLMB-ET-AID ZMPA_ Canal Tintal II
- Anexo 5.2.2.7 ETPLMB-ET-AID ZMPA_ Río Bogotá

5.1.3.2.2 Cruce del AID con Zonas de Manejo y Preservación Ambiental - ZMPA

El AID del proyecto cruza las siguientes tres Zonas de Manejo y Preservación Ambiental -ZMPA; Canal Río Seco Sector 1, Canal Tintal II y Río Bogotá (Tabla 5.1.3-4). Cabe resaltar que el área correspondiente al Patio-Taller ocupa 26,52 ha de la ZMPA del Río Bogotá.

Tabla 5.1.3-4 Presencia de ZMPA en el AID del proyecto

ID_ZMPA	Nombre de la ZMPA	Acto Administrativo	Fecha de emisión	Área (ha)
42	Canal Río Seco Sector1	Resolución SDA 1032	26/01/2010	0,11
56	Canal Tintal II	Resolución SDA 2771	24/03/2010	5,01
161	Río Bogotá	Acuerdo CAR 017 2009	08/07/2009	31,31

Fuente: Consorcio Metro BOG, Noviembre 2017

En la Figura 5.1.3-9, la Figura 5.1.3-10 y la Figura 5.1.3-11, se visualiza respectivamente los cruces del AID del proyecto con las ZMPA del Río Seco Sector 1, Canal Tintal II y el río Bogotá.

Figura 5.1.3-9 Cruce del AID del proyecto AID con la ZMPA Canal Río Seco Sector 1 (ETPLMB-ET-AID ZMPA_ Canal Río Seco)

Fuente: Consorcio Metro BOG, Noviembre 2017

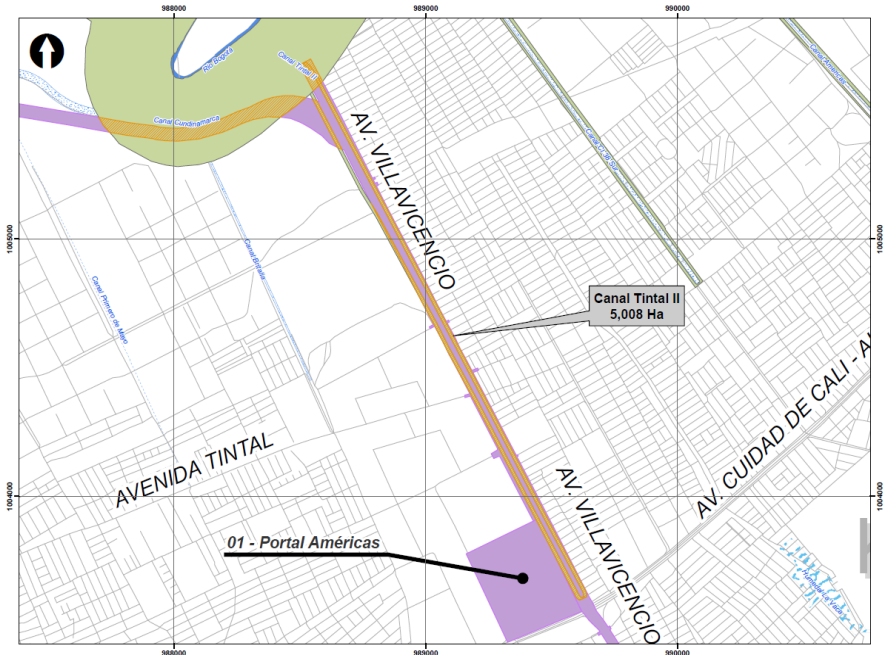


Figura 5.1.3-10 Cruce del AID del proyecto con la ZMPA del Canal Tintal II (ETPLMB-ET-AID ZMPA_ Canal Tintal II)

Fuente: Consorcio Metro BOG, Noviembre 2017

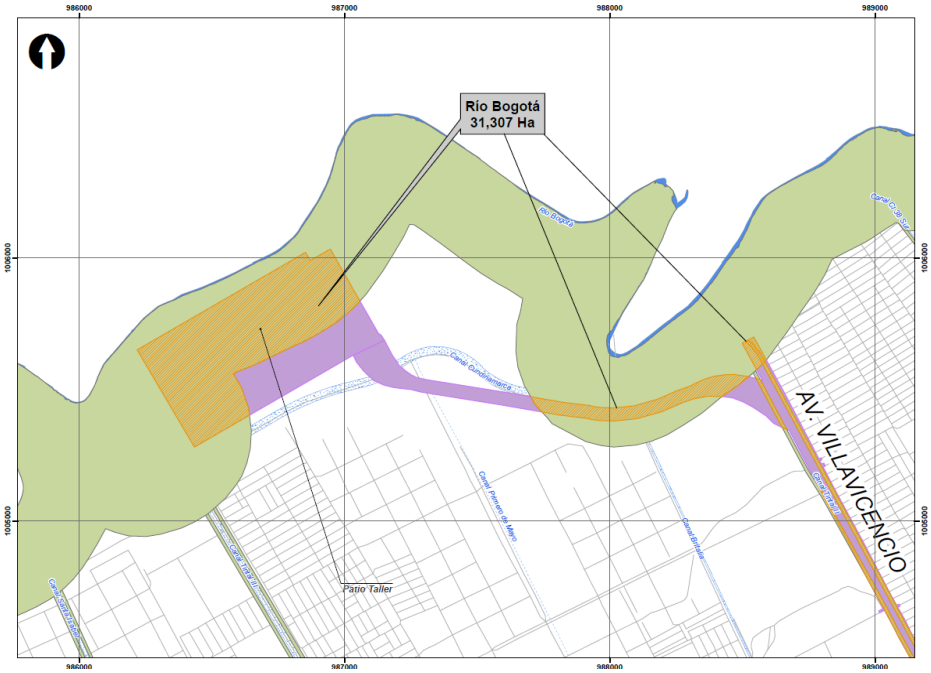


Figura 5.1.3-11 Cruce del AID del proyecto con la ZMPA del Río Bogotá (ETPLMB-ET-AID ZMPA_ Río Bogotá)

Fuente: Consorcio Metro BOG, Noviembre 2017

Al anterior análisis se vinculan los siguientes mapas anexos:

- Anexo 5.2.2.5 ETPLMB-ET-AID ZMPA_ Canal Río Seco
- Anexo 5.2.2.6 ETPLMB-ET-AID ZMPA_ Canal Tintal II
- Anexo 5.2.2.7 ETPLMB-ET-AID ZMPA_ Río Bogotá

5.1.4 Área de Influencia Indirecta Abiótica y Biótica

El área de influencia indirecta está definida por aquellos elementos naturales que por su cercanía y fragilidad pueden verse afectados por las actividades de construcción y operación que se desarrollen entorno a la Construcción de la PLMB.

El área del total del AII Abiótico y Biótica es de 3034,0 ha, lo anterior según los criterios que se presentan a continuación.

5.1.4.1 AII para el Medio Abiótico

El Área de Influencia Indirecta (AII) del componente geosférico del proyecto, es aquella donde se manifiestan directamente los impactos generados por las actividades de construcción y operación del proyecto; su caracterización es detallada y se basa fundamentalmente en información primaria.

Para la definición del Área de Influencia Indirecta – AII Abiótica del proyecto se definieron los siguientes criterios:

- Establecer geográficamente la afectación vial que genera el proyecto debido a los desvíos durante la etapa de construcción la cual se basa en el desarrollo de las actividades de obra y en los Planes de Manejo de Tráfico.
- Considerar las áreas que serán afectadas por las emisiones de contaminantes a la atmósfera y la generación de ruido de las actividades constructivas, así como la generación de ruido de fuentes móviles asociadas a la operación de la PLMB.

De acuerdo con los criterios expuestos, desde el punto de vista vial el área de influencia indirecta abarca una mayor extensión a causa del uso de calles secundarias para la implementación de los desvíos que deben tomar los vehículos que transitan normalmente por el trazado y por el flujo de peatones que puedan ocasionar las actividades constructivas hacia otros sectores cercanos al corredor. Esta área comprende 24 UPZ de las localidades de Teusaquillo, Puente Aranda, Los Mártires, Chapinero, Santa Fe, Bosa y Kennedy, con un área total de 6918,96 ha. La franja se definió además, con base en las modelaciones de calidad de aire y ruido, puesto que en esta franja, aunque los niveles de contaminación modelados fueron menores, provendrán de las actividades constructivas y operativas de la línea.

Dentro de los elementos de análisis para el AII del medio abiótico, contempla:

En los estudios de geología es conveniente contar en general con información tanto del área específica donde se localizan las obras, como de cierta extensión de las zonas adyacentes para tener un conocimiento más preciso de las características y distribución de las unidades litológicas y estructuras geológicas mayores, que sirva de apoyo para la definición y caracterización de las unidades geomorfológicas e hidrogeológicas presentes. Con base en este concepto, se enumeran los criterios tenidos en cuenta para la definición del área de influencia indirecta.

- Parte del curso del río Bogotá, ya que el inicio o extremo occidental del corredor de la PLMB y el predio del Patio-Taller, se localizan sobre la planicie de inundación de su margen izquierda.
- Traza de la Falla de Bogotá, porque puede considerarse como límite estructural oriental de la cuenca donde se localiza la Sabana de Bogotá y además porque esta se localiza sobre la parte baja de la ladera occidental de los cerros orientales, en la zona donde se localiza la ciudad de Bogotá.
- Parte del curso del río Tunjuelo, ya que un tramo del corredor del metro (aproximadamente entre las abscisas K2+000 y K2+500), pasa muy cerca de su planicie de inundación.
- Parte del curso del río Juan Amarillo, debido a que según estudios geológicos de la Sabana de Bogotá, este se encuentra controlado por la Falla de Usaquén.

5.1.4.2 AII para el Medio Biótico

En términos generales, la definición del AII para el medio biótico requiere de una contextualización a nivel local, en el que se tenga en cuenta aspectos de conectividad de áreas ambientalmente conservadas, la presencia de áreas protegidas y legalmente constituidas a nivel distrital, de ecosistemas estratégicos que sustenten el aprovisionamiento y la regulación de los servicios ecosistémicos, aspectos que entre otros, contribuyen con el entendimiento del estado de la composición y estructura de las unidades de análisis de flora y fauna que se encuentran en el AID del proyecto, así como en el establecimiento del panorama que se requiere para la evaluación de las repercusiones que se generen en las áreas anexas al proyecto vial.

De acuerdo con lo anterior, los siguientes son los criterios tenidos en cuenta en la delimitación del AII del medio biótico:

- Presencia de Zonas verdes o coberturas vegetales del AID del proyecto de la PLMB que se integren con sus similares en el AII.
- Conectividad espacial de los diferentes elementos asociados a los ecosistemas naturales presentes.
- Nivel de repercusión por parte del proyecto en los componentes de la EEP del Distrito Capital.

Con respecto a la presencia de áreas verdes en el AID del proyecto y su integración con áreas similares en las zonas contiguas al corredor vial de la PLMB, se tiene que, el predominio de coberturas de tejido urbano e infraestructura edificada en la ciudad, solo permiten una baja representatividad de áreas con vegetación y de zonas verdes, por lo que la integración de este tipo de áreas es baja a nivel local y su conexión está dada principalmente por la presencia de los separadores viales que sustentan arbolado de tipo urbano, y por los parques de carácter local, los cuales dado el planeamiento de la ciudad y su ubicación, no se encuentran interconectados.

En relación con la conectividad de los diferentes elementos asociados a los ecosistemas naturales presentes, se encuentra que en el área de estudio, los ecosistemas de humedal son los que en la actualidad sustentan la mayor biodiversidad en el Distrito Capital, y en los cuales las autoridades competentes han dirigido los mayores esfuerzos en la conservación y la recuperación de los hábitat deteriorados, sin embargo, estos ecosistemas naturales en el sector se presentan a manera de cuerpos de agua aislados, sin el aporte de sistemas lóticos que permitan un mejoramiento en la calidad del agua y la continuidad de los procesos ecológicos.

Por otro lado y a nivel espacial en la ciudad de Bogotá, los diversos elementos de los componentes de la EEP se encuentran mayormente consolidados a nivel de los corredores ecológicos de ronda,

los cuales y para el área de estudio se localizan principalmente hacia el centro del corredor o línea vial de la PLMB, entre ellos los asociados con el Canal río Seco Sector 2, el Canal Fucha y el Canal Albina. Es de señalar sin embargo, que el fortalecimiento de la EEP es incipiente en la ciudad, de tal modo que aún se encuentra en proyección y desarrollo el establecimiento del Área de Manejo Especial del río Bogotá como zona de preservación ambiental y como eje de integración de la EEP, al cual deben conectarse directa e indirectamente todos los corredores ecológicos urbanos. Desde este contexto y en general, el paso del proyecto de la PLMB por los sitios donde se encuentran los diferentes elementos de la EEP, genera repercusiones menores.

De acuerdo con lo anterior, se propone por tanto como Área de Influencia Indirecta (AII) del medio Biótico el acoger el AII establecida para el medio abiótico, el cual abarca un área espacial representativa que contiene los elementos previamente trazados. El AII Biótica se visualiza en la Figura 5.1.4-1.

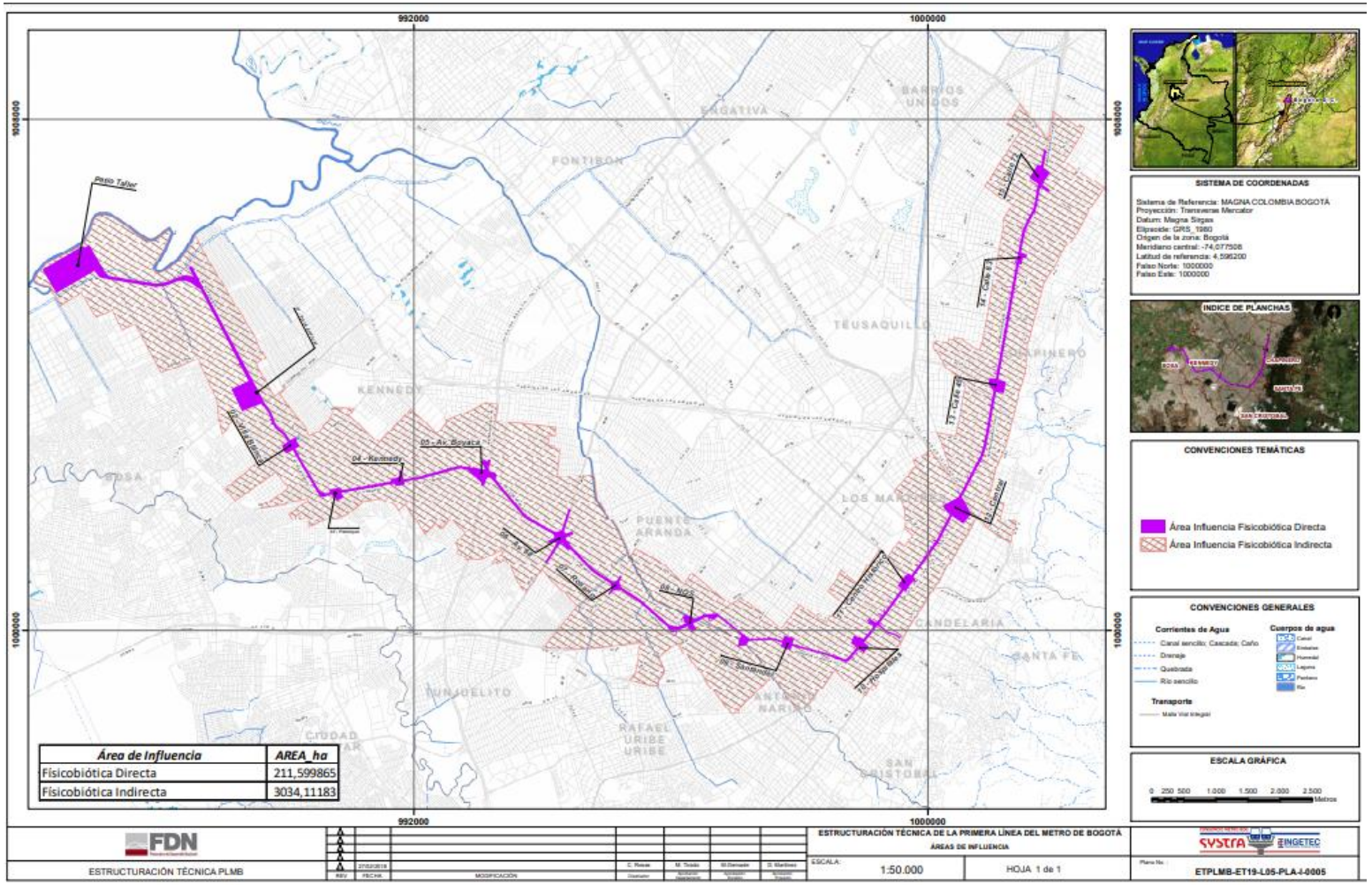


Figura 5.1.4-1 Delimitación del Área de Influencia Indirecta Biótica y Abiótica – AII

Fuente: Consorcio Metro BOG, 2017

En lo que respecta a la descripción de cada uno de los elementos de análisis para el AII de los medios Abiótico y Biótico, en la Tabla 5.1.4-1 se sintetiza cada uno de los mencionados elementos tenidos en cuenta.

Tabla 5.1.4-1 Elementos de análisis para el AII

Medio	Componente	Elementos de análisis	Impacto	Áreas de interés
FÍSICO	Suelos, Geología, Geomorfología, Hidrología, Hidrogeología, Modelo de dispersión de contaminantes, Modelo de emisión de ruido	Cambio en el uso actual del suelo Alteración de las propiedades físicas, químicas y/o biológicas del suelo Zona de manejo y preservación ambiental Localización de fuentes fijas de emisión Potenciales receptores de interés que puedan ser afectados durante las fases del proyecto Zonas sensibles a la contaminación	Cambio uso el suelo Invasión de la zona de manejo y preservación ambiental Cambios en la calidad del aire Cambios en los niveles de presión sonora	Canal Cundinamarca Canal Tintal II Canal Río Seco Canal Albino Rio Fucha Río Arzobispo
BIÓTICO	Unidades terrestres: flora y fauna	Composición y estructura de la vegetación y la fauna asociada	Alteración de la composición y estructura de las comunidades de flora y fauna terrestre.	Corredor de la PLMB Unidades forestales
	Elementos de la EEP	Cruce con los elementos de los componentes de la EEP: Corredores ecológicos (corredores ecológicos de ronda, rondas hidráulicas y ZMPA) y Área de Manejo Especial del río Bogotá (Ronda hidráulica y ZMPA del río Bogotá).	Potencial afectación puntual de los elementos de la EEP en los sitios de cruce del proyecto	Corredor de la PLMB

5.1.5 Área de Influencia Socioeconómica

A continuación se presentan los criterios, características y enfoque abordados para la definición, delimitación y actualización de las áreas de influencia indirecta y directa social, desde la revisión e inclusión de lo establecido en las Especificaciones técnicas para la optimización y actualización de los diseños, ET-20: Estudio Social y la actualización del área de influencia desarrollada en los estudios adelantados mediante los contratos IDU 849 de 2013 e IDU 2226-2013 y el reconocimiento de las características de la población y particularidades de cada una de las seis (6) zonas establecidas que se componen por las ocho (8) localidades que atraviesa la primera línea del metro de Bogotá.

Las áreas de influencia AI y AID serán el insumo para la realización del diagnóstico social, estudio ambiental y actividades de gestión social, para la "Estructuración técnica del tramo 1 de la primera línea del metro de Bogotá - PLMB", este documento desarrolla y analiza la caracterización del área de influencia indirecta y directa desde los aspectos de composición territorial que conforman las seis (6) zonas de la PLMB, como localidades barrios, UPZ e información general del AID, teniendo como marco de referencia minimizar los impactos sociales que se pueda ocasionar a la población residente, reasentada y a la que se desplaza a lo largo del trazado, además que permita actualizar la lectura de problemáticas y oportunidades sociales, económicas, ambientales, urbanísticas y de movilidad que den cuenta de las recomendaciones de la ciudadanía, a lo largo del desarrollo del estudio.

A través de los análisis adelantados es posible realizar un primer acercamiento a las características principales del sector en el ámbito social, lo económico y cultural, análisis que pueden aportar para la posterior identificación de los impactos, estrategias de comunicación y medidas de manejo para la etapa de construcción y operación de PLMB.

El reconocimiento del área de influencia indirecta y directa del trazado serán la base para la construcción de estrategias de atención, a cada una de las unidades sociales y por grupos y/o sectores de población, estableciendo las actividades de intervención de corto, mediano y largo plazo que posibiliten la realización armónica de la obras.

El criterio fundamental para identificar el área de influencia del proyecto será reflejar los componentes sociales que pueden ser involucrados en las actividades antes de la obra, durante su ejecución y en operación. (Financiera de Desarrollo Nacional, 2016)

La información tiene como fuentes secundarias los documentos existentes sobre los contratos IDU 849 de 2013 e IDU 2226-2013, las Localidades de Kennedy, Puente Aranda, Antonio Nariño, Los Mártires, Santa Fe, Chapinero, Teusaquillo y Barrios Unidos; referida por parte de la Empresa Metro y los diferentes entes responsables del desarrollo de los mismos.

5.1.5.1 Desarrollo Metodológico

Este ítem se desarrolla a partir de tres fases metodológicas que se complementan y permiten conocer y abordar el territorio desde lo social y sus características. La primera Fase comprende la revisión de información secundaria oficial, la segunda la revisión y análisis de la información cartográfica y la tercera fase la visita en campo o de reconocimiento del contexto.

Mediante las fases mencionadas se realizó un análisis multidisciplinario y de las áreas a intervenir para identificar las condicionantes y particularidades sociales, teniendo en cuenta las actividades de carácter técnico para la construcción de la primera línea del Metro.

Para definir y caracterizar el área de influencia social del Proyecto: Estructuración técnica del tramo 1 de la primera línea del metro de Bogotá. Se utilizaron los siguientes métodos de

recolección.

5.1.5.1.1 Revisión de Información Secundaria

Se realizó revisión de cartografía y documentos emitidos por Alcaldías Locales, así como el POT información que permitió determinar la ubicación del corredor a intervenir. Se identificaron las UPZ que hacen parte del AID con su respectiva localidad y se complementó la información de las características a través de la revisión de diagnósticos locales y páginas Web oficiales de cada una de las Alcaldías locales, Secretaria Distrital de Planeación, Instituto de desarrollo Urbano y Planeación Distrital. De la misma manera se consultó las disposiciones y normatividades planteadas por la Secretaría Distrital de Planeación.

5.1.5.1.2 Revisión de Información Cartográfica

Con el objetivo de adelantar un análisis con mayor precisión, y contar con elementos específicos para las actividades de verificación en campo así como la identificación preliminar del territorio se adelantó la revisión cartográfica en los siguientes programas o fuentes.

La principal fuente consultada fue IDECA, la cual es la Infraestructura de Datos Espaciales para el Distrito Capital y la cartografía de las imágenes de aproximación mediante la herramienta Google Earth, y la cartografía relacionada con los resultados de las modelaciones de aire, ruido y vibraciones.

5.1.5.1.3 Revisión de Información en Campo

Se llevaron a cabo recorridos analíticos de identificación y reconocimiento del espacio público a intervenir realizando un análisis perspectivo del ámbito para determinar la imagen urbana del mismo y los elementos que la componen haciendo una identificación y descripción de cada uno de ellos.

Como guía para este ejercicio se tuvo en cuenta el documento de Diagnóstico social primera Línea del Metro de Bogotá realizado por el equipo social del Metro en el año 2014, donde aplican el método desarrollado por el urbanista Kevin Lynch en su libro La imagen de la ciudad, separando los elementos perceptivos de la siguiente manera: (Financiera de Desarrollo Nacional, 2016)

- SENDAS: son conductos que sigue el observador normalmente, ocasionalmente o potencialmente = calles, senderos, líneas de tránsito, canales, ciclo rutas, bici carriles y transporte público. La gente observa la ciudad mientras va a través de ella y conforme a estas sendas organizan y conectan los demás elementos ambientales. Para la mayoría son elementos urbanos predominantes. Las sendas son importantes como mera estructura, como un elemento de vinculación con otras vías. Continuidad de la senda:
- BORDES: elementos lineales que el observador no usa o no considera sendas. Son los límites entre dos fases o rupturas lineales de la continuidad. Por ejemplo: vías de Transmilenio, cruces de ferrocarril, lotes baldíos. Desniveles o terraplenes, canales, ríos o espacios de conflicto bordes de desarrollo, muros. Constituyen referencias laterales y no ejes coordinados.
- BARRIOS O DISTRITOS: son las secciones de la ciudad cuyas dimensiones oscilan entre medianas y grandes. Concebidas como de un alcance bidimensional en el que el observador “entra” en su seno mentalmente y son reconocibles como si tuvieran un carácter común que los identifica. Siempre identificables desde el interior, también se lo usa para la referencia exterior en caso de ser visibles desde afuera. Las características

físicas que determinan los barrios: continuidades temáticas, o sea, infinita variedad de partes integrantes: textura, espacio, forma, detalles, símbolos, tipo constructivo, uso, actividad, los habitantes, el grado de mantenimiento y la topografía, etc.

- NODOS: son los puntos estratégicos de la ciudad de los que parten o a donde se encuentran las personas son lugares reconocidos Los nodos pueden ser al mismo tiempo confluencias y concentraciones. La forma física vigorosa no es de mayor importancia para el reconocimiento de un nodo, sino la forma del espacio en proporción a la importancia de las funciones. Si cumple con estas condiciones, se convierte en un espacio memorable como por ejemplo. Plazas, parques, iglesias entre otros.
- HITOS: son otro punto de referencia usada como punto de orientación, con muy representativos del barrio o la ciudad son elementos que identifican una zona o lugar ejemplo torres, cerros, estatuas.

El instrumento de identidad urbana utilizado para definir el área de influencia directa se presenta a continuación en la Figura 5.1.5-1.

Instrumento de Identidad Urbana			
Representacion	Significado	Elementos	Persepcion
Sendas	Conductos que sigue el observador normalemente.	Calles, Senderos, Lineas de transito, Canales, Caminos etc	Dentro
Bordes	Elementos lineales, que el observador no usa. Son rupturas lineales de continuidad, usualmente separan un area de otra.	Playas, Cruces de Ferrocarril, Vallas, Fronteras fisicas. Generalmente con cuerpos laterales fisicos	Dentro
Barrios o Distritos	Secciones del entorno o ciudad de tamaño mediano o grande.	Distritos, Colonias, Barrios.	Dentro o Fuera
Nodos	Puntos estrategicos de la ciudad, qe denotan intensidad y densidad poblacional. Pueden ser focos donde parten o se encamina la poblacion.	Cruce o Convergencia de Sendas	Dentro
Hitos	Punto de referencia, donde el observador no entra en ellos. Usualmente es una objeto fisico definido.	Edificio, Monumento, Iglesia, Señalamiento, Montaña, Tienda, Plaza. La caracteristica principal es que este elemnto pueda ser distinguido desde diferentes	Fuera

Figura 5.1.5-1 Instrumento de identidad urbana

Fuente: Consorcio Metro BOG, 2017

Tanto la revisión documental como los recorridos analíticos permitieron identificar el área de influencia con las localidades, barrios, estratos, usos, equipamientos comunitarios, sociales, comerciales y culturales presentes; las características sociales, económicas y culturales de la población, el entorno socioeconómico de las comunidades de la zona de intervención.

En los recorridos realizados se estableció contacto con los despachos administrativos de las Alcaldías Locales, donde se solicitó información sobre las características generales del sector, insumo utilizado para la ubicación de los equipamientos comunitarios, sociales, comerciales y

culturales utilizados como lugar de encuentro y de importancia colectiva como nodos e hitos sociales.

5.1.5.2 Criterios para la Definición de las Áreas de Influencia Socioeconómica

Para la determinación y actualización del área de influencia directa e indirecta del Proyecto se tuvo en cuenta los impactos que generarán las diferentes actividades en cada una de las etapas del proyecto, así mismo se adelantó la revisión del documento Estudio Ambiental y Social Integral de la Primera Línea del Metro para la Ciudad de Bogotá desarrollado por el Instituto de Desarrollo Urbano IDU en el año 2015 y lo que mencionado en el Plan de Ordenamiento Territorial - POT, la Secretaría de Planeación Distrital.

En el documento Estudio Ambiental y Social Integral de la Primera Línea del Metro para la Ciudad de Bogotá, se describe como área de influencia del medio socioeconómico del proyecto la zona geográfica poblada que se afectará por los impactos que la actividad pueda generar positiva o negativamente para la PLMB.

Los factores que definen la mayor o menor afectación social según el documento son: cercanía física al área del proyecto y áreas de operación, uso y dependencia de vías e infraestructura que serán utilizados, removidos o creados en relación a la actividad, y a la influencia económica directa por las actividades a desarrollar por el proyecto.

La definición de las Áreas de Influencia (AI) se aborda a partir de los impactos que el Proyecto pueda generar durante las etapas de pre-construcción, construcción y operación. Para efectos de su comprensión en cuanto a la magnitud y criticidad de tales impactos se discriminan las principales zonas de obras así:

Zona de obras principales: Trazado del viaducto, áreas de campamento, prefabricación, zonas de cargue y descargue, Patio-Taller, y vías de desvió.

Para definir el área de influencia se retoman los criterios contemplados en la ficha ET-20: Estudio Social de los términos de referencia “Estructuración técnica del Tramo 1 de la primera línea de Metro de Bogotá” de noviembre del 2016.

En general el área de influencia se subdivide en área de influencia indirecta (AII) y área de influencia directa (AID); según los Términos de Referencia para este Proyecto se definen de la siguiente forma:

Área de influencia directa (AID): *Es aquella donde se manifiestan los impactos generados por las actividades de construcción y operación; está relacionada con el sitio del proyecto y su infraestructura asociada, en la que coexiste accesos a garajes, viviendas y negocios comerciales.*

Área de influencia indirecta (AII): *Territorio en el que se manifiestan los impactos que ocurren en un sitio aferente al área de influencia directa, es decir aquellos que ocurren en un territorio diferente a donde se producirá la acción generadora del impacto, y en un tiempo posterior y/o alterno con relación al momento en que ocurrió la acción provocadora del impacto, que igualmente afectarán positiva o negativamente a la población localizada en esta área.*

Los criterios considerados para la definición del área de influencia de acuerdo a los impactos ocasionados por el proyecto e identificados desde los diferentes componentes: Abiótico: aire (partículas y ruido), agua, suelo (vibraciones) y paisaje); Biótico: Fauna y flora y Socioeconómico: demografía, espacial (servicios públicos y sociales), económico, cultural y político organizativo.

Ruido: Este criterio se considera para la definición del área de influencia desde los resultados de las modelaciones, es decir el margen de cobertura sobre el área en la que se pueda presentar afectaciones en las diferentes etapas: construcción y operación.

En la Figura 5.1.5-2 se presenta el resultado de la modelación de ruido para la etapa de construcción en la que se evidencia mayores decibeles sobre la manzana aferente en los costados del trazado.

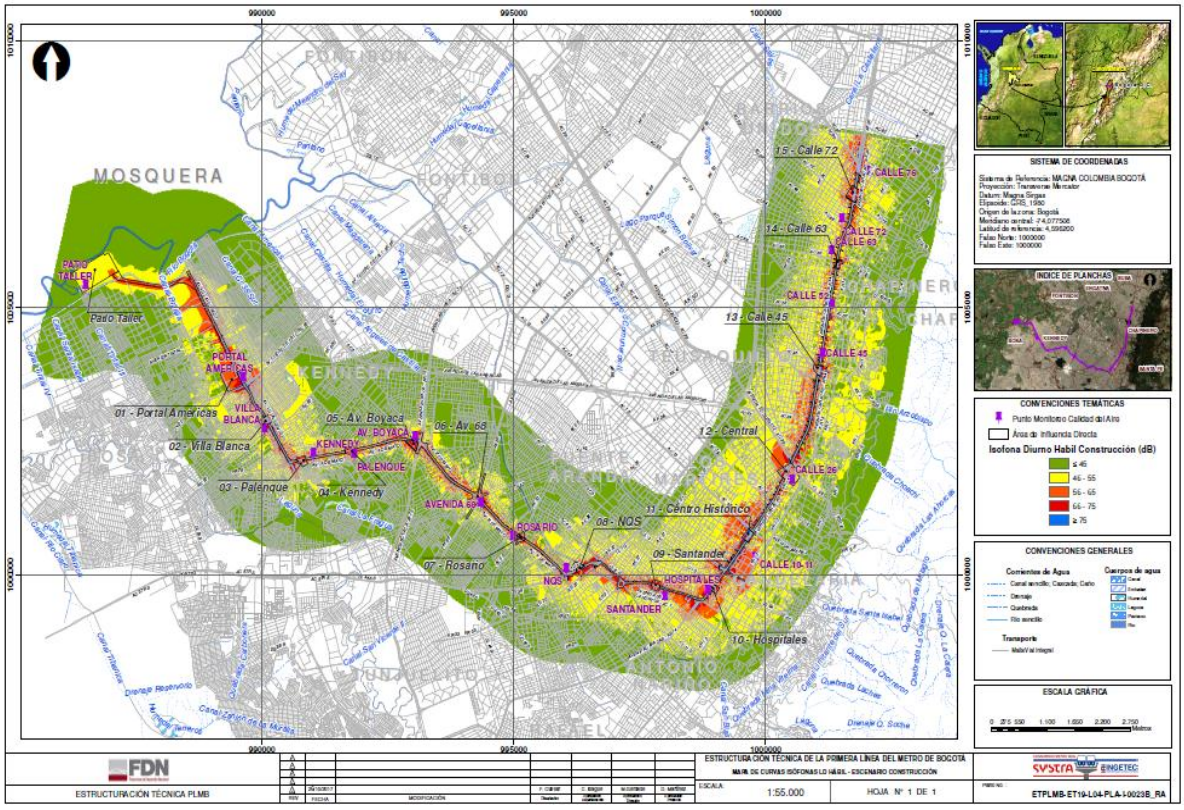


Figura 5.1.5-2 Mapa de curvas de isófona S LD hábil- escenario de construcción

Fuente: Consorcio Metro BOG, 2017

Aire: Este criterio es considerado de acuerdo con los resultados de las modelaciones en cuanto a la isopleta o envolvente donde se puede presentar mayor concentración de material particulado ocasionado por las actividades constructivas.

En la Figura 5.1.5-3 se presentan los aportes de partículas del proyecto sin línea base (sin concentraciones de fondo) es decir, las que generará el proyecto, por lo cual las concentraciones no alcanzan los límites normativos. De acuerdo con la imagen las concentraciones de material particulado están en el área definida como AID en el medio social.

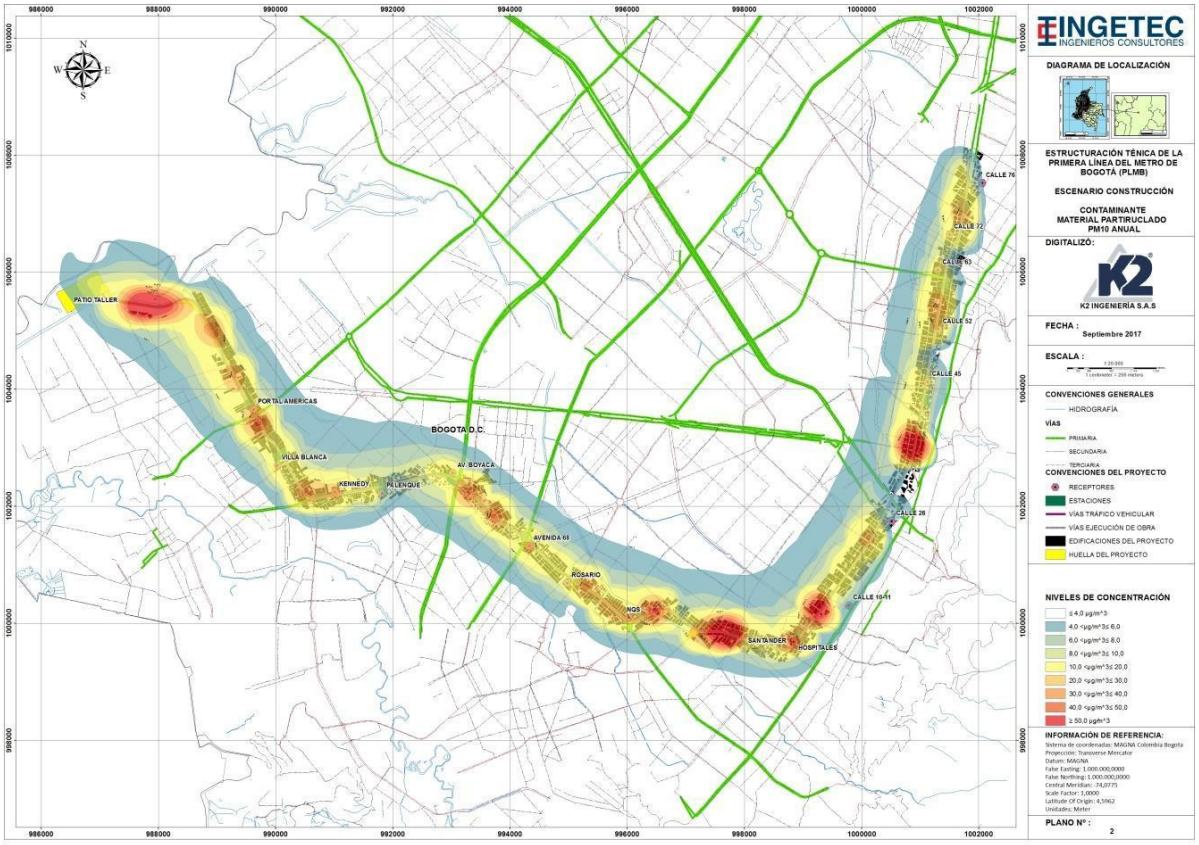


Figura 5.1.5-3 Isopleta contaminante particulado PM 10

Fuente: K2 INGENIERIA S.A.S., 2017

Paisaje: El criterio es considerado debido al cambio visual que se presentará de forma evidente sobre el primer entorno como lo son las viviendas e infraestructura costado y costado del corredor.

Movilidad: La construcción requerirá el cierre de algunos carriles o secciones de vías, por lo cual será necesario la implementación de vías de desvío, con esta actividad puede ocasionarse afectaciones a las viviendas o a la infraestructura vial, siendo este un impacto ocasionado directamente por las actividades de obra. Para la delimitación final del área de influencia directa es necesario tener en cuenta la aprobación del Plan de Manejo de Tránsito – PMT, el cual de acuerdo con los procedimientos de la Secretaria de Movilidad se aprueba en la etapa de construcción.

Así mismos se evalúa cartográficamente las áreas de influencia directa de los medios abiótico y biótico, estás deben estar contenidas en el medio socioeconómico, es decir los impactos que se ocasionen sobre los componentes como agua, aire, suelo y paisaje; así como fauna y flora están considerados en términos de su relación con la población y la atención de estos hacen parte de las medidas de manejo.

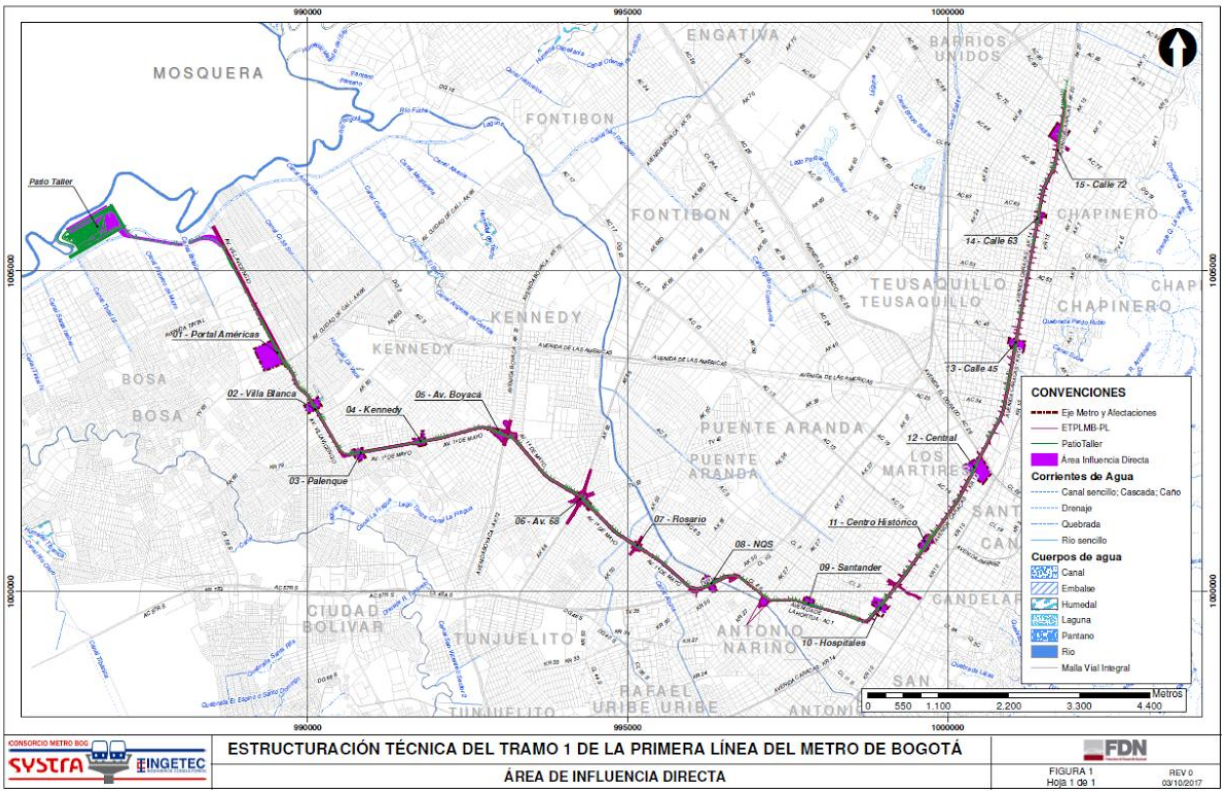


Figura 5.1.5-4 Área de Influencia Directa (Medio Abiótico y Biótico)

Fuente. Consorcio Metro BOG, 2017

De acuerdo con lo anterior, el AII está conformada por las nueve (9) localidades por las que cruza el trazado del tramo I de la primera la línea del metro de Bogotá; y el AID está conformada por el área de las primeras manzanas aferentes al trazado costado y costado, y 300 m en el área de las estaciones.

El área de influencia indirecta corresponde a 20034,3 ha y el área de influencia directa corresponde a 838,7 ha.

5.1.5.3 Área de Influencia Indirecta Socioeconómica

En el documento Estudio Ambiental y Social Integral de la Primera Línea del Metro para la Ciudad de Bogotá, se establecieron zonas de agrupación de estaciones para subdividir el trazado de la PLMB y poder determinar el área de influencia Indirecta teniendo en cuenta los lineamientos establecidos por la empresa Metro, donde se especifican los sectores para desarrollar la actualización del estudios y llevar a cabo las actividades de Gestión social.

Las zonas correspondientes al AII Socioeconómica son las siguientes:

Tabla 5.1.5-1 Zonificación primera línea del metro elevado

Zona	Localidad
Zona 1: Patio-Taller Cabecera-Portal Américas Desde Rio Bogotá hasta Carrera 79	Bosa Kennedy
Zona 2: Kennedy Desde Carrera 79 hasta Carrera 69 B	Kennedy
Zona 3 Puente Aranda Desde la Carrera 69 B hasta Av. NQS Cl.8 Sur	Puente Aranda
Zona 4 Antonio Nariño Av. NQS Cl.8 Sur hasta Av., Caracas con Cl. 2 Desde	Antonio Nariño
Zona 5 Centro Histórico Desde Av. Caracas con Cl. 2 hasta Av. Caracas con Cl. 28	Santa Fe, Los Mártires
Zona 6 Centro Histórico Desde Av. Caracas con Cl. 2 hasta Av. Caracas con Cl. 28	Teusaquillo, Chapinero y Barrios Unidos

Fuente. Consorcio Metro BOG, 2017

Teniendo en cuenta el recorrido de la línea del Metro y los impactos y beneficios causados por la ejecución del Proyecto, el Área de Influencia Indirecta hace referencia a las seis (6) zonas en que se dividió la PLMB y sus respectivas localidades, como unidad de análisis político administrativa; estas son: Bosa, Kennedy, Puente Aranda, Antonio Nariño, Mártires, Santafé, Teusaquillo, Chapinero y Barrios Unidos.

Adicionalmente se hace referencia a las Unidades de Planeamiento Zonal- UPZ, teniendo en cuenta que son áreas urbanas más pequeñas que las localidades y más grandes que los barrios, cuya función es servir de unidades territoriales o sectores para planificar el desarrollo urbano en el nivel zonal. De acuerdo con la Secretaría Distrital de Planeación (2014), son la escala intermedia de planificación entre los barrios y las localidades y constituyen un instrumento de planificación para poder desarrollar una norma urbanística en el nivel de detalle que requiere Bogotá, debido a las grandes diferencias que existen entre unos sectores y otros.

Por esta razón, hacen parte del AII las localidades, UPZ y barrios contiguas al trazado planteado, teniendo en cuenta que se constituyen en el espacio propicio para la participación, la convivencia, el trabajo y el encuentro ciudadano. Ver Figura 5.1.5-5.

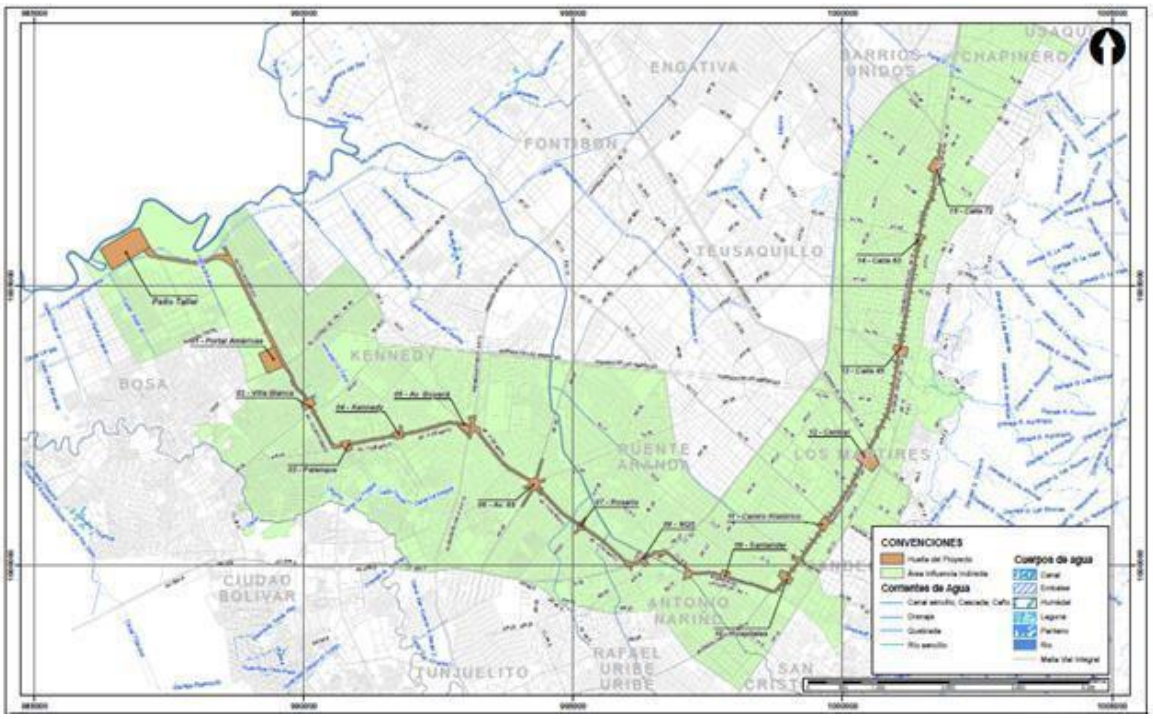


Figura 5.1.5-5 Localidades, UPZ y barrios que componen el Área de Influencia Indirecta

Fuente. Consorcio Metro BOG, 2017

De acuerdo con la definición del área de influencia indirecta la cual corresponde a las localidades por las que cruza el trazado, a continuación se presenta una breve descripción de las mismas con los aspectos más relevantes.

5.1.5.3.1 Localidad de Bosa

Bosa es la localidad número 7 de Bogotá. Se encuentra ubicada en el extremo suroccidental de la ciudad. Limita al sur con la Autopista Sur, la localidad de Ciudad Bolívar y el municipio de Soacha; al norte con el Río Tunjuelito, Camino de Osorio y localidad de Kennedy; al occidente con los municipios de Soacha y Mosquera (Cundinamarca) y el Río Bogotá; y al oriente con el Río Tunjuelito y la localidad de Kennedy (Alcaldía Local de Bosa, 2017). Tiene una extensión de 2.466 hectáreas, las cuales corresponden al 2.87% del territorio de la ciudad de Bogotá. Cuenta con 583.056 habitantes en su territorio, albergando de esta manera al 9,1% de la totalidad de la población del Distrito y se encuentra dividida por 5 UPZ: Apogeo, Bosa Occidental, Bosa Central, El Provenir y Tintal Sur. (Secretaría Distrital de Cultura, Recreación y Deporte, 2017).

Es importante precisar que la Primera Línea del Metro atraviesa tan solo una (1) UPZ de la localidad: El Porvenir y tres barrios de esta misma. A continuación, se relaciona la UPZ y el número de barrios aledaños al trazado del Metro en la localidad de Bosa. Ver Tabla 5.1.5-2.

Tabla 5.1.5-2 UPZ y barrios aledaños al trazado - Localidad de Bosa

UPZ	Barrio
Apogeo	Jardines del Apogeo, El Motorista, Industrial, La Ilusión, Nuevo Chile, Olarte, Villa del Río
Bosa Occidental	Amaru, Berlín, Berlín de Bosa La Libertad III, Betania, Bosa Nova, Bosa Nova II Sector, Bosalinda (Holdebrando Olarte), Brasil, Brasilia, Campo Hermoso, Casa Nueva, Chicala, Ciudadela La Libertad, El Bosque de Bosa, El Cauce, El Diamante, El Libertador, El Paradero, El Portal de La Libertad, El Porvenir, El Progreso, El Recuerdo, El Rincón de Bosa, El Rodeo, El Sauce, Escocia, Finca La Esperanza, Holanda, Hortelanos de Escocia, Jorge Uribe Botero, La Concepción, La Dulcinea, La Esmeralda, La Esperanza I y II, La Estanzuela I y II, La Florida, La Fontana de Bosa-La Libertad, La Independencia, La Libertad I, II, III, IV, La Magnolia, La María, La Palma, La Paz, La Portada, La Portadita, La Veguita, Las Margaritas, Las Vegas, Los Ocales, Los Sauces, Miami, New Jersey, Nuestra Señora de La Paz, Nueva Escocia, Nueva Esperanza, Porvenir, Potreritos, San Antonio, San Antonio de Bosa, San Antonio de Escocia, San Bernardino, San Javier, San Jorge, San Juanito, San Martín, San Pedro, Santa Inés, Sauces, Siracuza, Tokio, Vegas de Santana, Villa Carolina, Villa Clemencia, Villa Colombia, Villa de Los Comuneros, Villa de Suaita, Villa Magnolia, Villa Natalia, Villa Nohora, Villa Sonia I y II, Villas del Progreso, Villas del Velero y Campo Verde.
Bosa Central	Andalucía I y II, Antonia Santos, Argelia, Bosa, Bosques de Meryland, Brasilia-La Estación, Carlos Albán, Charles de Gaulle, Claretiano, El Jardín, El Llano, El Palmar, El Portal de Bosa, El Porvenir, El Progreso, El Retazo, El Toche, Getsemaní, Grancolombiano I y II, Gualoche, Hermanos Barragán, Humberto Valencia, Islandia, Israelita, Jiménez de Quesada, José Antonio Galán, José María Carbonel, La Amistad, La Azucena, La Estación, La Riviera, Laureles, Llano Oriental, Llanos de Bosa, Manzanares, Mitrani, Naranjos, Nueva Granada, BOSA Palestina, Paso Ancho, Piamonte, Primavera Sur, San Eugenio, San Pablo I sector y San Pablo II sector, San Pedro, Santa Lucía, Urbanización Acuarela, Betania, Vereda San José, Villa Anny, Villa Bosa, Villa Nohora, Xochimilco.
El Porvenir	Caldas, Antonio Nariño, Campo Hermoso, Cañaveralejo, El Anhelo, El Corzo, El Porvenir, El Recuerdo, El Recuerdo de Santa Fe, El Regalo, La Arboleda, La Cabaña, La Granjita, La Suerte, La Unión, Los Centauros, Osorio X, Osorio XIII, Parcela El Porvenir, San Bernardino II, San Miguel, Santa Fe I, II y III, Santa Fe de Bosa, Villa Alegre, Villa Alegría, Villa Esmeralda, Villa Karen.
Tintal sur	El Matorral, El Matorral de San Bernardino, El Triunfo, El Triunfo de San Bernardino, La Vega de San Bernardino Bajo, Potreritos, San Bernardino Sector Potrerito, San Bernardino XIX, XVI, XVII, XVIII, XXII y XXV y Ciudadela el Recreo

Fuente. Consorcio Metro BOG, 2017

El Departamento Administrativo de Planeación Distrital, con el fin de orientar las directrices de planeación y gestión urbana en las Unidades de Planeamiento Zonal (UPZ), las tipifico de acuerdo con sus características predominantes en ocho (8) grupos, así:

- Unidades Tipo 1 – Residencial de Urbanización Incompleta: Sectores periféricos no consolidados, con uso residencial predominante, de estratos 1 y 2, que presentan deficiencias en infraestructura, accesibilidad, equipamientos y espacio público.
- Unidades Tipo 2 – Residencial Consolidado: Sectores consolidados, de estratos medios, con uso residencial predominante, en los cuales su dinámica actual presenta una densificación no planificada y cambio de usos.

- Unidades Tipo 3 – Residencial Cualificado: Sectores consolidados con uso residencial predominante, de estratos medios y altos, que cuentan con infraestructura y espacio público equipamientos comunales y condiciones ambientales y de habitabilidad adecuados.
- Unidades Tipo 4 – Desarrollo: Sectores periféricos poco desarrollados con grandes predios libres.
- Unidades Tipo 5 – Con Centralidad Urbana: Sectores consolidados, donde existió uso residencial importante, en donde se localizan centralidades urbanas y cuya actividad residencial ha sido desplazada por la extensión de actividades económicas.
- Unidades Tipo 6 – Comerciales: Sectores con usos terciarios predominantes (comercio, servicios, oficinas), localizados en el Centro Metropolitano.
- Unidades Tipo 7 – Predominantemente Industrial: Sectores de uso predominante industrial, algunas veces mezclado con actividades comerciales y dotacionales.
- Unidades Tipo 8 – Predominantemente Dotacional: Grandes áreas dotacionales de nivel urbano o metropolitano que por su extensión e importancia dentro de la estructura urbana requieren un manejo especial.

5.1.5.3.1.1 Usos del Suelo

La UPZ Apogeo es de tipo residencial consolidado y cuenta con una superficie de 211 ha, correspondiente al 8.8% de la totalidad del suelo de la localidad. Se encuentra ubicada al oriente de la localidad y limita al norte y al oriente con el Río Tunjuelito; al sur con la Autopista Sur, y al occidente con la Avenida Bosa. El parque cementerio Jardines del Apogeo, le otorga este nombre a la UPZ. (Secretaría Distrital de Planeación, 2009).

La UPZ Bosa Occidental es de tipo residencial de urbanización incompleta. Se encuentra situada en la parte centro norte de la localidad, con una extensión de 430 ha, equivalente al 18 % del total del suelo de Bosa. Limita al norte con la futura Avenida Tintal (Carrera 110 sur); al oriente con la diagonal 48 sur; al sur con el Río Tunjuelito y al occidente con la futura Avenida San Bernardino (Calle 82 sur). (Secretaría Distrital de Planeación, 2009).

La UPZ Bosa central es de tipo residencial de urbanización incompleta y cuenta con una extensión de 715 ha, correspondientes al 20 % de la totalidad del suelo de la localidad. Se ubica en la zona centro sur de Bosa, limitando al norte y al oriente con el Río Tunjuelito ((límite cementerio El Apogeo – avenida Bosa); al sur con la Autopista Sur, con el municipio de Soacha hasta el humedal de Tibanica, y al occidente, nuevamente, con el municipio de Soacha y la futura Avenida Circunvalar del Sur. (Secretaría Distrital de Planeación, 2009).

La UPZ El Porvenir es de tipo desarrollo y cuenta con una extensión de 461 ha, equivalente al 19,3% del suelo de la localidad. Se localiza en el noroccidente de Bosa y limita, al norte, con el Río Bogotá; al oriente, con el futuro Canal Britalia (costado sur Parque Gibraltar); al sur, con la Avenida Tintal (Carrera 110 sur), y al occidente, con la futura Avenida Bosa (Calle 59 sur). (Secretaría Distrital de Planeación, 2009).

Finalmente, la UPZ Tintal Sur es de tipo desarrollo y cuenta con 577 ha de extensión, lo que corresponde al 24.1% del total del suelo de la localidad. Se encuentra ubicada en la parte suroccidental de la localidad de Bosa, y limita, al norte, con el Río Bogotá; al oriente, con la futura Avenida Bosa (Calle 59 sur); al sur, con la Avenida Tintal (Carrera 110 sur), la futura Avenida San Bernardino y en el occidente con el Río Tunjuelito. (Secretaría Distrital de Planeación, 2009).

5.1.5.3.1.2 Equipamiento Local

La localidad de Bosa figura con 13 equipamientos por cada 10.000 habitantes, cifra inferior al promedio de la ciudad (18); específicamente cuenta con 748 equipamientos, distribuidos de la siguiente forma: 430 de bienestar social, 27 de salud, 178 de educación, 45 de cultura, 41 de culto, 2 de recreación y deporte, 2 de abastecimiento de alimentos, 6 administrativos, 12 de seguridad, defensa y justicia y 5 de servicios funerarios y cementerios. (Secretaria Distrital de Planeación, 2011).

Con respecto a los equipamientos colectivos de educación se evidencia que en Bosa se localizan 43 colegios oficiales. 24 pertenecen a la UPZ Bosa Central, 12 a Bosa Occidental, 3 a Apogeo, 3 a El Porvenir y 1 a Tintal Sur. Adicionalmente, la localidad cuenta con 135 colegios no oficiales. (Secretaria Distrital de Planeación, 2011).

Por otro lado, tal y como se referencio anteriormente, la localidad de Bosa cuenta con 27 equipamientos de salud, distribuidos de la siguiente forma: 2 Centros de Atención Inmediata ubicados en las UPZ's de Bosa Occidental y Bosa Central respectivamente; 1 Hospital, 1 Centro de Atención Ambulatoria, 1 Institución de Salud de Nivel 1 y otra de Nivel 2 en la UPZ de Bosa Central; 7 Unidades Básicas de Atención (1 en la UPZ Apogeo, 3 en la UPZ Bosa Occidental, 2 en la UPZ Bosa Central y 1 en la UPZ El Porvenir); y finalmente, 14 Unidades Primarias de Atención (3 en la UPZ de Apogeo, 1 en la UPZ de Bosa Occidental, 8 en la UPZ de Bosa Central y 2 en la UPZ El Porvenir). Adicionalmente, en la localidad se localizan 207 instituciones privadas prestadoras de servicios de salud que corresponden a laboratorios, consultorios médicos y odontológicos y centros de salud, entre otros. (Secretaria Distrital de Planeación, 2011).

En cuanto a bienestar social, en la localidad de Bosa se ubican 430 equipamientos. 423 correspondientes a asistencia básica, 3 a administración, información y recepción, 3 a control de riesgos específicos y 1 a asistencia de discapacidad. En la UPZ Bosa Occidental se concentra el mayor número de este tipo de equipamientos, con 155. A esta le sigue la UPZ Bosa Central con 125, El Porvenir con 71, Tintal Sur con 38 y finalmente Apogeo con 34. (Secretaria Distrital de Planeación, 2011).

Con respecto a la cultura, la localidad de Bosa posee un total de 45 equipamientos, dentro los cuales 43 pertenecen al tipo encuentro y cohesión social, 1 corresponde a espacios de expresión y 1 a la categoría de memoria y avance cultural. Las UPZ Bosa Central y Bosa Occidental figuran con el mayor número de equipamientos culturales con 23 y 19, respectivamente. La UPZ Apogeo presenta sólo 1 equipamiento y El Porvenir 2. (Secretaria Distrital de Planeación, 2011).

5.1.5.3.1.3 Estratificación y Población

La estratificación socioeconómica permite clasificar en un área determinada (manzana en lo urbano y predio en lo rural) las viviendas y su entorno en distintos estratos o grupos de estratos, según sus características. La clasificación por estratos se define así: (Secretaria de Planeación Distrital, 2009)

- Estrato 1: Bajo-bajo
- Estrato 2: Bajo
- Estrato 3: Medio-bajo
- Estrato 4: Medio
- Estrato 5: Medio-alto
- Estrato 6: Alto

- No residencial: Uso diferente a vivienda (industria, comercio y dotacional) (Secretaria Distrital de Planeación, 2011)

Teniendo en cuenta la población total de la localidad de Bosa, la clasificación de estratos se da la siguiente forma:

- Sin estrato: 27.150 personas.
- Estrato 1: 29.764 personas.
- Estrato 2: 509.372 personas.
- Estrato 3: 16.770

Lo anterior permite destacar que el 87.4% del total de los habitantes de la localidad de Bosa se encuentran en el estrato bajo, el 5.1% en el bajo-bajo, el 4.7% clasificado sin estrato y el 2,9% en el medio-bajo.

5.1.5.3.1.4 Población

Se presenta la pirámide poblacional, esta pirámide es en forma de campana de tipo progresivo, una base ancha que se relaciona con una población con una alta natalidad, donde la población crece a un ritmo rápido. La punta estrecha se relaciona con una alta mortalidad. Los grupos con mayor población están concentrados entre los 20 y 40 años de edad, lo que indica bajos índices de dependencia económica, ya que es la población en edad de trabajar (PET).

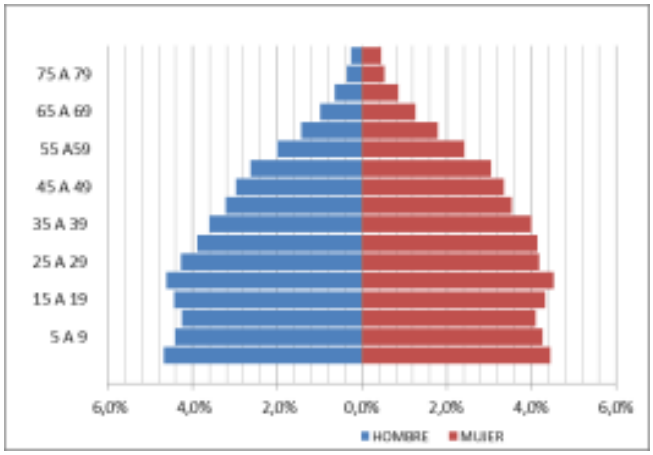


Figura 5.1.5-6 Pirámide poblacional Localidad de Bosa

Fuente: (Secretaria Distrital de Planeación, 2011)

5.1.5.3.1.5 Condiciones de Seguridad

Con respecto a las condiciones de seguridad de la localidad de Bosa, de acuerdo con información de los medios de comunicación y denuncias realizadas por Concejales, esta localidad presenta problemáticas como hurtos, asesinatos y consumo de drogas.

Los homicidios entre el 2015 al 2016 aumentaron pasaron de 125 a 130, en cuanto a hurtos a personas del 2015 al 2016 pasaron de 1021 a 1209, de acuerdo con los datos registrados en el boletín mensual de indicadores de seguridad y convivencia del año 2016. (OAIEE, 2016)

5.1.5.3.1.6 Legalidad y Regularización:

Para otorgar el status de legalidad a un barrio se debe adelantar un proceso que tarda cerca de seis meses, algunos de los criterios tenidos en cuenta son que las viviendas sean de interés social, que no estén ubicadas en suelo de protección rural o ambiental, que estén consolidadas es decir que se puedan desarrollar vías y demás infraestructura, así mismo las viviendas deben contar con condiciones de habitabilidad. (El Tiempo, 2017)

Mediante la resolución 1604 de diciembre de 2015, por la cual se legaliza el desarrollo de Bosa centro I, en abril del 2017 durante la administración de Enrique Peñalosa de legalizaron 7 barrios de la localidad. Entre el 2015 y el 2016 se presentaron 14 regularizaciones de desarrollos mediante resoluciones.

5.1.5.3.2 Localidad de Kennedy

De acuerdo a la planeación territorial de la ciudad, Kennedy es la localidad número 8, tiene una población aproximada a los 1.208.980 habitantes, lo que la hace la más poblada de la ciudad. Está ubicada en el sur occidente de la sabana de Bogotá y limita al Norte con la localidad de Fontibón, al Sur con las localidades de Bosa y Tunjuelito, al Oriente con la localidad de Puente Aranda y al Occidente con el municipio de Mosquera. (Alcaldía de Santa Fe, 2017)

La Localidad está conformada por 12 UPZ, y 328 barrios; en cuanto al paso de la primera línea del Metro para Bogotá en Kennedy, es importante precisar que atraviesa ocho (8) UPZ y veinte 20 barrios. A continuación, se relacionan las UPZ y el número de barrios aledaños al trazado del Metro en Kennedy. Ver Tabla 5.1.5-3.

Tabla 5.1.5-3 UPZ y barrios aledaños al trazado, Localidad Kennedy

UPZ	No.	Barrio
Carvajal	1	Provivienda Occidental
	2	Alquería la Fragua Norte
	3	Provivienda
Kennedy Central	4	Ciudad Kennedy Sur
	5	Ciudad Kennedy Occidental
	6	Ciudad Kennedy Oriental
	7	Ciudad Kennedy Central
	8	Pastrana
Las Margaritas	9	Las Margaritas
Corabastos	10	Villa Nelly III Sector
	11	Chucua De La Vaca I
Patio Bonito	12	Tintalito
	13	Dindalito
Gran Britalia	14	Gran Britalia I
Timiza	15	Timiza
	16	Timiza C
	17	Tocarema
Américas	18	Provivienda Oriental
	19	Hipotecho Occidental
	20	Ciudad Kennedy

Fuente: La infraestructura de Datos Especiales para el Distrito-IDECA

El Departamento Administrativo de Planeación Distrital, con el fin de orientar las directrices de planeación y gestión urbana en las Unidades de Planeamiento Zonal (UPZ), las tipifico de acuerdo con sus características predominantes en ocho (8) grupos, así:

- Unidades Tipo 1 – Residencial de Urbanización Incompleta: Sectores periféricos no consolidados, con uso residencial predominante, de estratos 1 y 2, que presentan deficiencias en infraestructura, accesibilidad, equipamientos y espacio público.
- Unidades Tipo 2 – Residencial Consolidado: Sectores consolidados, de estratos medios, con uso residencial predominante, en los cuales su dinámica actual presenta una densificación no planificada y cambio de usos.
- Unidades Tipo 3 – Residencial Cualificado: Sectores consolidados con uso residencial predominante, de estratos medios y altos, que cuentan con infraestructura y espacio público equipamientos comunales y condiciones ambientales y de habitabilidad adecuados.
- Unidades Tipo 4 – Desarrollo: Sectores periféricos poco desarrollados con grandes predios libres.
- Unidades Tipo 5 – Con Centralidad Urbana: Sectores consolidados, donde existió uso residencial importante, en donde se localizan centralidades urbanas y cuya actividad residencial ha sido desplazada por la extensión de actividades económicas.
- Unidades Tipo 6 – Comerciales: Sectores con usos terciarios predominantes (comercio, servicios, oficinas), localizados en el Centro Metropolitano.
- Unidades Tipo 7 – Predominantemente Industrial: Sectores de uso predominante industrial, algunas veces mezclado con actividades comerciales y dotacionales.
- Unidades Tipo 8 – Predominantemente Dotacional: Grandes áreas dotacionales de nivel urbano o metropolitano que por su extensión e importancia dentro de la estructura urbana requieren un manejo especial.

5.1.5.3.2.1 Usos del Suelo

De las 12 Unidades de Planeación Zonal (UPZ) que conforman la localidad de Kennedy, cuatro son de tipo 2: residencial consolidado, tres de tipo 1: residencial de urbanización incompleta, dos son tipo 4: de desarrollo, una es de tipo 8: predominantemente dotacional, una es tipo 7: de predominio industrial y una es tipo 5: de centralidad urbana.

La UPZ Carvajal se localiza en el extremo suroriental de la localidad y tiene una extensión de 439 ha. Limita al norte con la Avenida Primero de Mayo; al oriente con la Avenida del Congreso Eucarístico (Carrera 68); al sur con la autopista Sur o Avenida Sur, y al occidente con el río Tunjuelito, la Vía Ferrocarril del Sur (diagonal 42 sur) y futura Avenida Poporo Quimbaya, y con la Calle 40 sur (diagonal 42 B sur).

La UPZ Castilla se ubica en la zona norte de la localidad, contra el río Fucha; es la más extensa UPZ de Kennedy, con una superficie de 504 hectáreas. Esta UPZ limita al norte con el río Fucha; al oriente con la Avenida Boyacá (Carrera 73); al sur con la Avenida de Las Américas (Calle 6) y al occidente con la Avenida Dagoberto Mejía, futura Avenida Manuel Cepeda.

La UPZ Kennedy Central se ubica en la zona centro de la localidad y tiene una extensión de 337 ha. Esta UPZ limita al norte con la Avenida de Las Américas; al oriente con la Carrera 77, la Carrera 75 y la Calle 33 sur; al sur con la Avenida Primero de Mayo, y al occidente con la Avenida Dagoberto Mejía (Carrera 86).

La UPZ Timiza se ubica al sur de la localidad y tiene una extensión de 430 ha. Limita al norte con la Avenida Primero de Mayo; al oriente con la diagonal 42 B sur, la diagonal 42 sur y la Avenida Ferrocarril del Sur; al sur con el río Tunjuelito, y al occidente con el río Tunjuelito y la Avenida Agoberto Mejía (Carrera 86).

La UPZ Tintal Norte se localiza en el extremo noroccidental de la localidad; tiene una extensión de 343 ha. Esta UPZ es de clasificación de desarrollo, por tanto está conformada por grandes predios sin urbanizar. Esta UPZ limita al norte con el río Fucha y con el río Bogotá; al oriente con el río Fucha y la Avenida Ciudad de Cali; al sur con el límite del perímetro del suelo de expansión urbana, y al occidente con la futura Avenida Manuel Cepeda Vargas y futuro canal Américas.

La UPZ Calandaima se localiza en el occidente de la localidad, al lado del río Bogotá; tiene una extensión de 319 hectáreas. Limita al norte con el río Bogotá, el futuro canal Américas y la futura Avenida Manuel Cepeda; al oriente con el límite del perímetro del suelo urbano y la Avenida Ciudad de Cali; al sur con la futura Avenida Manuel Cepeda Vargas y la Avenida Tintal, y al occidente con la futura Avenida de los Muiscas (Calle 38 sur).

La UPZ Corabastos se ubica en la parte central de Kennedy y tiene una extensión de 185 ha. Sus límites son: al norte con la Avenida Ciudad de Cali; al oriente con la futura Avenida Manuel Cepeda Vargas y la Avenida Dagoberto Mejía; al sur con la Avenida Dagoberto Mejía (Carrera 86) y al occidente con la Avenida Ciudad de Villavicencio (Calle 43 sur).

La UPZ Gran Britalia se ubica en el parte sur de la localidad, aledaña al río Tunjuelito; tiene una extensión de 180 ha. Limita al norte con la Avenida Ciudad de Cali; al oriente con la Avenida Ciudad de Villavicencio (Calle 43 sur); al sur con la Avenida Dagoberto Mejía (Carrera 86), y al occidente con el río Tunjuelito y con el límite administrativo entre las localidades de Bosa y Kennedy.

La UPZ Patio Bonito se ubica al occidente de Kennedy, al lado el río Bogotá; tiene una superficie de 317 ha. Ésta UPZ limita al norte con el río Bogotá y la futura Avenida de los Muiscas (Calle 38 sur); al oriente con la futura Avenida Tintal (Carrera 102) y la futura Avenida Manuel Cepeda Vargas; al sur con la Avenida Ciudad de Cali, y al occidente con la futura Avenida Ciudad de Villavicencio (Calle 43 sur).

La UPZ Las Margaritas se sitúa al extremo suroccidental de la localidad, junto al río Bogotá; es la UPZ más pequeña de la localidad con 147 ha. Esta UPZ es predominantemente dotacional, pues allí se ubica el parque metropolitano El Porvenir. Sus límites son: al norte con el río Bogotá; al oriente con la futura Avenida Ciudad de Villavicencio (Calle 43 sur); al sur con la Avenida Ciudad de Cali, y al occidente con el límite administrativo entre las localidades Bosa y Kennedy (Calle 48 sur).

La UPZ Bavaria se encuentra localizada al extremo nororiental de Kennedy, contigua al río Fucha o canal de San Francisco; tiene una extensión de 277 ha. Esta UPZ tiene predominio industrial, pues allí se localiza la planta industrial de Bavaria. Los límites de esta UPZ son: al norte con el río Fucha y la Avenida Centenario (Calle 13); al oriente con la Avenida Congreso Eucarístico (Carrera 68); al sur con la Avenida de las Américas, y al occidente con la Avenida Boyacá (Carrera 72).

5.1.5.3.2.2 Equipamiento Local

Kennedy figura con once equipamientos por cada 10.000 habitantes, que resulta por debajo al indicador promedio de la ciudad (19) y ubica a la localidad como la primera con menos cantidad de equipamientos por cada 10.000 habitantes. (Secretaria de Planeación Distrital, 2009)

En la localidad de Kennedy se encuentran espacios y edificios destinados a proveer a los ciudadanos del distrito capital de los servicios sociales de cultura, seguridad y justicia, comunales, educación, salud, culto, deportivos, recreativos y de bienestar social, para mejorar los índices de seguridad humana a las distintas escalas de atención, en la perspectiva de consolidar la ciudad como centro de una red regional de ciudades, buscando desconcentrar servicios que pueden ser prestados a menores costos en las otras ciudades de la región. Este sistema busca organizar los servicios sociales atendidos por entidades públicas, privadas o mixtas que reciben el nombre de equipamientos.

La UPZ Tintal Norte presenta la menor cantidad de equipamientos con respecto a su población, ya que figura con un equipamiento por cada 10.000 residentes, le siguen las UPZ Calandaima, Corabastos y Castilla que presentan menos de 9 equipamientos por cada 10.000 habitantes. La UPZ Kennedy Central presenta la mayor cantidad de equipamientos con respecto a su población con 17 equipamientos por cada 10.000 habitantes. La mayor cantidad de equipamientos corresponde al sector de bienestar social que representa el 41,6%, sobre el total, le sigue el sector de educación que alcanza una participación de 33,3% y el sector de culto que representa el 9,8%.

Los equipamientos colectivos de educación son los que están destinados a formación intelectual, la capacitación y la preparación de los individuos para su integración en la sociedad. Agrupa, entre otros, a las instituciones educativas de preescolar, primaria, secundaria básica y media, centros de educación para adultos, centros de educación especial, centros de investigación, centros de capacitación ocupacional, centros de formación artística, centros de capacitación técnica, instituciones de educación superior.

De acuerdo con la información suministrada por el Plan Maestro de Equipamientos de Educación, en Kennedy se localizan 72 colegios oficiales; en lo que refiere a UPZ, Kennedy Central concentra el mayor número de establecimientos educativos oficiales, con 18, le siguen las UPZ Patio Bonito con 13 y Carvajal con 11; La UPZ Gran Britalia presenta 7, la UPZ Américas registra tres, las UPZ Corabastos y Bavaria cuentan con dos establecimientos educativos oficiales cada una y las UPZ Tintal Norte y Calandaima no cuentan con establecimientos educativos oficiales. En la localidad se ubican, además, 296 colegios no oficiales, una universidad, una institución de régimen especial, una Técnica y un centro de investigación.

En Kennedy se localizan 464 equipamientos de bienestar social, dentro de los cuales se destacan los destinados a la asistencia básica que representan el 97,4%, en este grupo se encuentran los jardines sociales e infantiles, casas vecinales, hogares infantiles y comunitarios que atienden a los menores, con edades entre los 0 y 5 años.

En la localidad de Kennedy se localizan 33 equipamientos de salud, que corresponden a dos Centros de Atención Ambulatoria –CAA-, dos Centros de Atención Médica Inmediata –CAMI-, un Centro geriátrico, un Hospital, tres Instituciones de salud de nivel I, una institución de salud de nivel II, dos Instituciones de salud de nivel III, Siete Unidades Básicas de Atención –UBA- y catorce Unidades Primarias de Atención –UPA-.

El encuentro y la cohesión social se pueden llevar a cabo en los equipamientos destinados a apoyar la organización social y la expresión colectiva a escala barrial, de la comunidad en general o de grupos específicos. Estos tipos de equipamientos de gran valor para la comunidad son: centros cívicos, casas juveniles y salones comunales. La localidad de Kennedy posee un total de 87 equipamientos culturales, dentro los cuales 78 pertenecen al grupo que corresponde a encuentro y cohesión social, 4 corresponden a espacios de expresión y 2 son de la categoría de memoria y avance cultural. Las UPZ Timiza, Kennedy Central, Carvajal y Patio Bonito figuran con el mayor número de equipamientos culturales con 18, 16, 11 y 11, respectivamente. LA UPZ Tintal Norte presenta solo un equipamiento cultural.

5.1.5.3.2.3 Estratificación y Población

La estratificación socioeconómica permite clasificar en un área determinada (manzana en lo urbano y predio en lo rural) las viviendas y su entorno en distintos estratos o grupos de estratos, según sus características. La clasificación por estratos se define así: (Secretaria de Planeación Distrital, 2009)

- Estrato 1: Bajo-bajo
- Estrato 2: Bajo
- Estrato 3: Medio-bajo
- Estrato 4: Medio
- Estrato 5: Medio-alto
- Estrato 6: Alto
- No residencial: Uso diferente a vivienda (industria, comercio y dotacional) (Secretaria Distrital de Planeación, 2011)

La localidad de Kennedy tiene 997.693 habitantes, los cuales representan el 13,7% del total de población de Bogotá. Por estrato socioeconómico se tiene que del total de habitantes de Kennedy para el 2009, el 55,7% se encuentran en el estrato bajo, el 40,0% en el medio-bajo, el 1,9% clasificado sin estrato, el 1,7% en el bajo-bajo.

5.1.5.3.2.4 Población

La localidad de Kennedy, de acuerdo con las proyecciones de población a 2017, tiene un total 1.208.980 personas, de las cuales 589.932 son hombres (49%) y 619.048 son mujeres (51%).

La Figura 5.1.5-7 muestra el comportamiento de la población por sexo y grupos quinquenales.

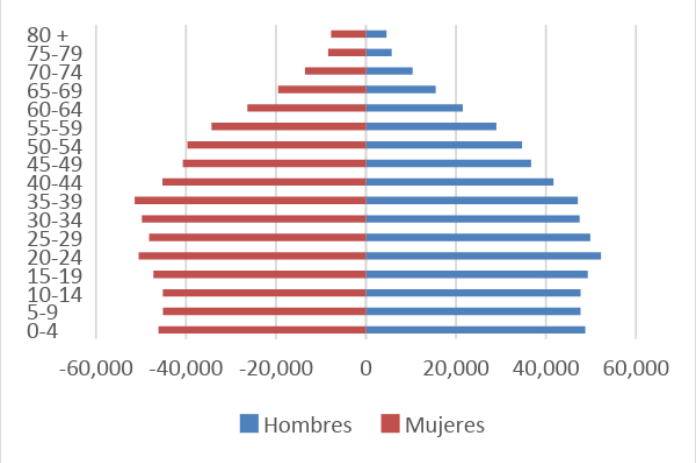


Figura 5.1.5-7 Pirámide poblacional en la Localidad de Kennedy

Fuente: (DANE, 2005)

La pirámide poblacional muestra un comportamiento demográfico ancho en la base de la pirámide, comportamiento típico de una población en la que tanto la natalidad como la mortalidad son altas y la población crece a un ritmo rápido. Los grupos con mayor población están concentrados entre los

20 y 40 años de edad, lo que permite inferir bajos índices de dependencia económica, ya que es una población en su mayoría en edad de trabajar.

De acuerdo con las proyecciones de población del DANE 2005 - 2020, la dinámica poblacional de la Localidad de Kennedy muestra un aumento constante de población; a partir del año 2014 se evidencia un aumento significativo de población como se evidencia en la Figura 5.1.5-8.

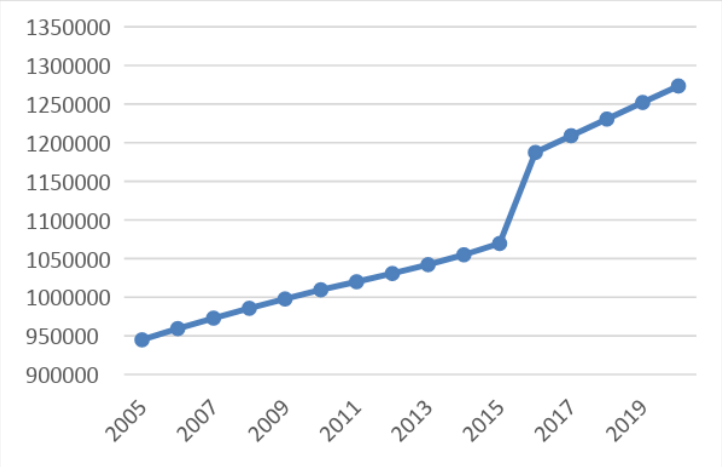


Figura 5.1.5-8 Crecimiento poblacional Localidad de Kennedy, 2005-2020

Fuente: (DANE, 2005)

5.1.5.3.2.5 Condiciones de Seguridad

En la localidad de Kennedy el sector más crítico es Corabastos. Es un sector que puede tener diariamente entre 200.000 y 300.000 habitantes, parece una ciudad dentro de la gran ciudad. La vida allí arranca a las dos de la madrugada y termina a las dos de la tarde. En el sector se presenta micro extorsión y hurto callejero. Según las autoridades, desde la instalación de un CAI de Policía con más de 50 uniformados y la creación de cuadrantes especiales, se ha reducido el nivel de homicidios. (Canal RCN, 2017)

Según la Encuesta de Percepción y Victimización de la Cámara de Comercio de Bogotá, esta localidad tiene niveles medios de victimización, se ubican entre el nueve y el 10 por ciento. También es una de las localidades que más presenta denuncias por robos, alrededor de un 39 por ciento. En esta localidad se presenta una alta percepción de inseguridad entre sus habitantes.

5.1.5.3.2.6 Legalidad y Regularización:

La legalización de los barrios significa para los propietarios de los predios que ahora pueden adelantar el reconocimiento de sus viviendas ante una curaduría urbana, cumpliendo lógicamente con la reglamentación que tiene la Resolución; con la legalización, estos desarrollos entran al Programa de Mejoramiento Integral del Distrito Capital para adelantar todas las acciones que se encuentran pendientes", explicó la funcionaria. (Secretaria de Planeación, 2016)

Es el procedimiento mediante el cual la Administración Distrital realiza los ajustes urbanísticos y normativos que requieren los desarrollos legalizados en donde se alteró el espacio público determinado.

La actualización o regularización de desarrollos tiene como finalidad generar, compensar y/o restituir las áreas de espacio público originalmente concebidas en los actos administrativos de legalización y que han sido objeto de ocupación.

En la Localidad de Kennedy se legalizó el barrio La Igualdad I**,** que está conformado por 14 lotes y tiene un área total de 2.426 m^2. Uno de sus predios tiene frente a la Avenida del Congreso Eucarístico (Carrera 68) y colinda por otra parte con una franja del corredor ecológico del Río Fucha.

“Entre las determinantes y condicionantes más importantes del entorno de La Igualdad I, se encuentra un corredor de movilidad local y un eje ambiental con acceso peatonal y un alto potencial paisajístico que se debe conservar y mantener”, comentó la directora de Legalización.

Para el año 2016 en la localidad de Kennedy se estaban realizando la solicitud de la legalización de los sectores El Rincón de la Igualdad, Villa Clemencia 1, Las Vegas Centro.: (Secretaria de Planeación, 2016)

5.1.5.3.3 Localidad de Puente Aranda

De acuerdo a la planeación territorial de la ciudad, Puente Aranda es la localidad número 16, tiene una población aproximada a los 221.906 habitantes; se caracteriza por su actividad industrial y por sus amplias zonas residenciales. Limita al Norte con la Avenida Los Comuneros y la Localidad de Teusaquillo, al Sur con la Avenida 1° de Mayo y la localidad de Tunjuelito, por el Oriente con la Avenida Ciudad de Quito y las Localidades de Los Mártires y Antonio Nariño, y por el Occidente con la Avenida Ferrocarril del Sur y las Localidades de Fontibón y Kennedy. (Alcaldía Local de Puente Aranda, 2017)

La Localidad está conformada por cinco UPZ y 57 barrios; en cuanto al paso de la primera línea del Metro para Bogotá en Puente Aranda, es importante precisar que atraviesa tres (3) UPZ y nueve (9) barrios. A continuación, se relacionan las UPZ y el número de barrios aledaños al trazado del Metro en la localidad.

Tabla 5.1.5-4 UPZ y barrios aledaños al trazado, Localidad Puente Aranda

UPZ	No	Barrio
Ciudad Montes	1	Remanso Sur
	2	Remanso
	3	San Eusebio
Muzú	4	Alcalá
	5	Autopista Muzú
	6	Autopista Muzú Oriental
	7	Tejar
	8	Autopista Sur
San Rafael	9	Provivienda Norte

Fuente: La Infraestructura de Datos Espaciales para el Distrito Capital – IDECA

5.1.5.3.3.1 Usos del Suelo

Puente Aranda tiene cinco UPZ de las cuales tres son de tipo residencial consolidado ciudad Montes, Muzú y San Rafael y dos predominantemente industriales Zona Industrial y Puente Aranda.

La UPZ Ciudad Montes se ubica en la zona suroriental de Puente Aranda, tiene una extensión de 446 ha., equivalentes al 25,7% del total del suelo de esta localidad. Esta UPZ cuenta con 27 ha de zonas protegidas; limita por el norte con la Avenida de los Comuneros (diagonal 6ª); al oriente con la Avenida Ciudad de Quito (Carrera 30), al sur con la Avenida Primero de Mayo (Calle 22 sur) y al occidente, con la Avenida Ferrocarril del Sur. La UPZ Muzú se localiza en el sur de la localidad, tiene una extensión de 253 ha., de las cuales 3 corresponden a suelo protegido. Esta UPZ limita por el norte con la Avenida Primero de Mayo, al oriente y al sur, con la Avenida Sur o Autopista Sur y al occidente, con la Avenida Congreso Eucarístico (Carrera 68). La UPZ San Rafael se localiza al occidente de la localidad, tiene una extensión de 329 ha., equivalentes al 19,0% del suelo de esta localidad. Esta UPZ limita por el norte con la Avenida de las Américas; al oriente con la Avenida de los Comuneros (diagonal 6ª); al sur con la Avenida del Ferrocarril del Sur y al occidente, con la Avenida Congreso Eucarístico (Carrera 68).

La UPZ Zona Industrial se localiza al oriente de la localidad, tiene una extensión de 347 ha, equivalentes al 20,0% del suelo de la localidad. Esta UPZ limita al norte con la Avenida de las Américas; al oriente con la Avenida Ciudad de Quito (Carrera 30) y al sur y al occidente, con la Avenida los Comuneros (diagonal 6ª).

La UPZ Puente Aranda se localiza al noroccidente de la localidad, tiene una extensión de 356 ha que equivalen al 20,6% del total del suelo de esta localidad. Esta UPZ limita al norte con la Avenida Ferrocarril de Occidente; al oriente con el vértice entre las avenidas Ferrocarril de Occidente y Cundinamarca; al sur con la Avenida de las Américas y al occidente, con la Avenida Congreso Eucarístico (Carrera 68).

5.1.5.3.3.2 Equipamiento Local

Puente Aranda figura con 18 equipamientos por cada 10.000 habitantes, que resulta similar al indicador promedio de la ciudad (19) y ubica a la localidad como la séptima con el menor número de equipamientos por cada 10.000 habitantes.

La mayor cantidad de equipamientos corresponde al sector de bienestar social que representa el 37,1% sobre el total, le sigue el sector de educación que alcanza una participación de 34,9% y el sector de culto con el 11,9%.

De acuerdo con la información suministrada por el Plan Maestro de Equipamientos de Educación, en Puente Aranda se localizan 32 colegios oficiales; en lo que se refiere a UPZ, Ciudad Montes y Muzú concentran el mayor número de establecimientos educativos oficiales con 10 establecimientos cada una; les siguen San Rafael con 5, Puente Aranda con cuatro y Zona Industrial con tres.

En la localidad se ubican además 121 colegios no oficiales, dos Universidades, una Escuela Tecnológica, una Institución de Régimen Especial y un Centro Tecnológico.

En la localidad de Puente Aranda se localizan 15 equipamientos de salud que corresponden a un Centro de Atención Ambulatoria –CAA-, dos Centros de Atención Médica Inmediata -CAMI-, dos unidades Básicas de Atención –UBA- y 10 Unidades Primarias de Atención –UPA-.

El encuentro y la cohesión social se pueden llevar a cabo en los equipamientos destinados a apoyar la organización social y la expresión colectiva a escala barrial de la comunidad en general o de grupos específicos. Estos tipos de equipamientos de gran valor para la comunidad son: centros cívicos, casas juveniles y salones comunales. La localidad de Puente Aranda posee un total de 23 equipamientos culturales dentro de los cuales 18 pertenecen al grupo que corresponde encuentro y cohesión social, tres corresponden a espacios de expresión y dos son de la categoría de memoria y avance cultural.

Las UPZ de Ciudad Montes, San Rafael y Muzú figuran con el mayor número de equipamientos culturales con ocho, siete y seis, respectivamente. La UPZ Puente Aranda presenta dos equipamientos culturales.

5.1.5.3.3.3 Estratificación y Población

La localidad de Puente Aranda tiene 258 368 habitantes, los cuales representan el 3,6% del total de población de Bogotá. Por estrato socioeconómico se tiene que del total de habitantes de Puente Aranda para el 2009, el 95,1% se encuentran en el estrato medio bajo y 4,9% clasificado sin estrato. (DANE, 2005)

5.1.5.3.3.4 Población

La localidad de Puente Aranda, de acuerdo con las proyecciones de población a 2017, tiene un total 221 906 personas, de las cuales 110 484 son hombres (49%), y 111 422 son mujeres (51%), la Figura 5.1.5-9 muestra el comportamiento de la población por sexo y grupos quinquenales.

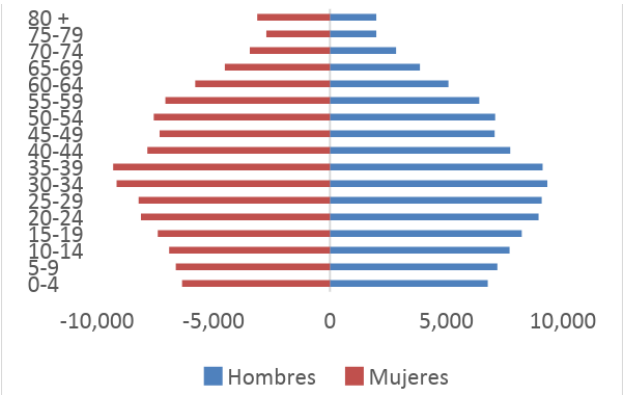


Figura 5.1.5-9 Pirámide poblacional en la Localidad de Puente Aranda

Fuente: (DANE, 2005)

La pirámide poblacional muestra un comportamiento demográfico típico de poblaciones cuya natalidad ha descendido en los últimos años y es baja; este fenómeno genera un envejecimiento de la población. Los grupos de población en los que se concentra el mayor número de personas son entre los 30 y los 40 años de edad, población que se encuentra en edad de trabajar y mueve el mercado laboral.

De acuerdo con las proyecciones de población del DANE 2005 - 2020, la dinámica poblacional de la Localidad de Puente Aranda, muestra una disminución constante y acelerada de población a partir del año 2015, con una tendencia a la baja.

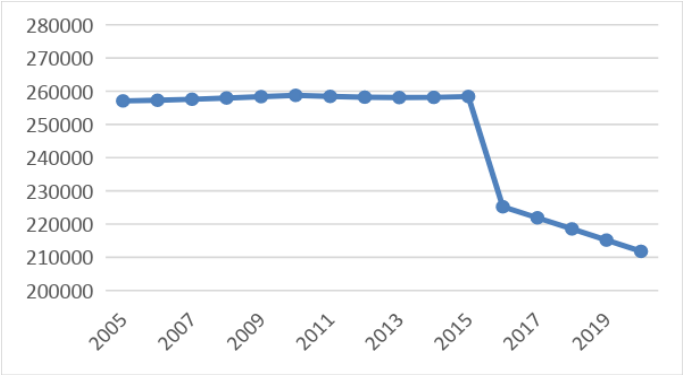


Figura 5.1.5-10 Crecimiento poblacional Localidad de Puente Aranda, 2005-2020

Fuente: (DANE, 2005)

5.1.5.3.3.5 Condiciones de Seguridad

En localidad de Puente Aranda uno de los mayores problemas es el microtráfico. Según las autoridades, ya fue desmantelada una banda dedicada a este delito en la zona.

Según la Encuesta de Percepción y Victimización de la Cámara de Comercio de Bogotá, esta localidad tiene niveles bajos de victimización, se ubican por debajo del 10 por ciento. La percepción de los habitantes de la localidad mejoró. También es una de las localidades que menos presentó violencia interpersonal, con alrededor de un 8% (Canal RCN, 2017).

Según el último informe de la Secretaría de Gobierno, los sectores Zona Industrial y Puente Aranda son lugares críticos donde se registran atracos, venta de drogas y riñas.

5.1.5.3.4 Localidad de Antonio Nariño

De acuerdo a la planeación territorial de la ciudad, Antonio Nariño es la localidad número 15, tiene una población aproximada a 109.254 habitantes; debe su nombre al precursor de la Independencia y traductor de los Derechos del Hombre quien vivió gran parte de su vida en una hacienda localizada en esta zona. (Instituto de Desarrollo Urbano, 2014)

Está ubicada en la parte suroriental de la ciudad, limita por el Norte con las Localidades de Los Mártires y Santa Fe, por el Sur con las Localidades Rafael Uribe Uribe y Tunjuelito, Al Oriente con la Localidad de San Cristóbal, y al Occidente con la Localidad de Puente Aranda.

La localidad está conformada por dos UPZ y 16 barrios; en cuanto al paso de la primera línea del Metro para Bogotá en la localidad las dos (2) UPZ están en el área de influencia, así como 5 de los 16 barrios. A continuación, se relacionan las UPZ y los barrios aledaños al Proyecto del Metro.

Tabla 5.1.5-5 UPZ y barrios aledaños al trazado, Localidad Antonio Nariño

UPZ	No.	Barrio
Ciudad Jardín	1	La Hortúa
Restrepo	2	La Fraguita
	3	San Antonio
	4	La Fragua
	5	Sena

Fuente: La Infraestructura de Datos Espaciales para el Distrito Capital –IDECA

5.1.5.3.4.1 Usos del Suelo

De las 2 Unidades de Planeación Zonal (UPZ), Ciudad Jardín tipo dos: residencial consolidado y UPZ Restrepo tipo cinco con centralidad urbana.

La UPZ Ciudad Jardín se ubica en la zona oriental de Antonio Nariño, tiene una extensión de 133 ha, equivalentes al 27,3% del total del suelo de esta localidad. Esta UPZ limita, por el norte con la Avenida de La Hortúa (Calle 1ª), por el oriente con la Avenida Fernando Mazuera (Carrera 10); por el sur con la Avenida Primero de Mayo (Calle 22 sur) y por el occidente con la Avenida caracas (Carrera 14).

La UPZ Restrepo tiene una extensión de 355 ha., de las cuales 13 ha. Corresponden a suelo protegido. Esta UPZ limita, por el norte, con la Avenida Fucha (Calle 8ª sur) y la Avenida de La Hortúa (Calle 1ª); por el oriente con la Avenida Caracas carretera a Usme; por el sur con la Avenida Primero de Mayo y la Avenida General Santander (Carrera 27) y por el occidente con la autopista Sur.

5.1.5.3.4.2 Equipamiento Local

Antonio Nariño figura con 18 equipamientos por cada 10.000 habitantes, que resulta similar al indicador promedio de la ciudad (19) y ubica a la localidad como la séptima con menor número de equipamientos por cada 10.000 habitantes.

De acuerdo con la información suministrada por el Plan Maestro de Equipamientos de Educación, en Antonio Nariño se localizan 11 colegios oficiales; en lo referente a la UPZ de Restrepo concentra el mayor número de establecimientos educativos oficiales con 8 y en la UPZ Ciudad Jardín se localizan 3 colegios oficiales. En la localidad se ubican además 56 colegios no oficiales, una Universidad, una Institución Universitaria, dos Instituciones de Régimen Especial y una técnica.

La mayor cantidad de equipamientos corresponde al sector de educación que representa el 37,5% sobre el total, le sigue el sector de bienestar social que alcanza una participación de 27,6% y el sector de culto que representa el 14,1%.

En la localidad de Antonio Nariño se localizan ocho equipamientos de salud, que corresponden a un hospital, una Institución de Salud de Nivel 1, tres Instituciones de Salud de Nivel 3, una Unidad Básica de Atención –UBA- y dos Unidades Primarias de Atención –UPA-.La UPZ Restrepo presenta el mayor número de instituciones privadas prestadoras de Servicios de salud –IPS- con 275.

En esta localidad también se localizan 371 instituciones privadas prestadoras de servicios de salud que corresponden a laboratorios, consultorios médicos y odontológicos y centros de salud, entre otros.

El encuentro y la cohesión social se pueden llevar a cabo en los equipamientos destinados a apoyar la organización social y la expresión colectiva a escala barrial, de la comunidad en general o de grupos específicos. Estos tipos de equipamientos de gran valor para la comunidad son: centros cívicos, casas juveniles y salones comunales. La localidad de Antonio Nariño posee un total de 12 equipamientos culturales, dentro de los cuales cinco pertenecen al grupo que corresponde encuentro y cohesión social, 4 corresponden a espacios de expresión y tres son de la categoría de memoria y avance cultural. La UPZ Restrepo figura con el mayor número de equipamientos culturales con nueve y la UPZ Ciudad Jardín presenta tres.

5.1.5.3.4.3 Estratificación y Población

La localidad Antonio Nariño tiene 107.935 habitantes, los cuales representan el 1,5% del total de población de Bogotá. Por estrato socioeconómico se tiene que del total de habitantes de Antonio Nariño para el 2009, el 90,0% se encuentran en el estrato medio bajo el 7,2% en el bajo y el 2,8% clasificado sin estrato.

5.1.5.3.4.4 Población

La localidad de Antonio Nariño, de acuerdo con las proyecciones de población a 2017, tiene un total 109.254 personas, de las cuales 53.702 son hombres (49%), y 55.552 son mujeres (51%), la Figura 5.1.5-11 muestra el comportamiento de la población por sexo y grupos quinquenales. (DANE, 2005)

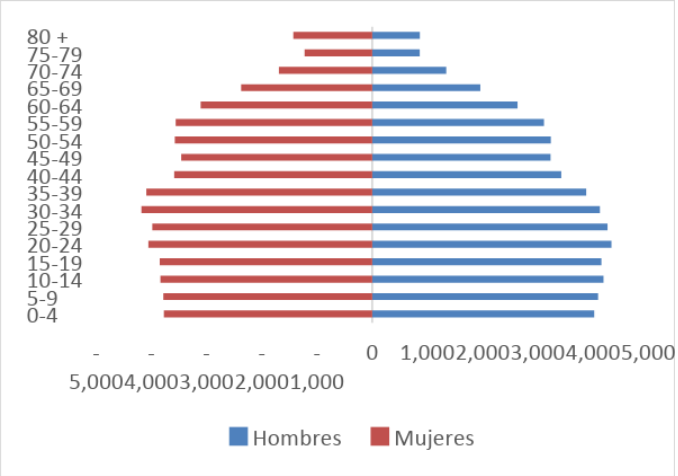


Figura 5.1.5-11 Pirámide poblacional en la Localidad de Antonio Nariño

Fuente: (DANE, 2005)

La pirámide poblacional muestra un comportamiento demográfico ancho en la base de la pirámide, típico de una población en la que tanto la natalidad como la mortalidad son altas y la población crece a un ritmo acelerado. En este tipo de poblaciones, la dependencia económica puede ser mayor, teniendo en cuenta que los grupos de población menor tienen un ritmo de crecimiento acelerado.

De acuerdo con las proyecciones de población del DANE 2005 - 2020, la dinámica poblacional de la Localidad de Antonio Nariño, muestra un aumento constante de población hasta el año 2016; a partir de este año se proyecta una disminución constante de población.

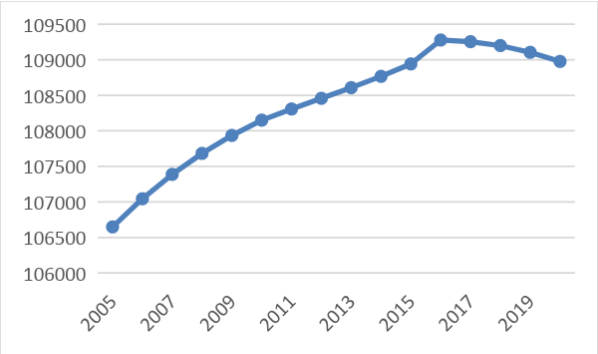


Figura 5.1.5-12 Crecimiento poblacional Localidad de Antonio Nariño, 2005-2020

Fuente: (DANE, 2005)

5.1.5.3.4.5 Condiciones de Seguridad:

Según la Encuesta de Percepción y Victimización de la Cámara de Comercio de Bogotá, esta localidad tiene niveles medios–bajos de victimización, se ubican entre el 6% y el 8%. Se presenta una alta percepción de inseguridad entre sus habitantes. (Canal RCN, 2017)

Según el último informe de la Secretaría de Gobierno, el barrio Restrepo es uno de los sectores donde más robos se registran por el alto número de bares y discotecas. Esta zona es identificada como una de las más inseguras en la localidad. Atracos, venta de drogas y riñas, son los problemas de inseguridad que aquejan a los residentes.

5.1.5.3.5 Localidad de Los Mártires

De acuerdo a la planeación territorial de la ciudad, Los Mártires es la localidad número 14, tiene una población aproximada de 93 716 habitantes; se encuentra ubicada en el área central de la ciudad. Limita al Norte con la diagonal 22, la Avenida El Dorado y la localidad de Teusaquillo, al Sur con la Calle octava sur, la Avenida primera y la Localidad de Antonio Nariño, al Oriente con la Avenida Caracas y la localidad de Santa Fe, y por el Occidente con la Avenida Norte-Quito-Sur y con la Localidad de Puente Aranda. (Alcaldía Local de Mártires, 2017)

La localidad está conformada por dos UPZ y 21 barrios; en cuanto al paso de la primera línea del Metro para Bogotá en la localidad, las dos (2) UPZ hacen parte del área de influencia así como ocho de los 21 barrios. A continuación, se relacionan las UPZ y los barrios aledaños al Proyecto del Metro.

Tabla 5.1.5-6 UPZ y barrios aledaños al trazado, Localidad Los Mártires

UPZ	No.	Barrio
La Sabana	1	La Estanzuela
	2	La Favorita
	3	Santa Fe
	4	San Victorino
	5	Voto Nacional
Santa Isabel	6	Eduardo Santos
	7	El Vergel
	8	Santa Isabel Sur

Fuente: (La Infraestructura de Datos Espaciales para el Distrito Capital – IDECA)

5.1.5.3.5.1 Usos del Suelo

La localidad de Los Mártires tiene 2 UPZ, una de tipo residencial Consolidado Santa Isabel y la otra de tipo comercial La Sabana. (DANE, 2005)

La UPZ Santa Isabel se ubica al sur de la localidad de Los Mártires, tiene una extensión de 200 ha, equivalentes al 30,8% del total del suelo de esta localidad; de esta superficie 3 ha corresponden a zonas protegidas. Esta UPZ limita, por el norte, con la Avenida de Los Comuneros (Calle 6); por el oriente, con la Avenida Caracas (Carrera 14); por el sur, con la Avenida de La Hortúa (Calle 1ª) y Avenida Fucha (Calle 8a sur), y por el occidente con la Avenida Ciudad de Quito (Carrera 30).

La UPZ La Sabana se localiza en el norte de la localidad de Los Mártires; tiene una extensión de 451 ha., de las cuales 8 corresponden a suelo protegido. Esta UPZ limita, por el norte, con la Avenida de Las Américas y la Calle 26; por el oriente, con la Avenida Caracas (Carrera 14); por el sur, con la Avenida de Los Comuneros (Calle 6), y por el occidente, con la Avenida Ciudad de Quito (Carrera 30).

5.1.5.3.5.2 Equipamiento Local

Los Mártires cuenta con 29 equipamientos por cada 10 000 habitantes, que resulta superior al indicador promedio de la ciudad (19) y ubica a la localidad como la sexta con mayor número de equipamientos por cada 10 000 habitantes. (Instituto de Desarrollo Urbano, 2013)

En la localidad de Los Mártires se localizan 283 Bienes de Interés Cultural de los cuales 56 corresponden a Conservación Integral, 6 fueron declarados como Conservación Monumental, 212 figuran en la Categoría de Conservación Tipológica, 1 corresponde a la categoría de Restitución Parcial y 8 pertenecen a la categoría de Restitución Total. La mayor cantidad de equipamientos corresponde al sector de bienestar social que representa el 46,3% sobre el total, le sigue el sector de educación que alcanza una participación de 22,8%, el sector de culto que representa el 8,9% y el de salud que alcanza un 8,5%.

De acuerdo con la información suministrada por el Plan Maestro de Equipamientos de Educación, en Los Mártires se localizan 11 colegios oficiales; en lo que refiere a UPZ, La Sabana concentra el mayor número de establecimientos educativos oficiales, con siete y la UPZ Santa Isabel registra tres colegios oficiales. En la localidad se ubican, además, 50 colegios no oficiales, una universidad, una Institución Universitaria, y una Institución de Régimen Especial.

En la localidad de Los Mártires se ubican 24 equipamientos de salud, que corresponden a cinco Centros de Atención Ambulatoria –CAA-, nueve Instituciones de Nivel 1, cuatro Instituciones de Nivel 3 y seis Unidades Primarias de Atención –UPA-.

En esta localidad también se localizan 513 instituciones privadas prestadoras de servicios de salud que corresponden a laboratorios, consultorios médicos y odontológicos y centros de salud, entre otros.

En la UPZ Santa Isabel se localizan 280 instituciones privadas prestadoras de salud y en la UPZ La Sabana se localizan 233.

El encuentro y la cohesión social se pueden llevar a cabo en los equipamientos destinados a apoyar la organización social y la expresión colectiva a escala barrial, de la comunidad en general o de grupos específicos. Estos tipos de equipamientos de gran valor para la comunidad son: centros cívicos, casas juveniles y salones comunales. La localidad de Los Mártires posee un total de 10 equipamientos culturales, dentro de los cuales cinco pertenecen al grupo que corresponde

encuentro y cohesión social, tres corresponden a espacios de expresión y dos son de la categoría de memoria y avance cultural. La UPZ La Sabana figura con el mayor número de equipamientos culturales con ocho y la UPZ Santa Isabel presenta sólo dos equipamientos.

5.1.5.3.5.3 Estratificación

La localidad de Los mártires tiene 97 283 habitantes, los cuales representan el 1,3% del total de Bogotá. Por estrato socioeconómico se tiene que del total de habitantes de Los Mártires para el 2009, el 86,5% se encuentran en el estrato medio-bajo, el 9,3% en el bajo, el 3,8% en el medio y el 0,5% clasificado sin estrato.

5.1.5.3.5.4 Población

La localidad de Los Mártires, de acuerdo con las proyecciones de población a 2017, tiene un total 93.716 personas, de las cuales 47.476 son hombres (51%), y 46.240 son mujeres (49%), la Figura 5.1.5-13 muestra el comportamiento de la población por sexo y grupos quinquenales.

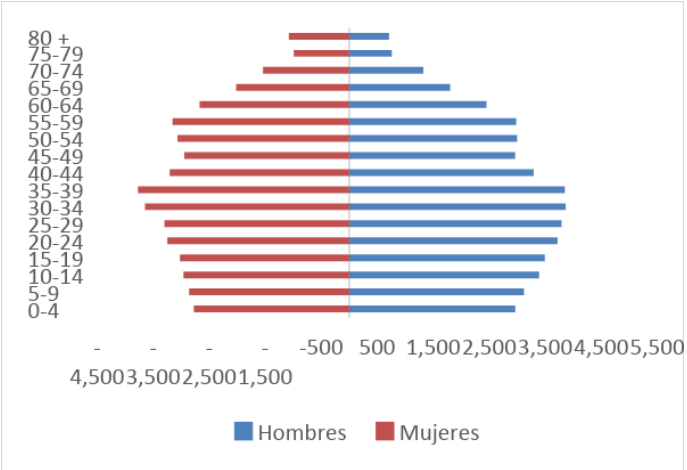


Figura 5.1.5-13 Pirámide poblacional en la Localidad de Los Mártires

Fuente: (DANE, 2005)

La pirámide poblacional muestra un comportamiento demográfico típico de poblaciones cuya natalidad ha descendido en los últimos años y es baja; este fenómeno genera un envejecimiento de la población. Adicionalmente, la población se concentra en los grupos entre los 30 y 50 años de edad, lo que permite inferir que hay un alto porcentaje de población en edad de trabajar y económicamente activa.

De acuerdo con las proyecciones de población del DANE 2005 - 2020, la dinámica poblacional de la Localidad de Los Mártires, muestra un aumento constante de población hasta el año 2015; en el periodo de 2015-2016 se generó un decrecimiento significativo de población y a partir del año 2016 se proyecta una disminución constante de población.

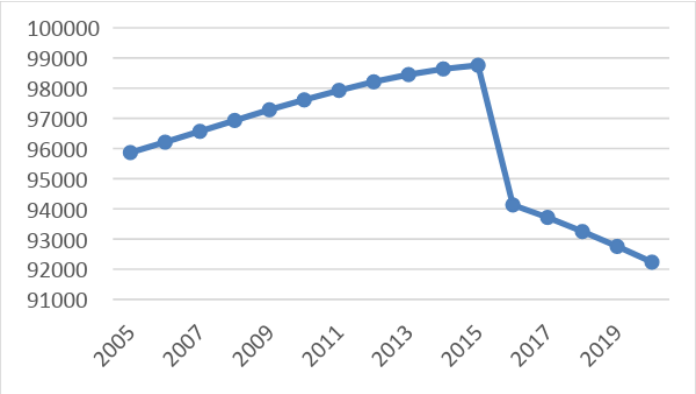


Figura 5.1.5-14 Crecimiento poblacional Localidad de Los Mártires, 2005-2020

Fuente: (DANE, 2005)

5.1.5.3.5.5 Condiciones de Seguridad:

En la localidad de los Mártires el gran problema es el hurto a personas, especialmente de celulares. Allí operan las mismas organizaciones delincuenciales que roban teléfonos en la localidad de Santa Fe. El modo de operación funciona cometiendo los hurtos en Bogotá y vendiendo los teléfonos en otros países.

Esta localidad tiene la zona de tolerancia y el sector de 'cinco huecos' y 'el Bronx', lugares de complejidad en diferentes aspectos debido a los diferentes delitos y situaciones que se presentan en el lugar.

Según la Encuesta de Percepción y Victimización de la Cámara de Comercio de Bogotá, esta localidad tiene niveles medios-altos de victimización, se ubican entre el 11% y el 13%, y se presenta una alta percepción de inseguridad entre sus habitantes.

Según el último informe de la Secretaría de Gobierno, La Favorita, Voto Nacional y Ricaurte son tres de los barrios más críticos, donde más robos se registran e identificados como los barrios más inseguros de la localidad.

De acuerdo con la Fundación Nuevo Arcoíris, en esta localidad hacen presencia dos bandas organizadas llamadas 'los Paisas' y 'los Negros', quienes se disputan el control del microtráfico y el hurto a personas en la zona.

5.1.5.3.6 Localidad de Santa Fe

De acuerdo a la planeación territorial de la ciudad, Santa Fe es la localidad número tres, tiene una población aproximada de 95.201 habitantes; se encuentra ubicada en el área central de la ciudad. Limita al Norte con la Localidad de Chapinero, al Sur con las Localidades de San Cristóbal y Antonio Nariño, al Oriente con el Municipio de Choachí, y por el Occidente con las Localidades de Los Mártires y Teusaquillo (http://www.santafe.gov.co/, 2017).

La localidad está conformada por cinco (5) UPZ y treinta y ocho 38 barrios; en cuanto al paso de la primera línea del Metro para Bogotá por la localidad de Santa Fe, las UPZ aledañas al trazado son tres (3) y siete (7) barrios. A continuación, se relacionan las UPZ y los barrios aledaños al Proyecto del Metro.

Tabla 5.1.5-7 UPZ y barrios aledaños al trazado, Localidad Los Mártires

Upz	No.	Barrio
Sagrado Corazón	1	San Diego
	2	Sagrado Corazón
	3	Samper
Las Nieves	4	Santa Inés
	5	La Alameda
	6	La Capuchina
Las Cruces	7	San Bernardino

Fuente: (La Infraestructura de Datos Espaciales para el Distrito Capital – IDECA)

5.1.5.3.6.1 Usos del Suelo

Santa Fe tiene cinco UPZ, dos de tipo comercial Sagrado Corazón de Jesús y Las Nieves, dos de tipo residencial de urbanización incompleta Las Cruces y Lourdes y una de tipo residencial consolidado La Macarena.

La UPZ Sagrado Corazón, ubicada en la zona norte de Santa Fe, está clasificada como comercial, tiene una extensión de 146 ha., que equivalen al 3,2% del total del suelo de la localidad. Esta UPZ limita, por el norte con el río Arzobispo; por el oriente con el perímetro urbano, con la Calle 33A costado sur del colegio San Bartolomé La Merced y con la Carrera 5ª; por el sur con la Avenida Jorge Eliécer Gaitán (Calle 26) y, por el occidente con la Avenida Caracas.

La UPZ La Macarena se localiza al sur de la localidad. Tiene una extensión de 86 ha. Esta UPZ limita, por el norte con la Calle 33 (costado sur colegio San Bartolomé La Merced); por el oriente con el perímetro urbano; por el sur con la Avenida Jiménez de Quesada (Quinta de Bolívar) y, por el occidente con la Avenida Ciudad de Lima.

La UPZ Las Nieves se localiza al suroccidente de Santa Fe. Tiene una extensión de 173 ha., que son el 3,8% del suelo de la localidad. Esta UPZ limita, por el norte con la Avenida Jorge Eliécer Gaitán (Calle 26), por el oriente con la Carrera 3ª, la Avenida Ciudad de Lima (Calle 19), la Avenida Jiménez y la Avenida Fernando Mazuera (Carrera 10); por el sur con la Avenida Comuneros y, por el occidente con la Avenida Caracas.

La UPZ Las Cruces se localiza al sur de la localidad, tiene una extensión de 92 ha., que son el 2,0% del total de la localidad. Esta UPZ limita, al norte con la Avenida de los Comuneros (Calle 6), la Avenida Fernando Mazuera (Cra.10), la Calle 4.ª, la Carrera 5.ª, la Calle 4.ª, la Carrera 1.ª y la Calle 4B; por el oriente con la Carrera 1.ª, la Carrera 2, la Calle 3.ª y la transversal 3.ª, por el sur, con la Calle 1.ª sur, o Avenida La Hortúa y, por el occidente con la Avenida Caracas.

La UPZ Lourdes se localiza al oriente del suelo urbano de Santa Fe, tiene una extensión de 200 ha, que son el 4,4% del total del suelo de esta localidad. Esta UPZ limita, al norte con la Avenida Circunvalar; al oriente con el perímetro urbano; al sur con la Avenida Fucha (Calle 11 sur) y, al occidente con la transversal 7ª este y la Carrera 3ª este (futura Avenida de La Hortúa).

5.1.5.3.6.2 Equipamiento Local

Santa Fe figura con 55 equipamientos por cada 10 000 habitantes, que resulta superior al indicador promedio de la ciudad (19) y ubica a la localidad como la segunda con mayor número de equipamientos por cada 10 000 habitantes.

En la localidad de Santa Fe se localizan 678 bienes de Interés Cultural de los cuales 130 corresponden a Conservación Integral, 10 fueron declarados como Conservación Monumental, 528 figuran en la categoría de Conservación Tipológica, cinco corresponden a la categoría de Restitución Parcial y 5 son de la categoría de Restitución Total.

Del total de bienes de Interés Cultural de Santa Fe, 254 se localizan en la UPZ Las Cruces, 208 en la UPZ Las Nieves, 166 en la UPZ Sagrado Corazón, 46 en la UPZ La Macarena, 3 en la zona rural y 1 en la UPZ Lourdes.

La mayor cantidad de equipamientos corresponde al sector de bienestar social que representa el 47,7% sobre el total, le sigue el sector de educación que alcanza una participación de 18,3% y el sector de cultura que representa el 11,5%.

De acuerdo con la información suministrada por el Plan Maestro de Equipamientos de Educación, en Santa Fe se localizan 17 colegios oficiales; en lo que refiere a UPZ, Lourdes, concentra el mayor número de establecimientos educativos oficiales, con ocho, le siguen las UPZ Sagrado Corazón y Las Cruces con tres, cada una, en Las Nieves se localizan dos y en La Macarena una. En la localidad se ubican, además, 27 colegios no oficiales, 50 universidades, ocho instituciones universitarias, una Institución tecnológica, un Institución de régimen especial, una técnica y dos centros de investigación.

En la localidad de Santa Fe se localizan 14 equipamientos de salud que corresponden a un Centro de Atención Ambulatoria –CAA-, 4 Centros de Atención Médica Inmediata –CAMI-, tres Instituciones de Nivel 1, una Institución de Nivel 3, una Unidad Básica de Atención –UBA- y cuatro Unidades Primarias de Atención –UPA-.

En esta localidad también se localizan 421 instituciones privadas prestadoras de servicios de salud que corresponden a laboratorios, consultorios médicos y odontológicos, y centros de salud, entre otros. Las UPZ Las Nieves y Sagrado Corazón concentran la mayor cantidad de instituciones privadas prestadoras de salud –IPS-, con 184 y 164 IPS, respectivamente.

El encuentro y la cohesión social se pueden llevar a cabo en los equipamientos destinados a apoyar la organización social y la expresión colectiva a escala barrial, de la Comunidad en general o de grupos específicos. Estos tipos de equipamientos de gran valor para la comunidad son: centros cívicos, casas juveniles y salones comunales.

La localidad de Santa Fe posee un total de 69 equipamientos culturales, dentro los cuales 15 pertenecen al grupo que corresponde encuentro y cohesión social, 38 corresponden a espacios de expresión y 16 son de la categoría de memoria y avance cultural.

La UPZ de Las Nieves figura con el mayor número de equipamientos culturales con 31, le siguen Lourdes y Sagrado Corazón, con 17 y 12, respectivamente y La UPZ Macarena presenta nueve equipamientos.

5.1.5.3.6.3 Estratificación y Población (Secretaria de Planeación Distrital, 2009)

La localidad de Santa Fe tiene 35.973 hogares, los cuales representan el 1,7% del total de Bogotá. Por estrato socioeconómico se tiene que del total de hogares de Santa Fe para el 2009, el 60,0% se encuentran en el estrato bajo, el 25,3% en el medio-bajo, el 6,3% en el medio, el 5,8% bajo-bajo, el 1,3% clasificado sin estrato, el 0,7% en el alto y el 0,6% en el medio-alto.

5.1.5.3.6.4 Población

La localidad de Santa Fe, de acuerdo con las proyecciones de población a 2017, tiene un total 95.201 personas, de las cuales 48.066 son hombres (50%), y 47.135 son mujeres (50%), la Figura 5.1.5-15 muestra el comportamiento de la población por sexo y grupos quinquenales.

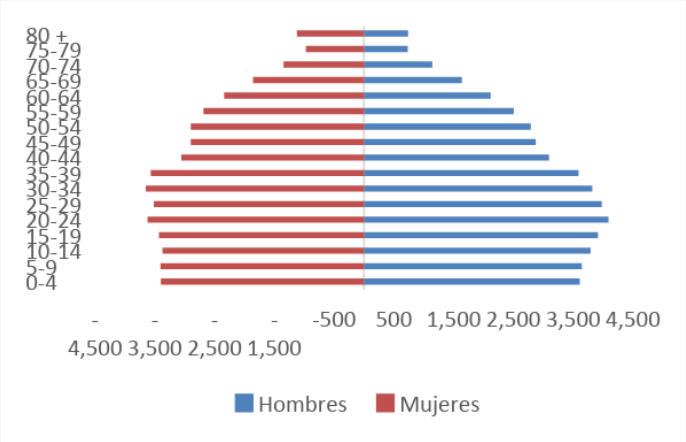


Figura 5.1.5-15 Pirámide poblacional en la Localidad de Santa Fe

Fuente: (DANE, 2005)

La pirámide poblacional muestra un comportamiento demográfico ancho en la base de la pirámide, típico de una población en la que tanto la natalidad como la mortalidad son altas y la población crece a un ritmo acelerado. En este tipo de poblaciones, la dependencia económica puede ser mayor, teniendo en cuenta que los grupos de población menor tienen un ritmo de crecimiento acelerado.

De acuerdo con las proyecciones de población del DANE 2005 - 2020, la dinámica poblacional de la Localidad de Santa Fe, muestra una población constante en el periodo entre 2005 -2015, sin embargo entre el año 2015-2016 hubo un decrecimiento de población notable, y a partir del 2016, se proyectan datos de decrecimiento constate de población en la localidad.

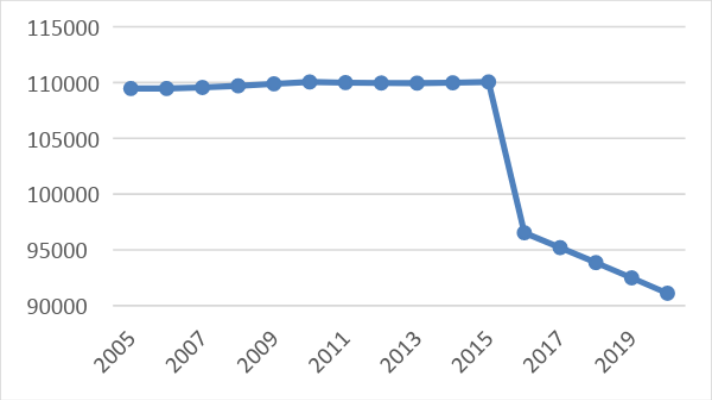


Figura 5.1.5-16 Crecimiento poblacional Localidad de Santa Fe, 2005-2020

Fuente: (DANE, 2005)

5.1.5.3.6.5 Condiciones de Seguridad

En localidad de Santa Fe es reconocida entre la ciudadanía por los constantes hurtos a personas que se registran en el sector, especialmente el hurto de celulares. Según las autoridades, hay organizaciones delincuenciales que roban teléfonos en la calle 13, los guardan en bodegas y los envían a México, Venezuela, Panamá, Ecuador y Argentina, entre otros. El negocio es robarlos en Bogotá y venderlos en otros países. (Canal RCN, 2017)

En 2013, según la Policía Metropolitana de Bogotá, se han recuperado alrededor de 3 500 celulares hurtados y más de 1 800 personas han sido judicializadas. El gran inconveniente es que esas personas capturadas son los atracadores callejeros, pero los líderes de las bandas siguen operando en la localidad y en la ciudad en general.

Según la Encuesta de Percepción y Victimización de la Cámara de Comercio de Bogotá, esta localidad tiene niveles medios-bajos de victimización, se ubican entre el 6% y el 8%. También es una de las localidades que más presenta denuncias por robos, alrededor de un 39 por ciento, y es una de las que menos presenta violencia interpersonal, con alrededor de un 8%.

Según el último informe de la Secretaría de Gobierno, Las Cruces y San Bernardo son dos de las zonas más críticas, donde más robos se registran. También son problemas de inseguridad la venta de drogas y las riñas.

El sector de la avenida Caracas entre calles 13 y 19 es conocido por la ciudadanía como un foco de hurto a personas y partes de carros. Esta vía es considerada por los transeúntes como una de las más peligrosas de Bogotá.

Según la Fundación Nuevo Arcoíris, en esta localidad hace presencia la banda organizada llamada ‘los Negros’, que tiene el control del microtráfico y el hurto a personas en la zona. Esta banda también está emigrando a la localidad de Los Mártires, por lo cual se ha generado violencia en esa zona de Bogotá con la banda “Los Paisas”.

5.1.5.3.7 Localidad de Teusaquillo

De acuerdo a la planeación territorial de la ciudad, Teusaquillo es la localidad número 13, tiene una población aproximada de 140.473 habitantes; se encuentra ubicada en el centro geográfico de la ciudad. Esta localidad posee una enorme riqueza arquitectónica, histórica, cultural y simbólica para la ciudad, pues es el punto de referencia para el inicio de la arquitectura moderna de Bogotá, donde se inició un proceso urbanístico con la aceptación de nuevos valores arquitectónicos.

Limita al Norte con la Calle 63 que la separa de la Localidad de Barrios Unidos, al Sur con la Calle 26, la Avenida de las Américas, la Calle 19 y el ferrocarril de Cundinamarca que la separa de las Localidades de Puente Aranda y Los Mártires; al Oriente con la Avenida Caracas y las localidades de Chapinero y Santa Fe; y por el Occidente con la Avenida 68 y las Localidades de Engativá y Fontibón.

La localidad está conformada por seis (6) UPZ y 31 barrios; en cuanto al paso de la primera línea del Metro para Bogotá por la localidad, dos de las seis UPZ se encuentran en el trazado y de los 31 barrios siete hacen parte del trazado. A continuación, se relacionan las UPZ y los barrios aledaños al Proyecto del Metro.

Tabla 5.1.5-8 UPZ y barrios aledaños al trazado, Localidad Teusaquillo

UPZ	No.	Barrio
Teusaquillo	1	La Magdalena
	2	Palermo
	3	Teusaquillo
	4	Armenia
	5	Santa Teresita
Galerías	6	Quesada
	7	Chapinero Occidental

Fuente: (La Infraestructura de Datos Espaciales para el Distrito Capital – IDECA)

5.1.5.3.7.1 Usos del Suelo

Teusaquillo tiene seis UPZ, de las cuales tres son de tipo residencial cualificado La Esperanza, Quinta Paredes y dos de tipo residencial consolidado Galerías y Teusaquillo y una de tipo predominantemente dotacional. La UPZ con mayor extensión de la localidad es Parque Simón Bolívar-CAN, seguida por Galerías, Ciudad Salitre Oriental y Teusaquillo, las cuales tienen extensiones prácticamente iguales; la UPZ menos extensa es Quinta Paredes.

La UPZ Galerías se clasifica como residencial consolidado, se ubica en la zona nororiental de Teusaquillo, tiene una extensión de 238 hectáreas, equivalentes al 16,7% del total del suelo de esta localidad. Esta UPZ limita, por el norte, con la Avenida José Celestino Mutis (Calle 63); por el oriente, con la Avenida Caracas (Carrera 14); por el sur, con la Calle 51, Avenida Colombia (Carrera 24), Avenida Francisco Miranda (Calle 45), y por el occidente, con la Avenida Ciudad de Quito (Carrera 30).

La UPZ Teusaquillo se localiza en el suroriente de la localidad de Teusaquillo y tiene una extensión de 236 hectáreas. Esta UPZ limita, por el norte, con la Calle 51, Avenida Colombia (Carrera 24), Avenida Francisco Miranda (Calle 45); por el oriente, con la Avenida Caracas (Carrera 14); por el sur, con la Avenida Jorge Eliécer Gaitán (Calle 26), Avenida de las Américas (costado sur del Centro Administrativo Distrital), y por el occidente, con la Avenida Ciudad de Quito (Carrera 30).

La UPZ Parque Simón Bolívar-CAN se localiza en la zona centro occidental de la localidad de Teusaquillo y su nombre se debe a que en ella se localiza el parque metropolitano Simón Bolívar. Esta UPZ tiene una extensión de 399 hectáreas, equivalentes al 28,1% del suelo de la localidad; limita al norte, con la Avenida José Celestino Mutis (Calle 63), Vía del Ferrocarril, Avenida La Esmeralda (transversal 48), diagonal 40, Carrera 46, y la Avenida Paulo VI; por el oriente, con la Avenida Ciudad de Quito (Carrera 30); por el sur, con el costado sur de la Universidad Nacional y la Avenida Jorge Eliécer Gaitán (Calle 26), y por el occidente, con la Avenida Congreso Eucarístico (Carrera 68).

La UPZ La Esmeralda se localiza en la zona centro norte de la localidad de Teusaquillo y tiene una extensión de 193 hectáreas que equivalen al 13,6% del suelo de esta localidad. Esta UPZ, limita al norte, con la Avenida José Celestino Mutis (Calle 63); al oriente, con la Carrera 46, Avenida Paulo VI (diagonal 53), Avenida Ciudad de Quito (Carrera 30); al sur, con la diagonal 40, y al occidente, con la Vía del Ferrocarril y la Avenida La Esmeralda (transversal 48).

La UPZ Quinta Paredes se localiza en la zona centro sur de la localidad de Teusaquillo y tiene una extensión de 174 hectáreas que equivalen al 12,3% del suelo de esta localidad. Esta UPZ limita, al norte, con la Avenida Jorge Eliécer Gaitán (Calle 26), el costado sur de la Universidad Nacional; al oriente, con la Avenida Ciudad de Quito (Carrera 30); al sur, con la Avenida de las Américas,

Avenida Ferrocarril de Occidente (diagonal 22 A), y al occidente, con la Avenida Batallón Caldas (Carrera 50), costado sur y oriental de la embajada de Estados Unidos (Carrera 45).

La UPZ Ciudad Salitre Oriental se localiza en la zona suroccidental de la localidad de Teusaquillo y tiene una extensión de 181 hectáreas que equivalen al 12,7% del suelo de esta localidad. Esta UPZ limita, al norte, con la Avenida Jorge Eliécer Gaitán (Calle 26); al oriente, con Avenida Batallón Caldas (Carrera 50), incluye la embajada de Estados Unidos; al sur, con la Avenida Ferrocarril de Occidente (diagonal 22 A), y al occidente, con la Avenida Congreso Eucarístico (Carrera 68).

5.1.5.3.7.2 Equipamiento Local

Teusaquillo figura con 38 equipamientos por cada 10.000 habitantes, que resulta muy superior al indicador promedio de la ciudad (19) y ubica en el cuarto lugar a la localidad con mayor número de equipamientos por cada 10.000 habitantes.

De acuerdo con la información suministrada por el Plan Maestro de Equipamientos de Educación, en Teusaquillo se localizan tres colegios oficiales dos de ellos en Galerías y uno en Quinta Paredes. Las otras UPZ no cuentan con establecimientos educativos oficiales.

La mayor cantidad de equipamientos corresponde al sector de bienestar social y educación que representa el 33,0% cada una, le sigue el sector de culto que alcanza una participación de 13,4%.

En la localidad se ubican, además, 114 colegios no oficiales, 33 universidades, nueve Instituciones Universitarias, seis Técnicas, dos centros de investigación, cuatro Escuelas Tecnológicas y ocho Instituciones Tecnológicas.

En la localidad de Teusaquillo se localizan 12 equipamientos de salud que corresponden a tres Instituciones de Nivel 1, una Institución de Nivel 2, 6 Instituciones de Nivel 3, una Unidad Básica de Atención –UBA- y una Unidad Primaria de Atención –UPA-. (Secretaria Distrital de Planeación, 2011)

En esta localidad también se ubican 2 022 instituciones privadas prestadoras de servicios de salud que corresponden a laboratorios, consultorios médicos y odontológicos, clínicas y centros de salud, entre otros. La UPZ Teusaquillo concentra la mayor cantidad de instituciones privadas de servicios de salud con 850, le sigue Galerías con 615.

El encuentro y la cohesión social se pueden llevar a cabo en los equipamientos destinados a apoyar la organización social y la expresión colectiva a escala barrial, de la comunidad en general o de grupos específicos. Estos tipos de equipamientos de gran valor para la comunidad son: centros cívicos, casas juveniles y salones comunales. La localidad de Teusaquillo posee un total de 48 equipamientos culturales, dentro de los cuales dos pertenecen al grupo que corresponde a encuentro y cohesión social, 28 corresponden a espacios de expresión y 18 son de la categoría de memoria y avance cultural.

5.1.5.3.7.3 Estratificación y Población

La localidad de Teusaquillo tiene 55.793 viviendas, las cuales representan el 2,8% del total de Bogotá. Por estrato socioeconómico se tiene que del total de viviendas de Teusaquillo para el 2009, el 79,5% se encuentran en el estrato medio, el 16,0% en el medio-bajo, el 4,1% en el medio-alto y el 0,4% clasificado sin estrato. (Secretaria Distrital de Planeación, 2009)

5.1.5.3.7.4 Población

La localidad de Teusaquillo, de acuerdo con las proyecciones de población a 2017, tiene un total 140.473 personas, de las cuales 66.663 son hombres (47%), y 73.810 son mujeres (53%), la Figura 5.1.5-17 muestra el comportamiento de la población por sexo y grupos quinquenales.

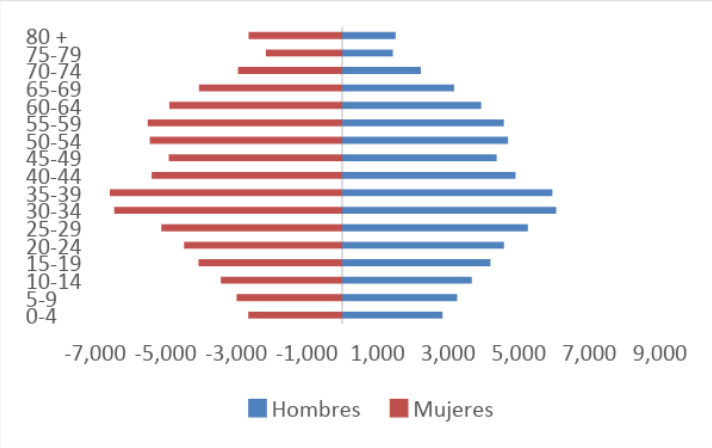


Figura 5.1.5-17 Pirámide poblacional en la Localidad de Teusaquillo

Fuente: (DANE, 2005)

La pirámide poblacional muestra un comportamiento demográfico típico de poblaciones cuya natalidad ha descendido en los últimos años y es baja; este fenómeno genera un envejecimiento de la población. Lo que permite inferir bajos índices de dependencia económica, ya que los grupos de población en los que se concentra el mayor número de personas son entre los 30 y los 40 años de edad, población que se encuentra en edad de trabajar.

De acuerdo con las proyecciones de población del DANE 2005 - 2020, la dinámica poblacional de la Localidad de Teusaquillo, muestra un crecimiento de población constante en el periodo entre 2005 -2015, sin embargo entre el año 2015-2016 hubo un decrecimiento de población notable, y a partir del 2016 se proyectan datos de decrecimiento de población en la localidad.

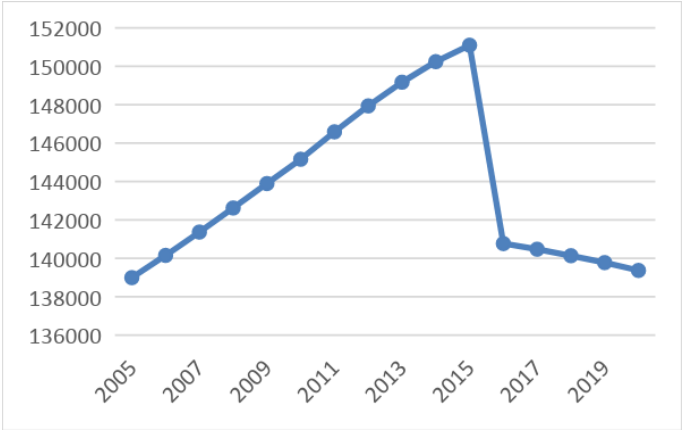


Figura 5.1.5-18Crecimiento poblacional Localidad de Teusaquillo, 2005-2020

Fuente: (DANE, 2005)

5.1.5.3.7.5 Condiciones de Seguridad

Según la Encuesta de Percepción y Victimización de la Cámara de Comercio de Bogotá, esta localidad tiene niveles altos de victimización, se ubican por encima del 19 por ciento. También es una de las localidades que más presenta violencia interpersonal, con alrededor de un 14 por ciento, siendo una de las que más subió en este indicador. En la localidad se presenta una alta percepción de inseguridad entre sus habitantes.

El sector de Chapinero que alcanza a tocar la localidad, al igual que Galerías y el barrio La Soledad, según el último informe de la Secretaría de Gobierno, son zonas críticas, donde más robos se registran e identificadas como las más inseguras.

5.1.5.3.8 Localidad de Chapinero

De acuerdo a la planeación territorial de la ciudad, Chapinero es la localidad número dos, tiene una población aproximada de 126.591 habitantes; se encuentra ubicada en el centro-oriente de la ciudad. La oferta cultural de Chapinero es amplia, declarada zona de interés cultural, cuenta con un buen número de reconocidos artistas y academias de artes. (Alcaldía Local de Chapinero, 2017)

Limita al Norte con la Localidad de Usaquén, al Sur con la Localidad de Santa Fe; al Oriente los Municipios de Choachí y La Calera; y por el Occidente con las Localidades de Teusaquillo y Barrios Unidos.

La localidad está conformada por cinco (5) UPZ, una UPR (Unidad de Planeamiento Rural) y cincuenta 50 barrios; en cuanto al paso de la primera línea del Metro para Bogotá en Chapinero, las UPZ aledañas al trazado son dos (2) y siete (7) barrios. A continuación, se relacionan las UPZ y los barrios aledaños al Proyecto del Metro.

Tabla 5.1.5-9 UPZ y barrios aledaños al trazado, Localidad Chapinero

UPZ	No.	Barrio
Chico Lago	1	Porciúncula
	2	Lago Gaitán
	3	Quinta Camacho
Chapinero	4	Chapinero Central
	5	Sucre
	6	Chapinero Norte
	7	Marly

Fuente: (La Infraestructura de Datos Espaciales para el Distrito Capital – IDECA)

5.1.5.3.8.1 Usos del Suelo

Chapinero tiene cinco UPZ, de las cuales una es de tipo residencial cualificado, otra de residencial de urbanización incompleta, otra es de tipo residencial consolidado y dos corresponden a tipo comercial. La UPZ con la mayor extensión de la localidad es Chico Lago, seguida por El Refugio. Con excepción de Chico Lago, todas las UPZ de la localidad poseen áreas protegidas.

La UPZ El Refugio se clasifica de tipo residencial cualificado, tiene una extensión de 336 ha, que representan un 8,8% del área total de la localidad. Esta UPZ limita, al norte con la Calle 97A, la Carrera 7ª y Sierras del Chicó; al oriente con el perímetro urbano; al sur con la Calle 71, Avenida Circunvalar, transversal 1ª este, diagonal 70 A, Calle 70 A, Carrera 4 y Calle 69, y al occidente con la Carrera 7ª, Calle76, Avenida Germán Arciniegas (Carrera 11).

La UPZ San Isidro Patios se clasifica de tipo residencial de urbanización incompleta, tiene una extensión de 113 ha., que representan un 3,0% del área total de la localidad. Esta UPZ tiene todos sus límites definidos por la resolución 243/93 CAR.

La UPZ Pardo Rubio se clasifica de tipo residencial consolidado, tiene una extensión de 285 ha., que representan un 7,5% del área total de la localidad. Esta UPZ limita al norte con la Calle 69, la Carrera 4ª, Calle 70 A, diagonal 70 A, transversal 1 Este, Avenida Circunvalar, y Calle 71; al oriente con el perímetro urbano; al sur con el costado sur del barrio El Paraíso, Avenida de los Cerros y Calle 45, y al occidente con la Carrera 7ª (Avenida Alberto Lleras Camargo).

La UPZ Chicó Lago se clasifica de tipo comercial, tiene una extensión de 422 ha., que representan un 11,1% del área total de la localidad. Esta UPZ limita, al norte con la Avenida Carlos Lleras Restrepo (Calle 100); al oriente con la Carrera 7ª, la Calle 97 A, Avenida Germán Arciniegas (Carrera 11) y Calle 76, al sur con la Calle 67, y al occidente con la Avenida Caracas (Carrera 14) y autopista Norte.

La UPZ Chapinero se clasifica de tipo comercial, tiene una extensión de 159 ha., que representan un 4,2% del área total de la localidad. Esta UPZ limita, al norte con la Calle 67; al oriente con la Avenida Alberto Lleras Camargo, Carrera 7ª, Calle 45 y Avenida Circunvalar, al sur con el río Arzobispo, y al occidente con la Avenida Caracas (Carrera 14).

5.1.5.3.8.2 Equipamiento Local

Chapinero figura con 44 equipamientos por cada 10 000 habitantes, que resulta superior al indicador promedio de la ciudad (19) y ubica a la localidad en el tercer lugar con mayor número de equipamientos por cada 10.000 habitantes.

De acuerdo con la información suministrada por el Plan Maestro de Equipamientos de Educación, en Chapinero se localizan siete colegios oficiales; en lo que refiere a UPZ, Pardo Rubio concentra el mayor número de establecimientos educativos oficiales con cinco en las UPZ San Isidro Patios y Chicó Lago se ubica un colegio oficial en cada una. Las UPZ El Refugio y Chapinero no cuentan con establecimientos educativos oficiales.

En la localidad se ubican, además, 52 colegios no oficiales, 65 universidades, 29 Instituciones Universitarias, siete Instituciones Tecnológicas, tres Instituciones de Régimen Especial, ocho Técnicas y cinco Centros de Investigación.

En la localidad de Chapinero se localizan 10 equipamientos de salud que corresponden a un Centro de Atención Ambulatoria –CAA-, ocho Instituciones de Nivel 3 y una institución como Unidad Primaria de Atención –UPA-. (Alcaldía Local de Chapinero, 2017)

En esta localidad también se localizan 1.624 instituciones privadas prestadoras de servicios de salud que corresponden a laboratorios, consultorios médicos y odontológicos y centros de salud, entre otros. En la UPZ Chicó Lago se concentra la mayor cantidad de IPS con 827, le sigue la UPZ Chapinero con 383 IPS y Pardo Rubio con 297 IPS.

La mayor cantidad de equipamientos corresponde al sector de bienestar social, que representa el 40,1% sobre el total de la localidad, le sigue el sector de educación, que alcanza una participación de 30,3% y el sector cultura, que representa el 12,7%.

El encuentro y la cohesión social se pueden llevar a cabo en los equipamientos destinados a apoyar la organización social y la expresión colectiva a escala barrial, de la comunidad en general o de grupos específicos. Estos tipos de equipamientos de gran valor para la comunidad son: centros cívicos, casas juveniles y salones comunales. La localidad de Chapinero posee un total de 74 equipamientos culturales, dentro los cuales nueve pertenecen al grupo que corresponde de encuentro y cohesión social, 44 corresponden a espacios de expresión y 21 son de la categoría de memoria y avance cultural.

5.1.5.3.8.3 Estratificación y Población

La localidad de Teusaquillo tiene 55 793 viviendas, las cuales representan el 2,8% del total de Bogotá. Por estrato socioeconómico se tiene que del total de viviendas de Teusaquillo para el 2009, el 79,5% se encuentran en el estrato medio, el 16,0% en el medio-bajo, el 4,1% en el medio-alto y el 0,4% clasificado sin estrato. (DANE, 2005)

5.1.5.3.8.4 Población

La localidad de Teusaquillo, de acuerdo con las proyecciones de población a 2017, tiene un total 126.591 personas, de las cuales 60.558 son hombres (48%), y 66.033 son mujeres (52%), la Figura 5.1.5-19 muestra el comportamiento de la población por sexo y grupos quinquenales.

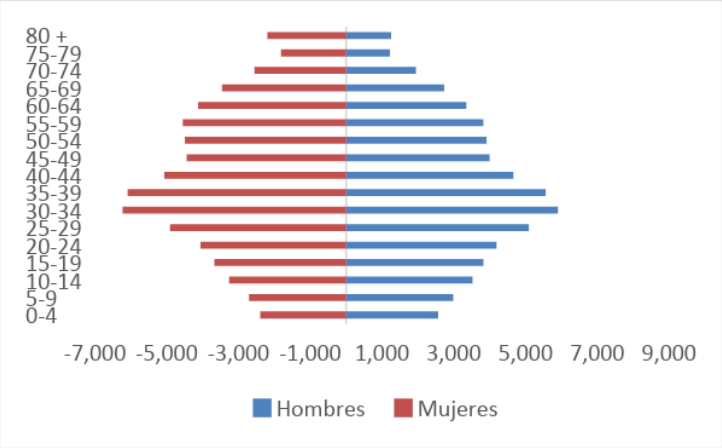


Figura 5.1.5-19 Pirámide poblacional en la Localidad de Chapinero

Fuente: (DANE, 2005)

La pirámide poblacional muestra un comportamiento demográfico típico de poblaciones cuya natalidad ha descendido en los últimos años y es baja; este fenómeno genera un envejecimiento de la población. Lo que permite inferir bajos índices de dependencia económica, ya que los grupos de población en los que se concentra el mayor número de personas son entre los 30 y los 40 años de edad, población que se encuentra en edad de trabajar. (DANE, 2005)

De acuerdo con las proyecciones de población del DANE 2005 - 2020, la dinámica poblacional de la Localidad de Chapinero, muestra un crecimiento de población constante en el periodo entre 2005 -2015, sin embargo entre el año 2015-2016 hubo un decrecimiento de población notable, y a partir del 2016 se proyectan datos de decrecimiento de población en la localidad.

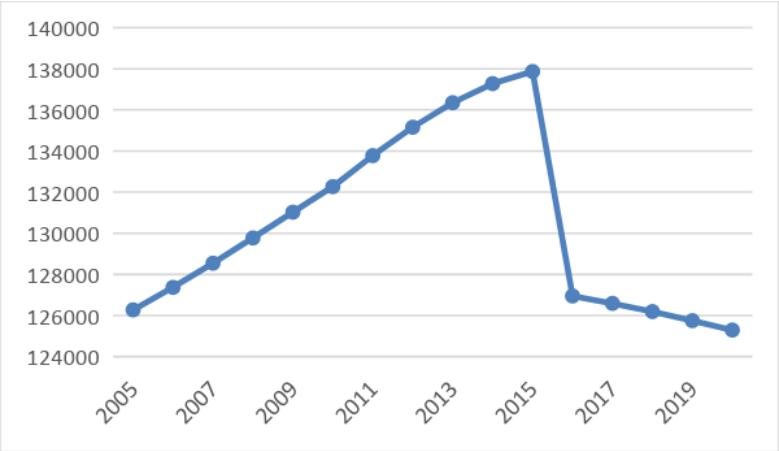


Figura 5.1.5-20 Crecimiento poblacional Localidad de Chapinero, 2005-2020

Fuente: (DANE, 2005)

5.1.5.3.8.5 Condiciones de Seguridad

En localidad de Chapinero es considerada por la Policía Metropolitana de Bogotá como una de las localidades más seguras, a pesar de tener gran cantidad de bares y discotecas. En este sector, el problema de inseguridad más común es el hurto callejero, sobre todo en las zonas universitarias como la calle 51.

Según denuncias de la ciudadanía, entre la calle 53 y la calle 57 con avenida Caracas se presenta gran venta de estupefacientes, especialmente en horas de la noche. La ciudadanía también denuncia que la Policía no ejerce control para obligar a los dueños de los bares a cerrar a las 3 de la madrugada, como dice la ley.

Según la encuesta de percepción y victimización de la Cámara de Comercio de Bogotá, esta localidad tiene niveles medios–bajos de victimización, se ubican entre el 6 y el 8 por ciento. También es una de las localidades que menos presenta violencia interpersonal, con alrededor de un 8 por ciento. Sin embargo, es una de las localidades que más percepción de inseguridad registra, con alrededor de un 50 por ciento.

Según el Sistema de Alertas Tempranas de la Defensoría del Pueblo, dirigentes comunitarios de la zona son víctimas desde el pasado 10 de enero de 2013 de amenazas y extorsiones por parte de presuntos integrantes del Frente 53 de las FARC, mediante llamadas a sus teléfonos fijos y móviles.

Los sectores Chapinero y Chicó El Lago (que contemplan los barrios: Antiguo Country, Chicó Norte, Chicó Norte II, Chicó Norte III, Chicó Occidental, El Chicó, El Retiro, Espartillal, La Cabrera, Lago Gaitán, Porciúncula y Quinta Camacho), según el último informe de la Secretaría de Gobierno, son zonas críticas, donde más robos se registran e identificadas como las más inseguras en la localidad. El atraco, la venta de drogas y las riñas son problemas de inseguridad comunes.

5.1.5.3.8.6 Legalidad y Regularización

La legalización de los barrios significa para los propietarios de los predios que ahora pueden adelantar el reconocimiento de sus viviendas ante una curaduría urbana, cumpliendo lógicamente con la reglamentación que tiene la Resolución; con la legalización, estos desarrollos entran al

Programa de Mejoramiento Integral del Distrito Capital para adelantar todas las acciones que se encuentran pendientes. (Secretaría Distrital de Planeación, 2017)

Este procedimiento mediante el cual la Administración Distrital realiza los ajustes urbanísticos y normativos que requieren los desarrollos legalizados en donde se alteró el espacio público determinado.

Para el año 2016 en la localidad de Chapinero se estaban realizando la solicitud de la legalización de los sectores: Bosques de Bella Vista, La Esperanza Nororiental, La Sureña, San Isidro, San Luis Altos del Cabo, Bosques Calderón Tejada, San Martin de Porres IV y V y Villa del Cerro.

5.1.5.3.9 Localidad de Barrios Unidos

De acuerdo a la planeación territorial de la ciudad, Barrios Unidos es la localidad número 12, tiene una población aproximada de 267.106 habitantes; se encuentra ubicada en el noroccidente de la ciudad. Cuenta con una gran oferta de bienes y servicios tales como las zonas de servicios de autopartes y reparación de automotores en el Siete de Agosto; los talleres metalmecánicos en el barrio Rio Negro, los de manufacturas de cuero en el Muequetá, las marqueterías en el barrio San Fernando o los talleres y almacenes de muebles de madera en el Doce de Octubre. (Alcaldía Local de Barrios Unidos, 2017)

Limita al Norte con la Calle 100 y la Localidad de Suba, al Sur con la Calle 63 y la Localidad de Teusaquillo, al Oriente con la Avenida Caracas y la Localidad de Chapinero, y al Occidente con la Avenida Carrera 68 y la Localidad de Engativá.

La localidad está conformada por cuatro (4) UPZ y cuarenta y cuatro 44 barrios; en cuanto al paso de la primera línea del Metro para Bogotá en Barrios Unidos, hay una (1) UPZ aledaña al trazado y cuatro (4) barrios. A continuación, se relacionan la UPZ y los barrios aledaños al Proyecto del Metro.

Tabla 5.1.5-10 UPZ y barrios aledaños al trazado, Localidad Barrios Unidos

UPZ	No.	Barrio
Los Alcázares	1	La Esperanza
	2	Concepción Norte
	3	San Felipe
	4	Juan XXIII

Fuente: (La Infraestructura de Datos Espaciales para el Distrito Capital – IDECA)

5.1.5.3.9.1 Usos del suelo

Barrios Unidos tiene cuatro UPZ, de las cuales dos son de tipo residencial consolidado, una es de tipo residencial cualificado y una de tipo predominantemente dotacional. La UPZ con mayor extensión de la localidad es Los Alcázares, seguida por Doce de Octubre, Los Andes y Parque El Salitre.

La UPZ Los Andes se ubica en el norte de la localidad, tiene una extensión de 275 ha, equivalentes al 23,1% del total del suelo de esta localidad. Esta UPZ limita por el norte con la Avenida España (Calle 100), al oriente con la Avenida Paseo de los Libertadores; al sur con la Avenida Ciudad de Quito y la Avenida Medellín (Calle 80) y al occidente con la Avenida Congreso Eucarístico (Carrera 68).

La UPZ Doce de Octubre se localiza en la zona centro occidental de la localidad de Barrios Unidos. Tiene una extensión de 336 ha. Limita por el norte con la Avenida Medellín (Calle 80); al oriente

con la Avenida Ciudad de Quito (Carrera 30) y al occidente con la Avenida Congreso Eucarístico (Carrera 68).

La UPZ Los Alcázares se localiza al suroriente de la localidad de Barrios Unidos, tiene una extensión de 414 ha, equivalentes al 34,8% del suelo de esta localidad. Esta UPZ limita por el norte con la Avenida Ciudad de Quito; al oriente con la Avenida Caracas y la Avenida Paseo de Los Libertadores; al sur con la Avenida José Celestino Mutis (Calle 63) y al occidente con la Avenida Congreso Eucarístico (Carrera 68).

La UPZ Parque El Salitre se localiza al suroccidente de la localidad de Barrios Unidos, tiene una extensión de 165 ha, equivalentes al 13,9% del suelo de la localidad. Su nombre se debe a que allí se ubica el parque El Salitre. La mayor superficie de esta UPZ (134 ha) está conformada por áreas protegidas que corresponden a las zonas verdes y parques que allí se ubican: El salitre, Los Novios y el Centro de Alto Rendimiento Deportivo. Esta UPZ limita al norte con la futura Avenida El Salitre (Calle 66); al oriente con la Avenida Ciudad de Quito (Carrera 30); al sur con la Avenida José Celestino Mutis (Calle 63) y al occidente con la Avenida Congreso Eucarístico (Carrera 68).

5.1.5.3.9.2 Equipamiento Local

Barrios Unidos figura con 28 equipamientos por cada 10.000 habitantes, indicador que resulta superior al promedio de la ciudad (19) y ubica a la localidad como la séptima con mayor número de equipamientos por cada 10.000 habitantes.

La mayor cantidad de equipamientos corresponde al sector de bienestar social que representa el 57,7% sobre el total; le sigue el sector de educación que alcanza una participación de 20,6% y el sector de culto que representa el 12,5%.

De acuerdo con la información suministrada por el Plan Maestro de Equipamientos de Educación, en Barrios Unidos se localizan 25 colegios oficiales. En lo que se refiere a UPZ, Doce de Octubre concentra el mayor número de establecimientos educativos oficiales, con 13. En la localidad se ubican además 89 colegios no oficiales, 3 universidades, 2 Técnicas, 9 Instituciones universitarias, 3 Instituciones tecnológicas y 1 Institución de Régimen Especial.

En la localidad de Barrios Unidos se localizan 14 equipamientos de salud que corresponden a tres Centros de Atención A

ambulatoria – CAA-, 1 Centro de Atención Médica Inmediata –CAMI-, tres Instituciones de Salud de Nivel 2, y siete Unidades Primarias de Atención – UPA-.

En esta localidad también se localizan 794 instituciones privadas prestadoras de servicios de salud que corresponden a laboratorios, consultorios médicos y odontológicos y centros de salud.

El encuentro y la cohesión social se pueden llevar a cabo en los equipamientos destinados a apoyar la organización social y la expresión colectiva a escala barrial, de la comunidad en general o de grupos específicos. Estos tipos de equipamientos de gran valor para la comunidad son: centros cívicos, casas juveniles y salones comunales. La localidad de Barrios Unidos posee un total de 10 equipamientos culturales dentro los cuales cuatro pertenecen al grupo que corresponde a encuentro y cohesión social, 5 corresponden a espacios de expresión y 1 es de la categoría de memoria y avance cultural. En relación con las UPZ, Doce de Octubre y Los Alcázares figuran cada una con tres, Los Andes y Parque El salitre registran por su parte cada una dos.

5.1.5.3.9.3 Estratificación y Población

La localidad de Barrios Unidos tiene 231 435 habitantes, los cuales representan el 3,2% del total de población de Bogotá. Por estrato socioeconómico se tiene que del total de habitantes de Barrios Unidos para el 2009, el 64,9% se encuentran en el estrato medio-bajo, el 30,0% en el medio, el 3,3% en el medio-alto y el 1,8% clasificado sin estrato.

5.1.5.3.9.4 Población

La localidad de Barrios Unidos, de acuerdo con las proyecciones de población a 2017, tiene un total 267 106 personas, de las cuales 134 370 son hombres (50%), y 132 736 son mujeres (50%), la Figura 5.1.5-21 Pirámide poblacional en la Localidad de Barrios Unidos muestra el comportamiento de la población por sexo y grupos quinquenales. (DANE, 2005)

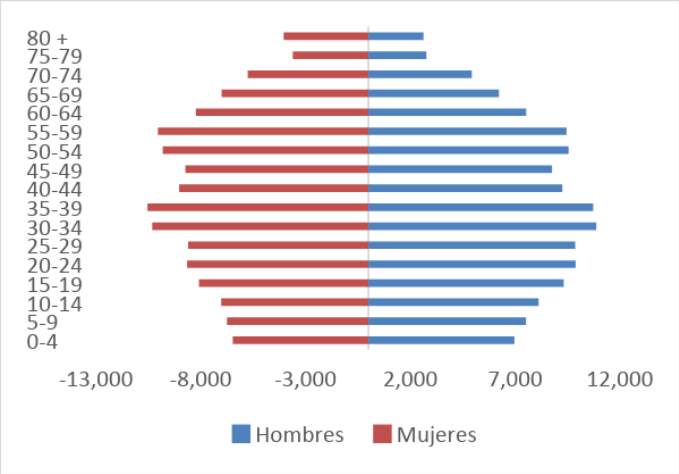


Figura 5.1.5-21 Pirámide poblacional en la Localidad de Barrios Unidos

Fuente: (DANE, 2005)

La pirámide poblacional muestra un comportamiento demográfico típico de poblaciones cuya natalidad ha descendido en los últimos años y es baja; este fenómeno genera un envejecimiento de la población. Lo que permite inferir bajos índices de dependencia económica, ya que los grupos de población en los que se concentra el mayor número de personas son entre los 30 y los 40 años y los 50 y 60 años de edad, población que se encuentra en edad de trabajar.

De acuerdo con las proyecciones de población del DANE 2005 - 2020, la dinámica poblacional de la Localidad de Barrios Unidos, muestra un crecimiento de población constante; sin embargo en el periodo entre el año 2015 – 2016 hubo un crecimiento significativo de población.

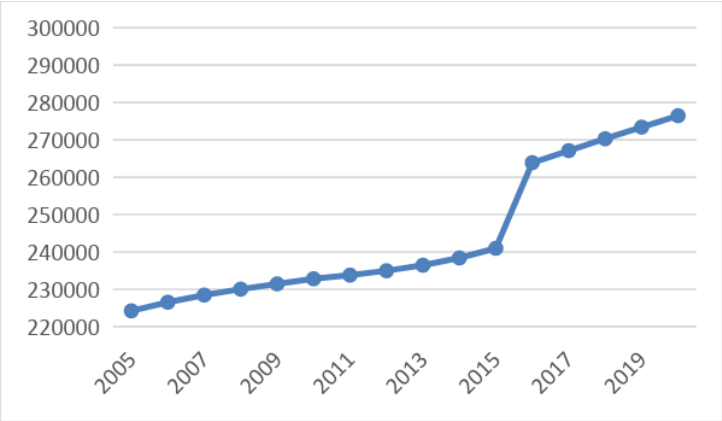


Figura 5.1.5-22 Crecimiento poblacional Localidad de Chapinero, 2005-2020

Fuente: (DANE, 2005)

5.1.5.3.9.5 Condiciones de Seguridad

La localidad de Barrios Unidos es considerada por la Policía Metropolitana de Bogotá como una de las más tranquilas, a pesar de tener un barrio como el 7 de Agosto, conocido por la venta de repuestos para carros. (Canal RCN, 2017)

Según la Encuesta de Percepción y Victimización de la Cámara de Comercio de Bogotá, esta localidad tiene niveles medios de victimización, se ubican entre el 9% y el 10%, y se presenta una alta percepción de inseguridad entre sus habitantes.

El sector de Chapinero, que alcanza a tocar la localidad, según el último informe de la Secretaría de Gobierno, es una de las zonas más críticas, donde más robos se registran e identificada como las más inseguras en la localidad.

Según la Secretaría de Gobierno, los barrios 7 de Agosto y Metrópolis son zonas críticas.

5.1.5.4 Área de Influencia Directa Socioeconómica

El área de influencia directa corresponde al área sobre la cual se presentan los impactos del proyecto, el cual corresponde a la primera manzana y 300 m en las estaciones. Para la definición de dicho polígono se tuvo en cuenta la posible afectación que se puede generar sobre las viviendas e infraestructura aledaña al proyecto, ya sea por procesos de reasentamiento o por ser receptores directos de los impactos tales como afectación por ruido, vibraciones, afectación al paisaje y posibles desvíos de vías principales durante la etapa de construcción. (Instituto de Desarrollo Urbano, 2014)

En el documento Estudio Ambiental y Social Integral de la Primera Línea del Metro (subterráneo) para la Ciudad de Bogotá desarrollado por el Instituto de Desarrollo Urbano IDU en el año 2015, se define el área de influencia directa del medio socioeconómico, teniendo en cuenta la ubicación de las estaciones propuestas para la PLMB, separadas entre sí a distancia de 500 m y 1000 m según la demanda identificada y la disponibilidad de predios para localizar los accesos y vestíbulos de las distintas estaciones; las condiciones que se revisaron para determinar dicha área de influencia directa son las siguientes:

- Las áreas de demanda estimadas de acuerdo en un área de 500 m (10 minutos a pie) o 1000 m (20 minutos a pie) para el caso de las estaciones intermodales.
- Las barreras físicas o psicológicas que impiden o dificultan la movilidad peatonal.
- Los corredores de movilidad que faciliten el acceso a las estaciones.
- Los polos atractores (equipamientos, parques, centros comerciales…) cercanos a las estaciones.
- La proximidad o lejanía de otras infraestructuras del transporte masivo (TM u otras estaciones del Metro cercanas) (Urbano, 2013)

En el documento Numeral 4: Especificaciones técnicas para la optimización y actualización de los diseños- ET-20: ESTUDIO SOCIAL en el 4.1.2.1. Se define el Área de influencia Directa como el territorio donde se producen los impactos sociales materiales de la obra, por existir accesos a garajes, viviendas, negocios comerciales. etc. Incluye el trazado del viaducto, áreas de campamento, prefabricación, zonas de cargue y descargue, Patio-Taller, vías de desviación. No incluye las áreas donde se desarrollarán los edificios laterales de las estaciones, pues estos obedecerán a procesos de renovación urbana, sobre suelo privado.

Se estableció entonces la siguiente AID para el componente socioeconómico del primer trazado de la línea del Metro de Bogotá teniendo en cuenta las seis (6) zonas de intervención y sus respectivas localidades, UPZ y barrios: 560 manzanas aferentes al trazado de la PLMB de las cuales 547 manzanas con construcciones, 13 manzanas de zonas verdes, y una manzana que corresponde a la Plazoleta del Voto Nacional en la Localidad de Los Mártires, como lo muestra la Figura 5.1.5-23.

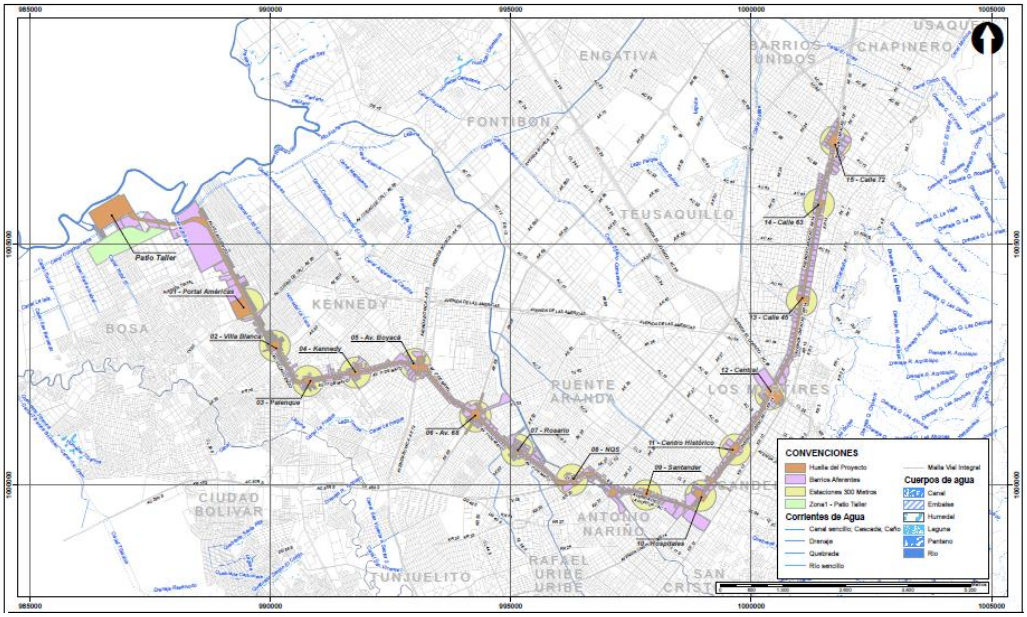


Figura 5.1.5-23 Área de Influencia Directa. Manzanas

En la Tabla 5.1.5-11, se establecen las UPZ que pertenecen al área de influencia directa del proyecto Estructuración Técnica del Tramo 1 de la primera Línea del metro de Bogotá-PLMB por cada una de las localidades que hacen parte de las seis (6) zonas establecidas como área de influencia indirecta. (Instituto de Desarrollo Urbano, 2013)

Tabla 5.1.5-11 Zonas, localidades, UPZ y barrio

Zona	Localidad	UPZ	Barrio
Patio-Taller	Bosa	UPZ 86	Santa fe
			El Corso
			Cañaveralejo
			Parcela El Porvenir
			El Porvenir
Zona 1: Cabecera-Portal Américas Desde Rio Bogotá hasta Carrera 79	Kennedy	UPZ83	Las Margaritas
		UPZ80	Villa Nelly III Sector
		UPZ82	Tintalito
		UPZ80	Chucua De La Vaca I
		UPZ81	Gran Britalia I
		UPZ47	Pastrana
Zona 2: Kennedy Desde Carrera 79 hasta Carrera 69 B		UPZ45	Provivienda Occidental (Camilo Torres)
		UPZ47	Ciudad Kennedy Sur
		UPZ47	Ciudad Kennedy Occidental
		UPZ80	Villa Nelly III Sector
		UPZ48	Timiza
		UPZ47	Ciudad Kennedy Oriental (California)
		UPZ47	Ciudad Kennedy Central
		UPZ47	Pastrana
		UPZ44	Provivienda Oriental
		UPZ45	Provivienda
		UPZ48	Timiza C
Zona 3 Puente Aranda Desde la Carrera 69 B hasta Av. NQS Cl.8 Sur		UPZ45	Alquería La Fragua Norte
		UPZ44	Provivienda Oriental
		UPZ45	Provivienda
		UPZ40	Remanso Sur
		UPZ41	Alcalá
		UPZ41	Autopista Muzú
	Puente Aranda	UPZ40	Remanso
		UPZ41	Autopista Muzú Oriental
		UPZ41	Tejar
		UPZ41	Autopista Sur
		UPZ40	San Eusebio
	Antonio Nariño	UPZ38	La Fragua
		UPZ38	Sena
	Los Mártires	UPZ37	Santa Isabel Sur
Zona 4 Antonio Nariño Desde Av. NQS Cl.8 Sur hasta Av., Caracas con Cl. 2	Antonio Nariño	UPZ38	La Fraguita
		UPZ38	San Antonio
		UPZ38	La Fragua
		UPZ37	Eduardo Santos
	Los Mártires	UPZ37	El Vergel
		UPZ37	Santa Isabel Sur
	Santa Fe	UPZ95	San Bernardino
Zona 5	Los Mártires	UPZ102	La Estanzuela

Zona	Localidad	UPZ	Barrio
Centro Histórico Desde Av. Caracas con Cl. 2 hasta Av. Caracas con Cl. 28	Santa Fe	UPZ102	La Favorita
		UPZ37	Eduardo Santos
		UPZ102	Santa Fe
		UPZ102	San Victorino
		UPZ102	Voto Nacional
		UPZ93	Santa Inés
		UPZ93	La Alameda
		UPZ93	La Capuchina
		UPZ95	San Bernardino
Zona 6 Centro Histórico Desde Av. Caracas con Cl. 2 hasta Av. Caracas con Cl. 28	Santa Fe	UPZ91	San Diego
		UPZ93	La Alameda
		UPZ91	Sagrado Corazón
		UPZ91	Samper
	Los Mártires	UPZ102	Santa Fe
	Teusaquillo	UPZ100	Chapinero Occidental
		UPZ101	La Magdalena
		UPZ101	Palermo
		UPZ101	Teusaquillo
		UPZ101	Armenia
		UPZ101	Santa Teresita
		UPZ100	Quesada
	Chapinero	UPZ97	Porciúncula
		UPZ99	Chapinero Central
		UPZ97	Lago Gaitán
		UPZ99	Sucre
		UPZ97	Quinta Camacho
		UPZ99	Chapinero Norte
		UPZ99	Marly
	Barrios Unidos	UPZ98	La Esperanza
		UPZ98	Concepción Norte
		UPZ98	San Felipe
		UPZ98	Juan XXIII
		UPZ98	Polo Club

Fuente: (Secretaría Distrital de Planeación, 2017)

5.1.5.4.1 Localidad de Bosa

El área de influencia directa para la localidad de Bosa está compuesta por la siguiente UPZ y barrio.

Tabla 5.1.5-12 Distribución localidad de Bosa

Zona	Localidad	UPZ	Barrio
Patio-Taller	Bosa	UPZ 86	El Porvenir

Fuente: Consorcio Metro BOG, 2017

Este sector de la localidad de Bosa en uno de los que colinda con el limite urbano de la ciudad, el barrio El Porvenir está conformado por conjuntos residenciales y cuenta con algunos establecimientos comerciales que atienden la demanda del sector, se encuentran tiendas de barrios y establecimientos de comercio a nivel local.

En cuanto a infraestructura se destaca el Centro de Desarrollo Comunitario de Bosa El Porvenir.

Fotografía 5.1.5-1 CDC Bosa Porvenir

Fuente: Google Earth

Fotografía 5.1.5-2 Conjuntos residenciales Ciudadela El Porvenir

Fuente: Google Earth

5.1.5.4.2 Localidad de Kennedy

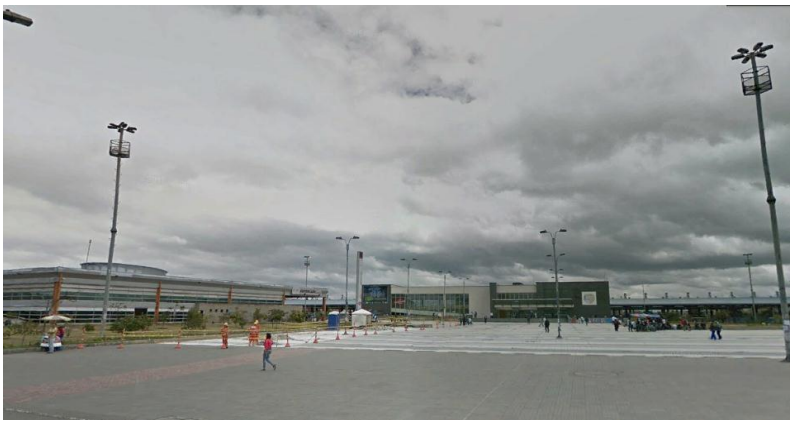
El área de influencia directa para la localidad de Kennedy (8) está compuesta por las siguientes UPZ y barrios.

Tabla 5.1.5-13 Distribución localidad de Kennedy

Localidad	N. Local.	UPZ	Nombre UPZ	Nombre Barrios
Kennedy	8	UPZ44	Américas	Provivienda Oriental
		UPZ44	Américas	Hipotecho Occidental
		UPZ44	Américas	Ciudad Kennedy
		UPZ45	Carvajal	Provivienda Occidental
		UPZ45	Carvajal	Alquería La Fragua Norte
		UPZ45	Carvajal	Provivienda
		UPZ80	Corabastos	Villa Nelly III Sector
		UPZ80	Corabastos	Chucua De La Vaca I
		UPZ81	Gran Britalia	Gran Britalia I
		UPZ47	Kennedy Central	Ciudad Kennedy Sur
		UPZ47	Kennedy Central	Ciudad Kennedy Occidental
		UPZ47	Kennedy Central	Ciudad Kennedy Oriental
		UPZ47	Kennedy Central	Ciudad Kennedy Central
		UPZ47	Kennedy Central	Pastrana
		UPZ83	Las Margaritas	Las Margaritas
		UPZ82	Patio Bonito	Tintalito
		UPZ82	Patio Bonito	Dindalito
		UPZ48	Timiza	Timiza
		UPZ48	Timiza	Timiza C
		UPZ48	Timiza	Tocarema

Fuente: Consorcio Metro BOG, 2017

Por los 20 barrios de la localidad de Kennedy donde se ubican las manzanas del área de influencia Directa se identifican los siguientes Nodos Sociales El portal de Las Américas, Centro de Desarrollo Comunitario e Kennedy, Colsubsidio, Compensar 1 de Mayo, Salud Total, Corporación Universitaria Remington, PDS. Por el Derecho a la Salud, Hospital de Kennedy, zona de comercialización materiales de construcción, Centro Médico Carvajal IPS, Colmedica IPS, Servicios Bancarios, Plaza de Las Américas, Funeraria Jardines del Apogeo, zona de recreación y esparcimiento (discotecas y bares), centros de cultos religiosos, Parque del Tejar. (Secretaria Distrital de Planeación, 2006)



Fotografía 5.1.5-3 Embalse

Fuente: Google Earth

Fotografía 5.1.5-4 Hospital de Kennedy

Fuente: Google Earth

Fotografía 5.1.5-5 Funeraria Jardines del Apogeo

Fuente: Google Earth

5.1.5.4.3 Localidad de Puente Aranda

El área de influencia directa para la localidad de Puente Aranda (16) está compuesta por las siguientes UPZ y barrios.

Tabla 5.1.5-14 Distribución localidad Puente Aranda

Localidad	N. Local.	UPZ	Nombre UPZ	Nombre Barrios
PUENTE ARANDA	16	UPZ40	Ciudad Montes	Remanso Sur
		UPZ40	Ciudad Montes	Remanso
		UPZ40	Ciudad Montes	San Eusebio
		UPZ41	Muzú	Alcalá
		UPZ41	Muzú	Autopista Muzú
		UPZ41	Muzú	Autopista Muzú Oriental
		UPZ41	Muzú	Tejar
		UPZ41	Muzú	Autopista Sur
		UPZ43	San Rafael	Provivienda Norte

Fuente Consorcio Metro BOG, 2017

Por los nueve barrios de la localidad de Puente Aranda donde se ubican las manzanas del área de influencia directa se identifican los siguientes Nodos sociales, Unidad de reparación para las víctimas de la Presidencia de la República, comercio de venta de muebles y Unidades Residenciales.

Fotografía 5.1.5-6 Sena sede Av. 1° de Mayo

Fuente: Google Earth

5.1.5.4.4 Localidad de Antonio Nariño

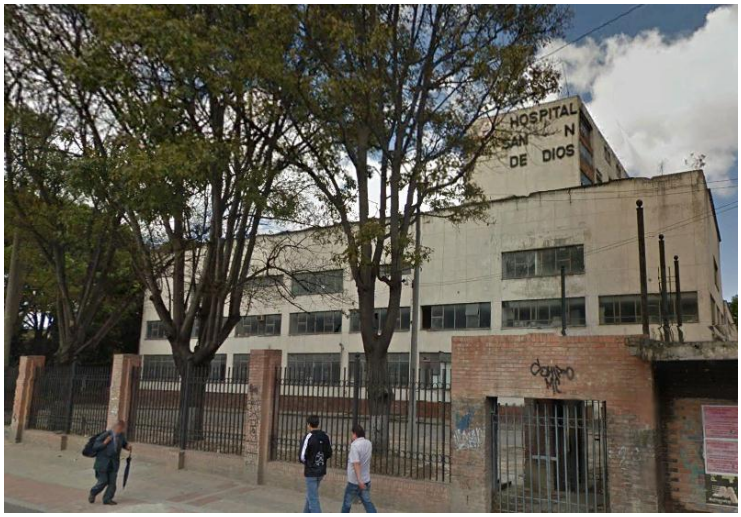
El área de influencia directa para la localidad Antonio Nariño (15) está compuesta por las siguientes UPZ y barrios.

Tabla 5.1.5-15 Distribución localidad de Antonio Nariño

Localidad	N. Local.	UPZ	Nombre UPZ	Nombre Barrios
Antonio Nariño	15	UPZ35	Ciudad Jardín	La Hortúa
		UPZ38	Restrepo	La Fraguita
		UPZ38	Restrepo	San Antonio
		UPZ38	Restrepo	La Fragua
		UPZ38	Restrepo	Sena

Fuente Consorcio Metro BOG, 2017

Por los 5 barrios de la localidad de Antonio Nariño donde se ubican las manzanas del área de influencia directa se identifican los siguientes Nodos sociales, SENA, UNAD, BodyTech, Clínica San Lucas, Centro Dermatológico Federico Lleras y Hospital San Juan de Dios



Fotografía 5.1.5-7 Hospital San Juan de Dios

Fuente: Google Earth

Fotografía 5.1.5-8 Centro Dermatológico Federico Lleras (Caracas con calle 1)

Fuente: Google Earth

5.1.5.4.5 Localidad de Mártires

El área de influencia directa para la localidad de Mártires (14) está compuesta por las siguientes UPZ y barrios.

Tabla 5.1.5-16 Distribución localidad de Mártires

Localidad	N. Local.	UPZ	Nombre UPZ	Nombre Barrios
Mártires	14	UPZ102	La Sabana	La Estanzuela
		UPZ102	La Sabana	La Favorita
		UPZ102	La Sabana	Santa Fe
		UPZ102	La Sabana	San Victorino
		UPZ102	La Sabana	Voto Nacional
		UPZ37	Santa Isabel	Eduardo Santos
		UPZ37	Santa Isabel	El Vergel
		UPZ37	Santa Isabel	Santa Isabel Sur

Fuente: Consorcio Metro BOG, 2017

Por los ocho barrios de la localidad de Mártires ubicada al costado occidental con respecto al trazado donde se ubican las manzanas del área de influencia directa se identifican los siguientes Nodos sociales, Policía Metropolitana de Bogotá, Plazoleta Los Mártires, Basílica menor del Voto Nacional, Centro Comercial Servilcom.co, Batallón Guardia Presidencial, Sector de San Victorino, zona de Toleran, Centro de Educación Superior San Mateo.

Fotografía 5.1.5-9 Voto Nacional

Fuente: Google Earth

Fotografía 5.1.5-10 Sector San Victorino

Fuente: Google Earth

Fotografía 5.1.5-11 Hospital de la Misericordia

Fuente: Google Earth

5.1.5.4.6 Localidad de Santa Fe

El área de influencia directa para la localidad de Santa Fe (3) está compuesta por las siguientes UPZ y barrios.

Tabla 5.1.5-17 Distribución localidad de Santa Fe

Localidad	N. Local.	UPZ	Nombre UPZ	Nombre Barrios
Santa fe	3	UPZ91	Sagrado Corazón	San Diego
		UPZ91	Sagrado Corazón	Sagrado Corazón
		UPZ91	Sagrado Corazón	Samper
		UPZ93	Las Nieves	Santa Inés
		UPZ93	Las Nieves	La Alameda
		UPZ93	Las Nieves	La Capuchina
		UPZ95	Las Cruces	San Bernardino

Fuente: Consorcio Metro BOG, 2017

Por los siete barrios de la localidad de Santa Fe donde se ubican las manzanas del área de influencia directa se identifican los siguientes Nodos sociales.

Fotografía 5.1.5-12 Parque Tercer Milenio

Fuente: Google Earth

5.1.5.4.7 Localidad de Teusaquillo

El área de influencia directa para la localidad Teusaquillo (13) está compuesta por las siguientes UPZ y barrios.

Tabla 5.1.5-18 Distribución localidad de Teusaquillo

Localidad	N. Local.	UPZ	Nombre UPZ	Nombre Barrios
Teusaquillo	13	UPZ100	Galerías	Quesada
		UPZ100	Galerías	Chapinero Occidental
		UPZ101	Teusaquillo	La Magdalena
		UPZ101	Teusaquillo	Palermo
		UPZ101	Teusaquillo	Teusaquillo
		UPZ101	Teusaquillo	Armenia
		UPZ101	Teusaquillo	Santa Teresita

Fuente: Consorcio Metro BOG, 2017

Por los siete barrios de la localidad Teusaquillo donde se ubican las manzanas del área de influencia directa se identifican los siguientes Nodos sociales, cercanía al Consejo de Bogotá, Profamilia, Universidades.

Fotografía 5.1.5-13 Profamilia

Fuente: Google Earth

5.1.5.4.8 Localidad de Chapinero

El área de influencia directa para la localidad de Chapinero (2) está compuesta por las siguientes UPZ y barrios.

Tabla 5.1.5-19 Distribución localidad de Chapinero

Localidad	N. Local.	UPZ	Nombre UPZ	Nombre Barrios
Chapinero	2	UPZ97	Chico Lago	Porciúncula
		UPZ97	Chico Lago	Lago Gaitán
		UPZ97	Chico Lago	Quinta Camacho
		UPZ99	Chapinero	Chapinero Central
		UPZ99	Chapinero	Sucre
		UPZ99	Chapinero	Chapinero Norte
		UPZ99	Chapinero	Marly

Fuente: Consorcio Metro BOG, 2017

Por los siete barrios de la localidad de Chapinero donde se ubican las manzanas del área de influencia directa se identifican los siguientes Nodos sociales, SENA, Plazoleta de Las Flores, centros comerciales, Universidad pedagógica.

Fotografía 5.1.5-14 ÉXITO calle 53

Fuente: Google Earth

Fotografía 5.1.5-15 Colegio Distrital Manuela Beltrán

Fuente: Google Earth

5.1.5.4.9 Localidad de Barrios Unidos

El área de influencia directa para la localidad de Barrios Unidos (12) está compuesta por las siguientes UPZ y barrios.

Tabla 5.1.5-20 Distribución localidad de Barrios Unidos

Localidad	N. Local.	UPZ	Nombre UPZ	Nombre Barrios
Barrios Unidos	12	UPZ98	Los Alcázares	La Esperanza
		UPZ98	Los Alcázares	Concepción Norte
		UPZ98	Los Alcázares	San Felipe
		UPZ98	Los Alcázares	Juan XXIII

Fuente: Consorcio Metro BOG, 2017

5.1.5.5 Conclusiones Área de Influencia Socioeconómica

En la revisión de la información se reconocieron características de cada uno de los sectores que se intervendrán, diferenciados por localidad, así como la composición frente a la diversidad de la infraestructura existente.

En las zonas donde se llevará a cabo la intervención, predomina los equipamientos colectivos y de prestación de servicios educativos, de salud y culturales a sus residentes y población flotante que deberán ser caracterizados desde la particularidad para identificar si hay afectación con las obras y el nivel de las mismas.

Para la caracterización fue necesario realizar el levantamiento de información primaria, para lo cual se hizo presencia en las seis zonas y se adelantó contacto directo con la población y administraciones locales.

En el área de influencia se identificaron Bienes de Interés Cultural, por lo tanto deben considerarse los procesos a adelantar con las entidades competentes así como las medidas de manejo frente a la identificación de posibles impactos.

En las pirámides poblacionales se identificaron características diversas frente al comportamiento y estructura de la población, estas particularidades deberán ser consideradas y analizadas con mayor profundidad en la caracterización para establecer parámetros de intervención de acuerdo con los datos finales, es decir si se encuentra una población joven o mayor número de población de la tercera edad, más hombres o menos mujeres.

Para los análisis y presentación de datos se tomó información secundaria, en particular para el tramo entre la Calle 1 a la 76 sobre la Avenida Caracas, así mismo fue necesaria la recopilación de información primaria y observación directa.

5.1.6 Área de Influencia del Proyecto PLMB

En las figuras a continuación, se presenta el área de influencia del proyecto PLMB compuesta por los medios abiótico, biótico y socioeconómico.

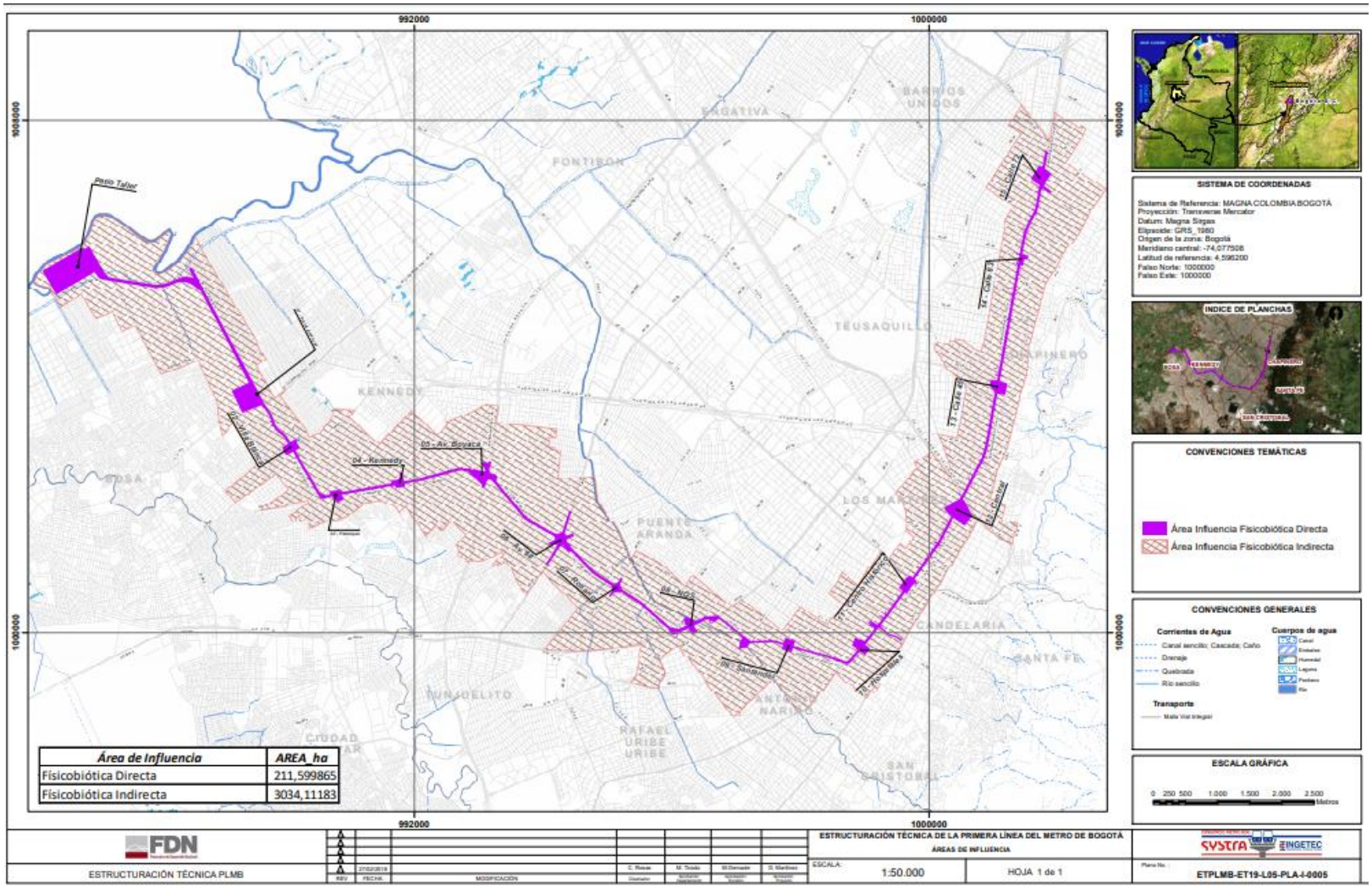


Figura 5.1.6-1 Área de Influencia Medios Abiótico y Biótico

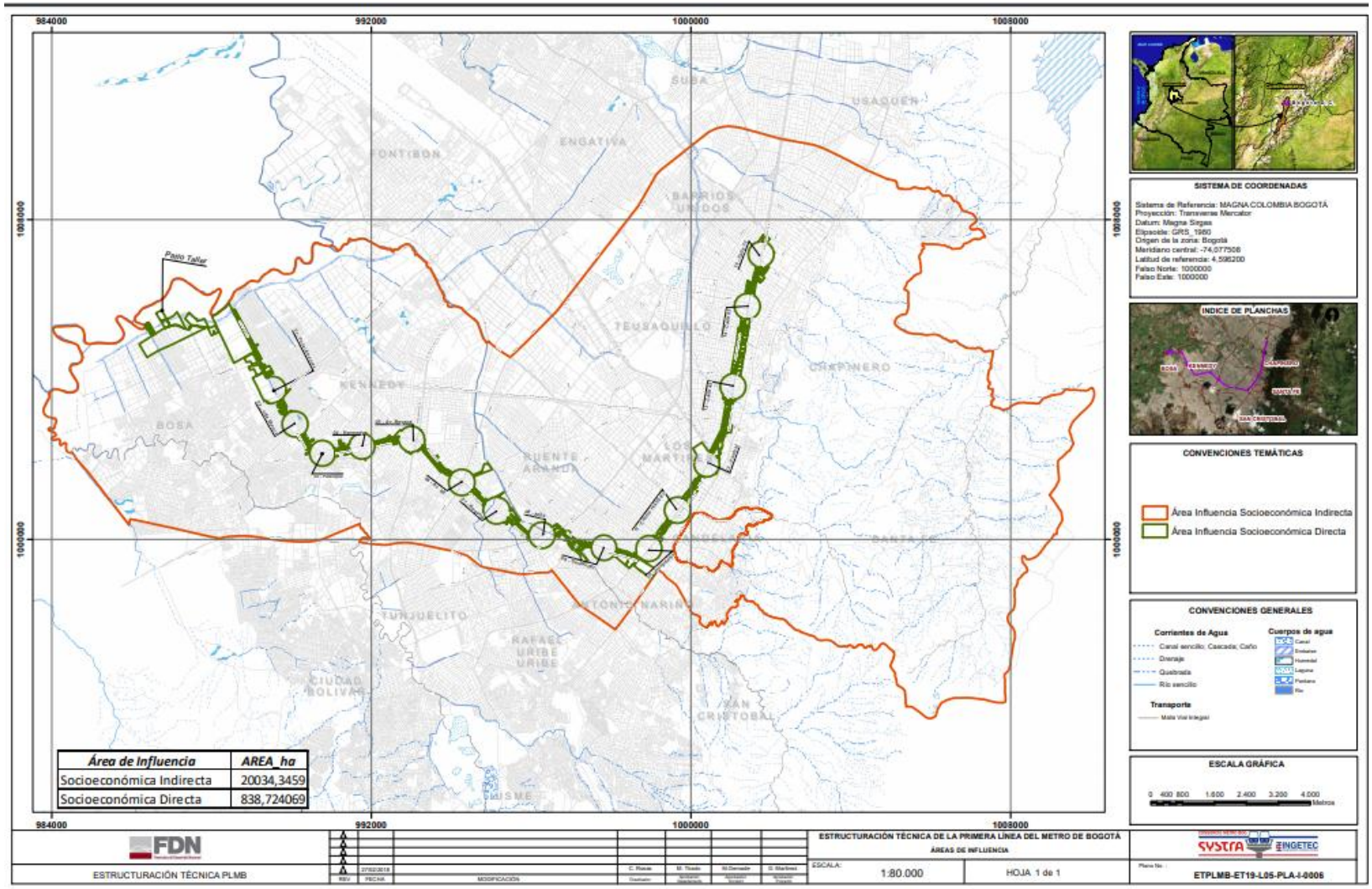


Figura 5.1.6-2 Área de Influencia Medio Socioeconómico

Para la delimitación de las áreas de influencia de los medios biótico y abiótico se tuvieron en cuenta los siguientes aspectos:

- Alteración de la composición y estructura de las comunidades de flora y fauna
- Franjas de protección riverina o de rondas de los cuerpos de agua
- Zonas de preservación ambiental
- Áreas de manejo especial
- Alteración de las propiedades físicas, químicas y/o biológicas del suelo
- Cambio en el uso actual del suelo
- Cauces que atraviesan el trazado
- Potenciales receptores y zonas sensibles.

Para la delimitación del área de influencia socioeconómica, los factores que definieron la mayor o menor afectación social son: cercanía física al área del proyecto y áreas de operación, uso y dependencia de vías e infraestructura que serán utilizados, removidos o creados en relación a la actividad, y a la influencia económica directa por las actividades a desarrollar por el proyecto.

En la Tabla 5.1.6-1 a continuación, se presentan las áreas totales de las áreas de influencia de los diferentes medios.

Tabla 5.1.6-1 Áreas de influencia

Áreas de Influencia	Área (ha)
Área de Influencia Directa Medios Abiótico - Biótico	211,6
Área de Influencia Indirecta Medios Abiótico - Biótico	3034,0
Área de Influencia Directa Medio Socioeconómico	838,7
Área de Influencia Indirecta Medio Socioeconómico	20034,3

Es fundamental tener en cuenta que algunas de las actividades y sitios requeridos para la ejecución del proyecto aún no están definidas, debido a que su ubicación depende el diseño final y decisión del contratista seleccionado para la ejecución de las obras. Por lo cual la identificación, delimitación y definición del área de influencia puede presentar variaciones.

Estas actividades y/o sitios son:

- Sitio(s) de planta de prefabricados o dovelas
- Sitio(s) y fuentes de materiales de construcción
- Sitio(s) para disposición de residuos de construcción y demolición
- Rutas de movimiento de camiones
- Rutas de desvío de tráfico durante la construcción del proyecto

Estos sitios deben ser actualizados por el contratista de obra y una vez definidos, incluirlos dentro del área de influencia directa del proyecto.

5.2 ZONIFICACIÓN AMBIENTAL

A continuación, se presenta la zonificación ambiental definida a partir de la línea base ambiental de los tres medios analizados para el área de estudio del proyecto.

5.2.1 Objetivo de la zonificación

El objetivo de la zonificación ambiental del área de influencia del Proyecto Primera Línea del Metro de Bogotá (PLMB) es determinar la capacidad de asimilación de los componentes ambientales ante intervenciones externas, mediante la evaluación de sus niveles de sensibilidad a través del análisis integral de los medios abiótico, biótico y socioeconómico, a partir de la caracterización ambiental del área de influencia, la legislación vigente y los planes de ordenamiento existentes, con el fin de valorar la magnitud de los impactos y sus consecuentes medidas de manejo. Análisis y estudios que se desarrollan en las condiciones actuales para la zonificación, sin tener en cuenta las cargas adicionales que puede presentarse por la consecución del proyecto (PLMB).

Este análisis permite planear y ordenar el Proyecto en sus etapas de construcción y operación en términos de su manejo ambiental. Se pretende zonificar el territorio ante potenciales intervenciones para posteriormente maximizar las potencialidades que ofrece y establecer el adecuado manejo a las sensibilidades en él identificadas.

5.2.2 Definiciones

Se parte de considerar el ambiente como la conjunción de todos sus componentes físico, biótico y social, cuyas particulares dinámicas permiten definir las áreas con potencialidad ambiental para intervención, las áreas ambientalmente sensibles y las áreas ambientalmente frágiles. Estas definiciones de zonificación se dan en función de su sensibilidad ambiental; es decir, de la susceptibilidad que tienen los componentes ambientales a ser deteriorados ante la incidencia de determinadas actuaciones, que afectan alguna o algunas de las variables abióticas, bióticas y sociales y responden a los requerimientos establecidos en las especificaciones técnicas para la Estructuración Técnica del tramo 1 de la Primera Línea del Metro de Bogotá ET-19.

Como complemento a dichas Especificaciones Técnicas , para definir las unidades de zonificación de los componentes abióticos, bióticos y socioeconómico se acogerán las categorías definidas en la Guía del MADS “Metodología general para la elaboración de estudios ambientales” de 2010, adoptadas y establecidas para la Geodatabase mediante la Resolución 2182 de 2016, las cuales son: Áreas de especial significado ambiental, Áreas de recuperación ambiental, Áreas de riesgo y amenazas, Áreas de producción económica y Áreas de importancia social, las cuales, de acuerdo con sus particularidades en el área del Proyecto, se enmarcan dentro de categorías de sensibilidad ambiental.

5.2.2.1 Definiciones para este estudio en relación con la Resolución 1503 de 2010 (Metodología General para la elaboración de Estudios Ambientales)

5.2.2.1.1 Áreas de especial significado ambiental

De acuerdo con el Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial, hoy Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible (MAVDT, 2010) en esta categoría se incluyen las áreas naturales protegidas; los ecosistemas sensibles; las rondas; los corredores biológicos; la presencia de zonas

con especies endémicas, amenazadas o en peligro crítico; las áreas de importancia para la cría, reproducción, alimentación y anidación; y las zonas de paso para especies migratorias.

De acuerdo con lo anterior y teniendo en cuenta la caracterización obtenida para el área de influencia del medio biótico, el área de estudio corresponde a un territorio artificializado altamente transformado con predominio de coberturas de tejido urbano, por lo que no se encuentran áreas propiamente asociadas con ecosistemas terrestres y acuáticos naturales.

En este contexto y para el medio biótico, las zonas verdes, parques, separadores viales y corredores de ronda que bordean las corrientes de agua canalizadas, son los que sustentan un arbolado cuya composición y estructura obedece principalmente a siembras que responden más a un diseño urbanístico que natural, cuyos elementos arbóreos y vegetación menor ofrecen hábitat de refugio, reproducción y lugares de paso principalmente para la avifauna, la cual está caracterizada en general por especies comunes, generalistas y adaptadas a las condiciones de la ciudad.

Con respecto a las áreas protegidas, los componentes de la Estructura Ecológica Principal que se encuentran en el área de influencia del proyecto de la PLMB, comprenden sectores en primer lugar de los Corredores Ecológicos, y en segundo lugar, del Área de Manejo Especial del río Bogotá, cuyos elementos están conformados para el primer componente, por Corredores ecológicos de ronda, Rondas hidráulicas y Zonas de Manejo y Preservación Ambiental-ZMPA; siendo los del segundo componente, la Ronda hidráulica del Río Bogotá y la Zona de Manejo y Preservación del Río Bogotá.

De acuerdo con las características anteriormente señaladas, para la clasificación de la sensibilidad dentro de esta categoría se tienen en cuenta aquellas áreas con connotación de áreas protegidas legalmente constituidas, a las cuales se les atribuye una mayor fragilidad con respecto a las no declaradas como protegidas y por ende implícitamente poseen una mayor sensibilidad.

También se consideran aquellas áreas que poseen componentes de la vegetación y sustentan hábitats para la avifauna principalmente, al igual que los sectores de las rondas asociadas con los Canales, que aunque se encuentran en desarrollo y consolidación, se constituyen en la actualidad en Corredores Ecológicos incipientes que ofrecen beneficios (servicios ecosistémicos) que elevan la calidad ambiental, el disfrute público, el balance de la oferta ambiental del territorio en correspondencia con el poblamiento y la demanda, y que promueven además, espacios para la conectividad ecológica y la preservación y restauración de la biodiversidad.

5.2.2.1.2 Áreas de recuperación ambiental

Se identifican como aquellas áreas con aptitud para conservación de la biodiversidad y sus servicios ecosistémicos que presentan algún grado de deterioro actual o potencial en razón al uso o manejo inadecuado que se hace de ellas (Conflicto de uso del suelo). Dadas las condiciones de su estado actual, estas áreas son sensibles a intervenciones, por lo que exigen medidas de manejo y restricciones para su uso.

5.2.2.1.3 Áreas de riesgo y amenazas

Son aquellas áreas que, dada su naturaleza o estado actual, representan algún nivel de riesgo de ocurrencia de daños o pérdidas a elementos propios del entorno, a infraestructura existente o al mismo Proyecto.

5.2.2.1.4 Áreas de producción económica

Corresponde a las zonas donde se desarrollan actividades comerciales, industriales y de servicios, formales e informales, que determinan la dinámica económica de la ciudad – región y las condiciones de ocupación y generación de ingresos de la población.

5.2.2.1.5 Áreas de importancia social

Corresponden a las áreas de ubicación de asentamientos humanos, de infraestructura física social y/o de importancia histórica y cultural.

5.2.3 Metodología

5.2.3.1 Zonificación de categorías

Para zonificar el área se parte del conocimiento obtenido de la caracterización de los elementos constitutivos del ambiente (Línea base abiótica, biótica y socioeconómica). La zonificación se orienta a analizar los elementos constitutivos del ambiente que podrían verse afectados por el Proyecto y sus variables indicadoras en relación con las categorías establecidas en el Documento "Metodología General para la presentación de estudios ambientales" (MAVDT, 2010. adoptado mediante la Resolución 1503 de agosto 04 de 2010) y en la consolidación del Modelo de Almacenamiento Geográfico, (adoptado mediante la Resolución 2182 de 2016). Se identificarán cuáles son los elementos constitutivos y variables indicadoras que se convierten o son limitantes del funcionamiento normal del sistema ante presiones externas y, a partir de estos elementos y variables indicadoras, se interpreta el nivel de absorción de la carga o intervención, para finalmente, mediante un esfuerzo integrador y de síntesis, establecer la condición del área frente a posibles intervenciones productivas.

5.2.3.2 Procedimiento

Tomando como base la información de caracterización ambiental y los mapas temáticos de cada aspecto, se establecen los siguientes pasos metodológicos para obtener la zonificación del área de estudio.

5.2.3.2.1 Paso 1: Calificación de atributos

Como paso inicial se calificarán los atributos definidos como relevantes en los diferentes medios analizados en los medios abiótico, biótico y socioeconómico.

La condición de sensibilidad se establece mediante la migración de los atributos propios de cada mapa temático hacia la escala de sensibilidad definida desde un ambiente frágil hasta un ambiente con potencialidad ambiental así:

- Frágil (F)
- Muy Alta Sensibilidad (MAS)
- Altamente sensible (AS)
- Medianamente sensible (MS)
- Baja sensibilidad (BS)
- Muy Baja Sensibilidad (MBS)

- Potencial (P)

Atendiendo lo indicado en la Metodología para la Elaboración de Estudios Ambientales (MAVDT, 2010), estas categorías se homologan con las requeridas en la geodatabase de zonificación ambiental (Resolución 2182 de 2016)

5.2.3.2.2 Paso 2: Superposición de información temática y obtención de mapas de categorías ambientales

Una vez obtenida la zonificación para cada elemento definido, se realizará la superposición de información temática mediante el cruce y superposición de categoría de sensibilidad (álgebra de mapas) para cada medio analizado, utilizando sistemas de información geográfica (SIG).

Para el proceso de superposición prima la condición de mayor sensibilidad, tal como se presenta en la Figura 5.2.3-1.

Figura 5.2.3-1 Definición de la condición de sensibilidad durante la superposición de mapas

Fuente: Consorcio Metro BOG, 2017, Presente estudio

Esta superposición genera como resultado cinco (5) mapas, bajo las categorías de sensibilidad establecidas por el MAVDT (2010) en la Metodología general para la presentación de estudios ambientales:

- Áreas de especial significado ambiental
- Áreas de recuperación ambiental
- Áreas de riesgo y amenazas
- Áreas de producción económica
- Áreas de importancia social

En la Tabla 5.2.3-1 se muestran las categorías de sensibilidad, los aspectos que la componen y sus características generales.

Tabla 5.2.3-1 Categorías de sensibilidad

Categoría de sensibilidad		Características
Áreas de especial significado ambiental	Áreas protegidas	Es el conjunto de áreas protegidas, actores sociales y estrategias e instrumentos de gestión que las articulan, para contribuir como un todo al cumplimiento de los objetivos de conservación del país. Incluye todas las áreas protegidas de gobernanza pública, privada o comunitaria, y del ámbito de gestión nacional, regional o local. El Decreto 190 de 2004, en su artículo 79, define al Sistema de áreas Protegidas del Distrito Capital, como "…el conjunto de espacios con valores singulares para el patrimonio natural del Distrito Capital, la Región o la Nación, cuya conservación resulta imprescindible para el funcionamiento de los ecosistemas, la conservación de la biodiversidad y la evolución de la cultura en el Distrito Capital, las cuales en beneficio de todos los habitantes, se reservan y se declaran dentro de cualquiera de las categorías enumeradas en el presente Plan." En el área de estudio, no se encuentran áreas protegidas del orden nacional, ni regional de las definidas para el territorio Distrital. A nivel local, las áreas protegidas se asocian con los componentes de la Estructura Ecológica Principal-EEP del Distrito Capital. En el Área de Influencia del Proyecto, las áreas con suelo de protección de la EEP, corresponden a los Corredores Ecológicos y al Área de Manejo Especial del Río Bogotá, los cuales entre los elementos que los caracterizan se encuentran las Rondas hidráulicas y las Zonas de Preservación y Manejo Ambiental- ZMPA. El artículo 78 del Decreto Distrital 190 de 2004, define la Ronda hidráulica y Zona de Manejo y Preservación Ambiental, en los siguientes términos: "Ronda hidráulica: Zona de protección ambiental e hidráulica no edificable de uso público, constituida por una franja paralela o alrededor de los cuerpos de agua, medida a partir de la línea de mareas máximas (máxima inundación), de hasta 30 metros de ancho destinada principalmente al manejo hidráulico y la restauración ecológica". "Zona de Manejo y Preservación Ambiental: Es la franja de terreno de propiedad pública o privada contigua a la ronda hidráulica, destinada principalmente a propiciar la adecuada transición de la ciudad construida a la estructura ecológica, la restauración ecológica y la construcción de la infraestructura para el uso público ligado a la defensa y control del sistema hídrico".
	Coberturas de la Tierra	Con base en la fotointerpretación y delimitación de las coberturas de la Tierra mediante la aplicación de la metodología de Corine Land Cover (IDEAM, 2010), se identifican las coberturas que desde el punto de vista biótico tienen mayor importancia por ofrecer hábitats para el establecimiento de la vegetación y la avifauna. En el AID del proyecto se identificaron 10 tipos de coberturas, de las cuales los separadores y las de Parques y zonas verdes son las coberturas a nivel

Categoría de sensibilidad		Características
		urbano, que sustentan hábitat de importancia la para vegetación y la fauna. Estas coberturas cubren el 39% del AID del proyecto.
Áreas de recuperación ambiental	Áreas de Restauración	De acuerdo con el Plan Nacional de Restauración (2015), en estas zonas se incluye el resto de áreas fuera de PNN y RUNAP que son de importancia para la restauración (integrando cuencas aferentes, ecosistemas acuáticos y áreas afectadas por minería) que no poseen alguna categoría de protección o están en el marco de un proceso de declaratoria (áreas de las Resoluciones 1628 y 1814 de 2015, del MADS).
	Suelos con potencialidad para conservación en conflicto de uso	Zonas de importancia para la conservación en las cuales se requiere desarrollar actividades de recuperación
	Acuíferos vulnerables a la contaminación por sus características de productividad y litología	Zonas de potencial hidrogeológico susceptibles a ser contaminadas
	Áreas vulnerables a la contaminación atmosférica (Material particulado: PM10 y PM2.5)	Zonas que reportan concentraciones y/o valores cercanos al límite establecido en la normatividad ambiental vigente.
	Áreas vulnerables de contaminación acústica	
Áreas de riesgo y amenazas	Zonas inestables - Amenaza por remoción en masa	Zonas que por sus condiciones geotécnicas, hidrológicas y/o sísmicas, pueden generar amenaza y riesgo para los demás elementos del ambiente.
	Zonas inundables – Amenaza por inundaciones	
	Amenaza sísmica	
Áreas de producción económica	Actividades económicas formales	Zonas que determinan la dinámica económica de la ciudad – región y las condiciones de ocupación y generación de ingresos de la población.
	Actividades económicas informales – Ocupantes del Espacio Público	
	Economías de aglomeración y crecimiento económico	
Áreas de importancia social	Uso residencial	Áreas dentro de la ciudad que destinan sus usos principales a las viviendas, permitiendo usos complementarios.
	Actividad dotacional	Infraestructura hospitalaria, servicios de salud, centros educativos, espacios recreativos, de servicios comunitarios y/ o social que son de importancia para la comunidad y que además se configuran como elementos de reconocimiento a nivel del territorio.
	Corredores viales y zonas de movilidad	Vías de circulación vehicular con condiciones especiales que va a utilizar el Proyecto.
	Bienes de Interés Cultural	Zonas en las que existe patrimonio cultural e histórico. Entendiendo que el patrimonio cultural son los objetos, edificaciones, sectores urbanos y manifestaciones de carácter cultural que muestran los sentidos y apropiaciones que los habitantes de Bogotá hacen de la historia y la memoria.
	Zonas de alto impacto	Zonas en las que se han generado dinámicas relacionadas con el comercio sexual, venta y consumo de sustancias psicoactivas (SPA), presencia de habitante de calle y diversos tipos de delitos, relacionados con aspectos de seguridad.

Fuente: Consorcio Metro BOG, 2017

5.2.3.2.3 Paso 3: superposición final de mapas y obtención de mapa de zonificación ambiental

Como resultado de la superposición de los mapas de zonificación por categorías de sensibilidad se obtendrá un mapa único de zonificación ambiental, mediante el uso de los sistemas de información geográfica (Programa ArcGis 10.1)

5.2.3.2.4 Paso 4: panel de expertos

Finalmente, el mapa de zonificación ambiental obtenido es sometido al escrutinio de los profesionales que han participado en los estudios de línea base, los cuales mediante un taller evaluarán el resultado para, en caso de ser necesario, reevaluar los criterios de calificación y obtener una zonificación más ajustada y real del territorio en cuanto a su sensibilidad.

5.2.4 Resultados

5.2.4.1 Áreas de especial significado ambiental

Como paso inicial se identificaron y evaluaron los atributos definidos como relevantes para el medio biótico. Para el caso particular del Proyecto PLMB, los elementos de análisis definidos y presentados en los numerales siguientes son:

- Áreas protegidas
- Coberturas de la tierra

En esta categoría se identifican las áreas protegidas, entre ellas las rondas de los corredores biológicos y las ZMPA que hacen parte de la EEP del Distrito Capital. De igual forma se consideran las coberturas que ofrecen condiciones favorables para el sustento de los elementos arbóreos y las especies generalistas de la avifauna, grupo que se destaca por la capacidad de adaptación a las condiciones extremas de una urbe como Bogotá.

Para la clasificación de sensibilidad dentro de esta categoría se tienen en cuenta aquellas áreas susceptibles a la pérdida de su condición actual y de los servicios ecosistémicos que ofrecen frente a una posible intervención, por lo que deberían permanecer en su estado actual o, de ser intervenidas, hacerlo bajo medidas de manejo ambiental estrictas, acorde a su condición, con actividades de conservación, restauración o rehabilitación que supongan su mejoramiento a mediano y largo plazo.

De acuerdo con lo anterior se determinaron los siguientes niveles de sensibilidad para las siguientes categorías: Áreas protegidas y coberturas de la tierra.

5.2.4.1.1 Áreas protegidas

Como referencia para la determinación de la sensibilidad de las áreas protegidas presentes en el AID, se tuvieron en cuenta los criterios que se presentan a continuación:

- Frágil (F). Se encuentran en esta categoría aquellas áreas protegidas con connotación de protección a nivel internacional o nacional y aquellas que se encuentren categorizadas en el Sistema Nacional de Áreas Protegidas- SINAP.

- Muy Alta Sensibilidad (MAS): En esta categoría se incluyen las áreas protegidas con categoría de protección regional, y aquellas que no se encuentran categorizadas en el SINAP pero

se encuentran declaradas y con una reglamentación de manejo, como es el caso de las Reservas Forestales de Ley 2da de 1959.

- Altamente sensible (AS): Se incluyen las áreas protegidas con categoría de protección municipal o local, identificadas en los Esquemas de Ordenamiento Territorial. En esta categoría se encuentran las áreas correspondientes a los corredores ecológicos y las rondas hidráulicas.

- Medianamente sensible (MS): Esta categoría incluye las áreas de las Cuencas ordenadas o en ordenación, y aquellas áreas en estudio que por contener elementos de importancia ecológica pueden ser potencialmente declaradas como áreas protegidas. Se incluyen en esta categoría, las Zonas de Manejo y Preservación Ambiental-ZMPA, adyacentes a las franjas de ronda de los cuerpos de agua.

Las áreas protegidas por su importancia ecosistémica y por ser áreas de reserva que resguardan la biodiversidad no se incluyen en las categorías de Baja sensibilidad (BS), Muy Baja Sensibilidad (MBS) o Potencial (P).

De acuerdo con lo señalado anteriormente, en el AID del proyecto las áreas protegidas son de dos tipos y se categorizan como áreas Altamente sensibles (AS) y áreas Medianamente sensibles (MS). En la Tabla 5.2.4-1 se presentan los niveles de sensibilidad para las áreas protegidas localizadas en el AID del proyecto.

Tabla 5.2.4-1 Niveles de sensibilidad ambiental para las áreas protegidas

Áreas Protegidas	Sensibilidad	Área (ha)
Elementos de la EEP: Corredores ecológicos de ronda, rondas hidráulicas y Ronda hidráulica del Río Bogotá	Altamente sensible	20,28
Elementos de la EEP: Zonas de Manejo y Preservación Ambiental-ZMPA	Medianamente sensibles	35,98
Todas las demás áreas	Potencial	155,33
TOTAL		211,60

Fuente: Consorcio Metro BOG, 2017

5.2.4.1.2 Coberturas de la Tierra

La "Cobertura" de la tierra, es la cobertura (bio) física que se observa sobre la superficie de la tierra (Di Gregorio, A. y et.al , 2005) y en un término amplio, incluye la descripción de la vegetación y los elementos antrópicos existentes sobre la tierra, además de la utilidad que presta un tipo de cobertura al ser humano.

Un total de 10 coberturas se identificaron en el AID del proyecto de acuerdo con la metodología de Corine Land Cover, las cuales corresponden a: Canal, Canales, Calzada, Cementerio Central, Cicloruta, Separador vial, Construcción, Institución educativa, Puentes; y Parques y zonas verdes.

Las coberturas que ofrecen hábitat para la vegetación y la fauna son las que poseen mayor importancia desde el punto de vista biótico, categorizándose por tanto como áreas altamente sensibles (AS). Estas comprenden las coberturas de los Separador viales y de Parques y zonas verdes. Las demás coberturas desde el contexto biótico, corresponden a áreas con una alta potencialidad a la intervención.

De acuerdo con lo anterior, se presentaron las siguientes coberturas de la tierra y sus correspondientes niveles de sensibilidad ambiental, así:

Tabla 5.2.4-2 Niveles de sensibilidad ambiental para coberturas terrestres

Coberturas terrestres	Sensibilidad	Área (ha)
Separadores viales	Altamente sensible	82,81
Parques y zonas verdes	Altamente sensible	
Otras coberturas	Potencial	128,79
TOTAL		211,60

Fuente: Consorcio Metro BOG, 2017

5.2.4.1.3 Mapa medio biótico

A partir de los criterios de zonificación para el medio biótico con sus respectivos niveles de sensibilidad, se realizó de acuerdo con la metodología la superposición de información temática y obtención de mapas de categorías ambientales, lo cual determinó las siguientes áreas de sensibilidad Alta, Medianamente sensible y Potencial, así:

Tabla 5.2.4-3 Niveles de sensibilidad ambiental para coberturas terrestres

ZONIFICACIÓN BIÓTICA	
Sensibilidad	Área (ha)
Altamente sensible	86,25
Medianamente sensible	3,42
Potencial	121,92
TOTAL	**211,60**

Fuente: Consorcio Metro BOG, 2017

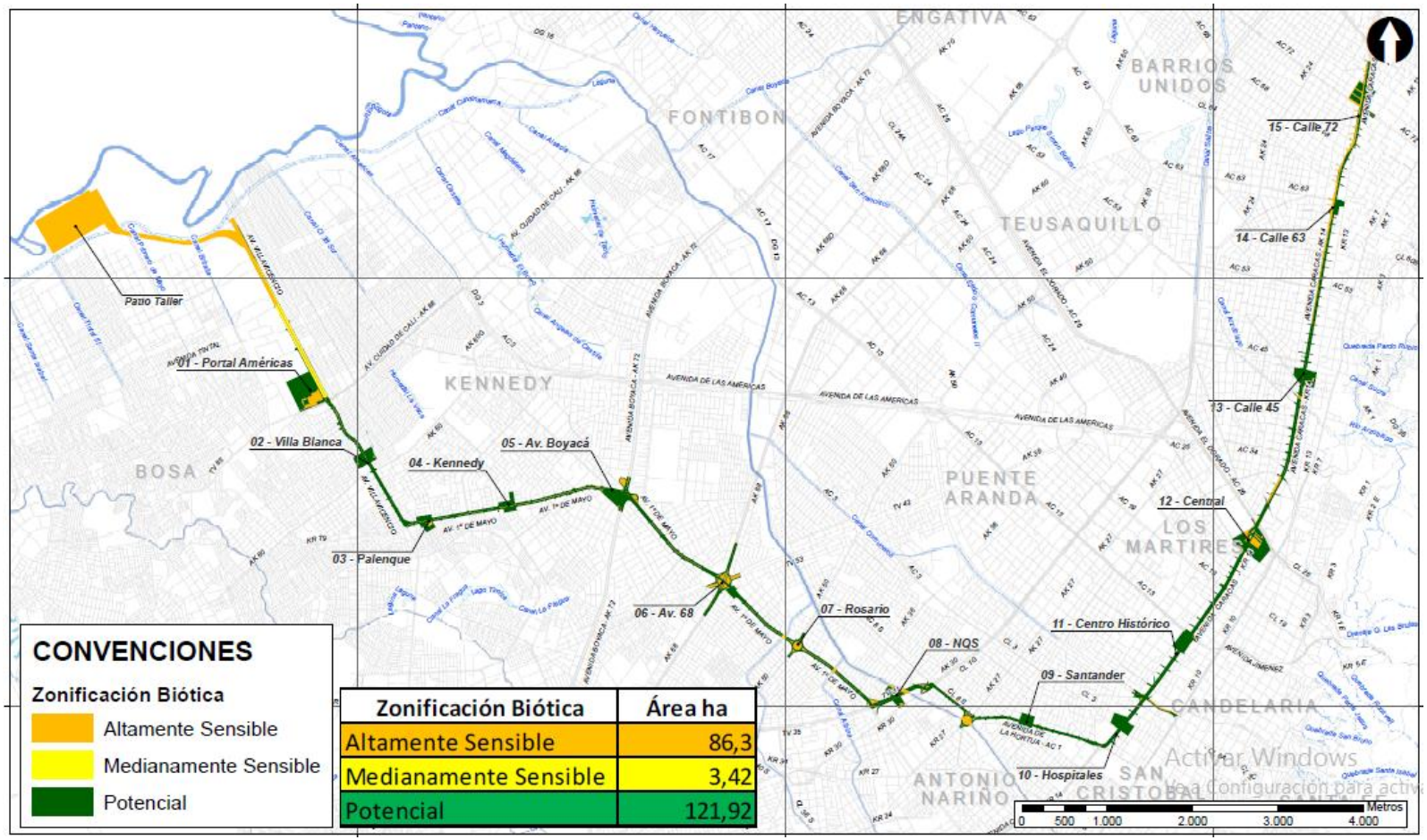


Figura 5.2.4-1 Mapa de zonificación del medio Biótico

5.2.4.2 Áreas de recuperación ambiental

5.2.4.2.1 Áreas de Restauración

De acuerdo con el Plan Nacional de Restauración (2015), en estas zonas se incluye el resto de áreas fuera de PNN y RUNAP que son de importancia para la restauración (integrando cuencas aferentes, ecosistemas acuáticos y áreas afectadas por minería) que no poseen alguna categoría de protección o están en el marco de un proceso de declaratoria (áreas de las Resoluciones 1628 y 1814 de 2015, del MADS). En el AID se encontraron las siguientes zonas de restauración.

Tabla 5.2.4-4 Sensibilidad – Zonas de Restauración

Restauración	Sensibilidad	Área (ha)
Restauración Nivel 2	Medianamente sensible	2,45
Otros niveles	Potencial	209,15
TOTAL		211,60

5.2.4.2.1.1 Conflicto de uso del suelo

Los conflictos de uso de la tierra son el resultado de la discrepancia entre el uso que el hombre hace actualmente del medio natural y aquel que debería tener de acuerdo con la oferta ambiental. En el área de influencia del proyecto se presenta las siguientes categorías:

- Sin conflicto de uso o uso adecuado: Los usos actuales corresponden con la capacidad de uso del territorio.
- Subutilización del suelo: Hace referencia al uso actual que es menos intensivo que el uso potencial. Cuando corresponde a un nivel inferior de intensidad de uso, si se compara con la mayor capacidad productiva de las tierras.
- Sobreuso del suelo: Cuando las exigencias del uso actual o cobertura vegetal existente son mayores que la oferta productiva del suelo, de acuerdo con sus características agroecológicas. En estas tierras se hace un aprovechamiento intenso de la base natural de recursos, sobrepasando su capacidad natural productiva y propiciando graves riesgos de tipo ecológico y social.

Tabla 5.2.4-5 Sensibilidad – Conflictos de uso del suelo

Clasificación	Sensibilidad
Tierras sin conflicto de uso o uso adecuado	Medianamente sensible
Tierras con conflicto por subutilización	Medianamente sensible
Tierras con sobreuso del suelo	Baja sensibilidad
Otras áreas	Potencial

5.2.4.2.1.2 Vulnerabilidad de los acuíferos a la contaminación

El término vulnerabilidad a la contaminación del acuífero es usado parar representar las características intrínsecas que determinan la susceptibilidad de un acuífero a ser adversamente afectado por una carga contaminante (Foster, 1987).

- Vulnerabilidad muy alta. Son acuíferos vulnerables a la mayoría de los contaminantes y con un impacto relativamente rápido para la mayoría de los escenarios de contaminación.

- Vulnerabilidad Alta: Son acuíferos vulnerables a muchos contaminantes, excepto aquellos que son rápida y fácilmente biodegradables.

- Vulnerabilidad Moderada: Son acuíferos vulnerables a contaminantes relativamente móviles y/o persistentes o bien, a eventos de contaminación continua, causados durante largos periodos de tiempo.

- Vulnerabilidad Baja: Son acuíferos vulnerables a contaminantes muy móviles y/o persistentes y a eventos de contaminación continuos durante largos periodos de tiempo. El impacto causado en el acuífero se caracteriza por ser de efecto a largo plazo y sus manifestaciones sobre la calidad del agua son tan débiles que suelen pasar inadvertidos durante mucho tiempo.

- Vulnerabilidad Muy Baja: En estos acuíferos, las capas confinantes representan un obstáculo que dificulta en alto grado (sin que esto indique que sea imposible) un flujo significativo al acuífero. Sin embargo, se debe tener en cuenta, que los acuíferos que serían considerados como de menor vulnerabilidad a la contaminación, en términos generales, tienden a ser los más difíciles de rehabilitar una vez contaminados.

Tabla 5.2.4-6 Sensibilidad – Vulnerabilidad de los acuíferos a la contaminación

Clasificación	Sensibilidad
Muy Alto	Muy alta sensibilidad
Moderado	Altamente sensible
Moderado	Medianamente sensible
Bajo	Baja sensibilidad
Muy bajo	Muy baja sensibilidad

5.2.4.2.2 Áreas vulnerables a la contaminación atmosférica

Corresponde a las zonas donde se registraron concentraciones de material particulado cercano al límite establecido en la normatividad ambiental vigente. Para este análisis se toma las concentraciones anuales considerando que la normatividad establece límite de concentración más restrictivo que para el periodo de 24 horas u horario.

Tabla 5.2.4-7 Sensibilidad – Áreas vulnerables de contaminación atmosférica

Clasificación	Sensibilidad
Concentración de PM10 Anual > 47,6 µg/m^3	Muy alta sensibilidad
Concentración de PM10 Anual < 47,6 µg/m^3	Medianamente sensible
Concentración de PM2.5 Anual > 24,85 µg/m^3	Muy alta sensibilidad
Concentración de PM 2.5 Anual < 24,85 µg/m^3	Altamente sensible

5.2.4.2.3 Áreas vulnerables a la contaminación acústica

Corresponde a las zonas donde se registraron valores de decibeles cercanos al límite establecido en la normatividad ambiental vigente.

Tabla 5.2.4-8 Sensibilidad – Áreas vulnerables de contaminación acústica

Isófonas Línea Base	Sensibilidad
dB ≥ 75	Muy Alta sensibilidad
65 ≤ dB < 75	Alta sensibilidad
55 ≤ dB < 65	Mediana sensibilidad
45 ≤ dB < 50	Baja Sensibilidad
dB < 45	Potencial

De acuerdo a las sensibilidades asignadas se obtiene sensibilidades muy altas, altas y medianas respecto a las áreas de recuperación ambiental. Véase Tabla 5.2.4-9 y Figura 5.2.4-2.

Tabla 5.2.4-9 Niveles de sensibilidad ambiental para áreas de recuperación ambiental

ÁREAS DE RECUPERACIÓN AMBIENTAL	
Sensibilidad	Área (ha)
Medianamente sensible	9,09
Altamente sensible	27,60
Muy alta sensibilidad	174,91
TOTAL	**211,60**

La mayor proporción del área de influencia se cataloga de muy alta sensibilidad, calificación influenciada mayoritariamente por las categorías de áreas vulnerables a la contaminación atmosférica y acústica, en donde actualmente en la zona se reportan concentraciones y valores cercanos a los límites establecidos en la normatividad ambiental vigente.

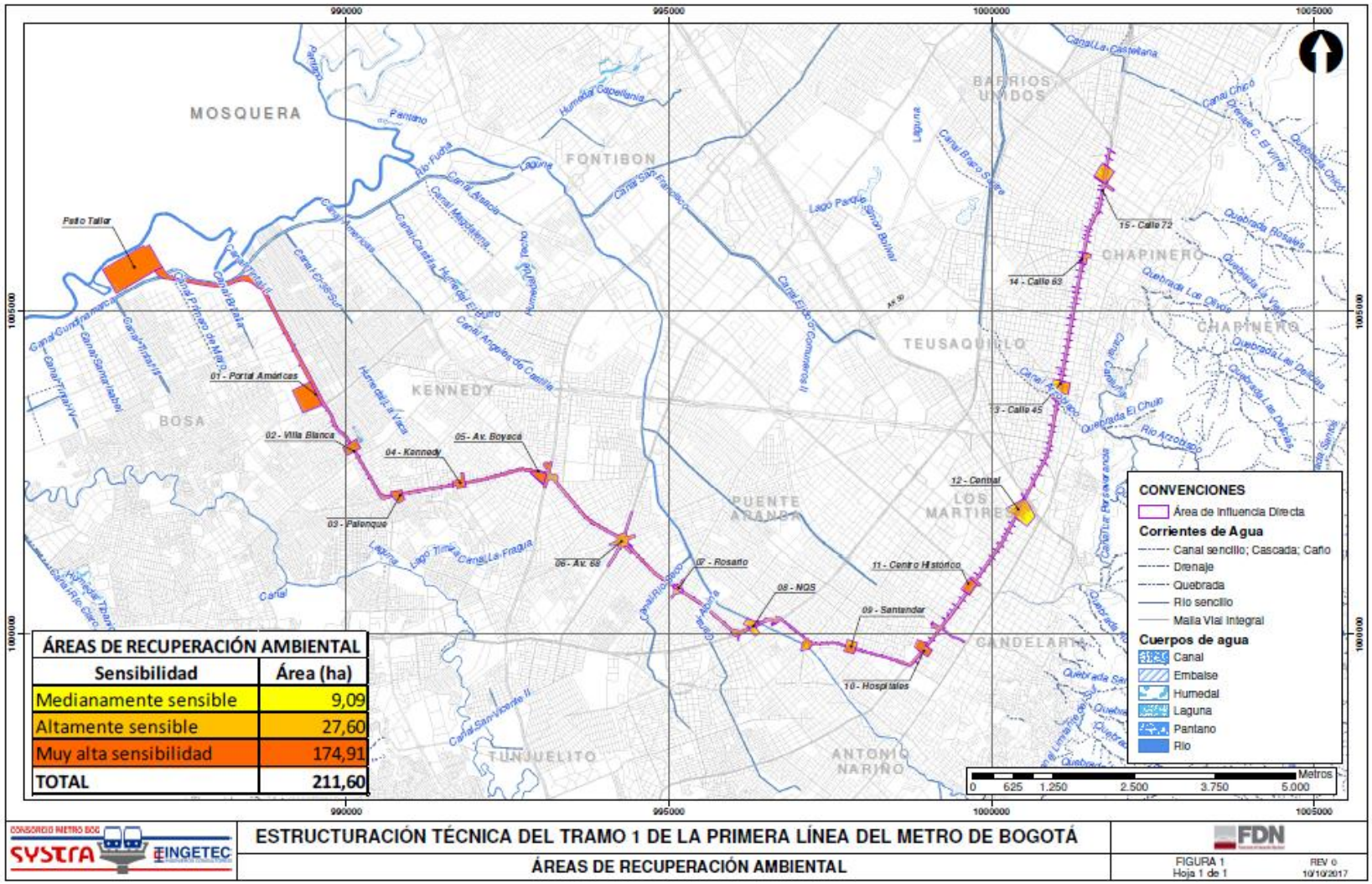


Figura 5.2.4-2 Mapa Áreas de Recuperación Ambiental

5.2.4.3 Áreas de riesgo y amenazas

5.2.4.3.1 Amenaza por remoción en masa

En la ciudad de Bogotá el riesgo por la ocurrencia de procesos de remoción en masa se presenta principalmente en los cerros orientales, del suroriente, sur y de Suba, como consecuencia de la localización de asentamientos en zonas de antiguas canteras dedicadas a la explotación de materiales de construcción, en taludes que no fueron intervenidos técnicamente, rellenos e incluso en las rondas de quebradas (en áreas montañosas). La clasificación establecida para este tipo de amenaza corresponde a tres categorías: Alta, media y baja, por lo que en la Tabla 5.2.4-10 se presenta la sensibilidad asignada a cada categoría, así como también a las zonas que no poseen esta amenaza.

Tabla 5.2.4-10 Sensibilidad – Amenaza por remoción en masa

Clasificación	Sensibilidad
Alta	Altamente sensible
Media	Medianamente sensible
Baja	Baja sensibilidad
Sin amenaza	Potencial

5.2.4.3.2 Amenaza por inundación

La ciudad de Bogotá se localiza en gran parte sobre la superficie plana de la Sabana de Bogotá, donde se pueden diferenciar una zona baja e inundable correspondiente a la llanura de inundación de los ríos Bogotá, Tunjuelo, Fucha y Torca, y la zona de terrazas alta y baja. La zona correspondiente a llanura de inundación de los ríos que la drenan, es susceptible a inundaciones durante las temporadas de lluvias fuertes y prolongadas. La zona de terrazas, por su morfología plana y un poco más alta con relación a la llanura de inundación, es susceptible a inundaciones y encharcamientos por aguaceros torrenciales.

Con base en caudales de creciente de tres periodos de retorno, se han establecido para Bogotá, tres zonas de amenaza por inundación, alta, media y baja, con las siguientes características:

- La zona de amenaza alta, delimitada por la proyección de la línea de inundación producida por el desborde de una corriente de agua, calculado para el caudal creciente de un periodo de retorno menor o igual a 10 años, sea por causas naturales o intervención no intencional por el hombre, no aptas para el desarrollo de zonas urbanas, restringidas para la construcción hasta tanto no se adelanten las obras de protección.
- La zona de amenaza media, delimitada por la proyección de la línea de inundación con caudal de creciente de periodos de retorno entre 10 y 100 años, con probabilidad del el 10% al 65% durante la vida útil de las estructuras de protección (jarillones). Para estos sectores no hay restricción; sin embargo, es importante el manejo adecuado para evitar que se generen situaciones de riesgo alto.
- La zona de amenaza baja, delimitada por la línea de inundación producida por el desborde de la corriente de agua, calculado para el caudal de creciente de un periodo de retorno mayor o igual a 100 años, sea por causas naturales o por intervención no intencional del hombre; con una profundidad de lámina de agua con efectos leves potencialmente dañinos. Esta franja tiene una probabilidad de estar inundada por lo menos una vez cada

cien años durante la vida útil de las estructuras de protección (jarillones) y probabilidad de ocurrencia menor al 10%. Para estos sectores no hay ningún tipo de restricción, ni tratamiento especial.

Tabla 5.2.4-11 Sensibilidad – Amenaza por inundación

Clasificación	Sensibilidad
Alta	Altamente sensible
Media	Medianamente sensible
Baja	Baja sensibilidad
Sin amenaza	Potencial

5.2.4.3.3 Amenaza sísmica

Según el Estudio General de Amenaza Sísmica de Colombia (AIS, 1997), Bogotá se encuentra ubicado en una zona de amenaza sísmica intermedia con valores de aceleración máxima probable en roca entre 0,1 y 0.2 g. La principal fuente sismogénica es el Sistema de Fallas del Borde Llanero de la Cordillera Oriental, donde se esperan sismos de magnitud 7.2, a una distancia de 80 km de la ciudad (Universidad Javeriana – EAAB,2008-2009).

De acuerdo con eventos ya experimentados en diferentes puntos de interés, durante episodios sísmicos y tomando como referente la clasificación del valor intermedio ante un fenómeno telúrico que posee Bogotá, se espera que la respuesta de sensibilidad ante este evento, se presente de forma medianamente sensible y generalizada en el área de influencia.

Por lo anterior, para este tipo de amenaza, toda el área de influencia se establece como medianamente sensible.

Tabla 5.2.4-12 Sensibilidad – Amenaza sísmica

Clasificación	Sensibilidad
Alta	Altamente sensible
Intermedia	Medianamente sensible
Baja	Baja sensibilidad

De acuerdo a las sensibilidades asignadas a cada amenaza en el área de influencia del proyecto, se obtiene sensibilidades altas y medianas respecto a las áreas de riesgo y amenaza. Véase Tabla 5.2.4-13 y Figura 5.2.4-3.

Tabla 5.2.4-13 Niveles de sensibilidad ambiental para áreas de riesgo y amenazas

ÁREAS DE RIESGOS Y AMENAZAS	
Sensibilidad	Área (ha)
Altamente sensible	12,37
Medianamente sensible	199,23
TOTAL	**211,60**

Fuente: Consorcio Metro BOG, 2017

El 94% del área de influencia se cataloga de sensibilidad media, para la categoría de riesgo y amenaza, influenciado por el nivel de amenaza sísmica en Bogotá (intermedia).

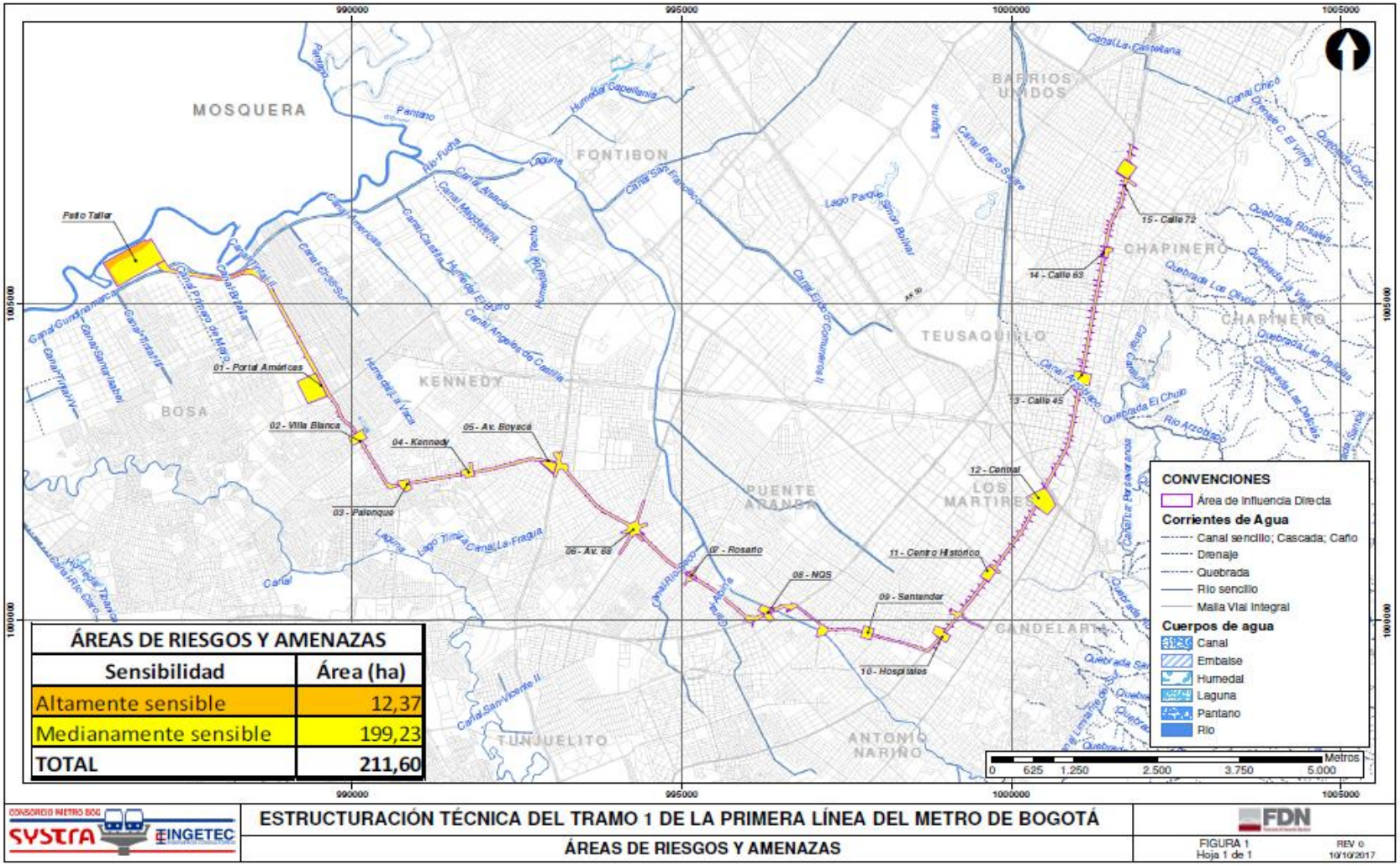


Figura 5.2.4-3 Mapa Áreas de Riesgos y Amenazas

5.2.4.3.4 Mapa medio abiótico

A partir de criterios de zonificación para el medio abiótico con sus respectivos niveles de sensibilidad, se realizó de acuerdo con la metodología planteada anteriormente, la superposición de información temática y obtención de mapas de categorías ambientales, lo cual determinó las siguientes áreas de sensibilidad Alta, Medianamente sensible y Muy Baja Sensibilidad, así:

Tabla 5.2.4-14 Niveles de sensibilidad ambiental para medio abiótico

ZONIFICACION ABIÓTICA	
Sensibilidad	Área (ha)
Medianamente sensible	9,09
Altamente sensible	27,60
Muy alta sensibilidad	174,91
TOTAL	**211,60**

Fuente: Consorcio Metro BOG, 2017

Al combinar los mapas intermedios de áreas de recuperación ambiental y áreas de riesgo y amenaza, se obtiene el mapa del medio abiótico, en donde alrededor del 83% del área de influencia se cataloga de muy alta sensibilidad.

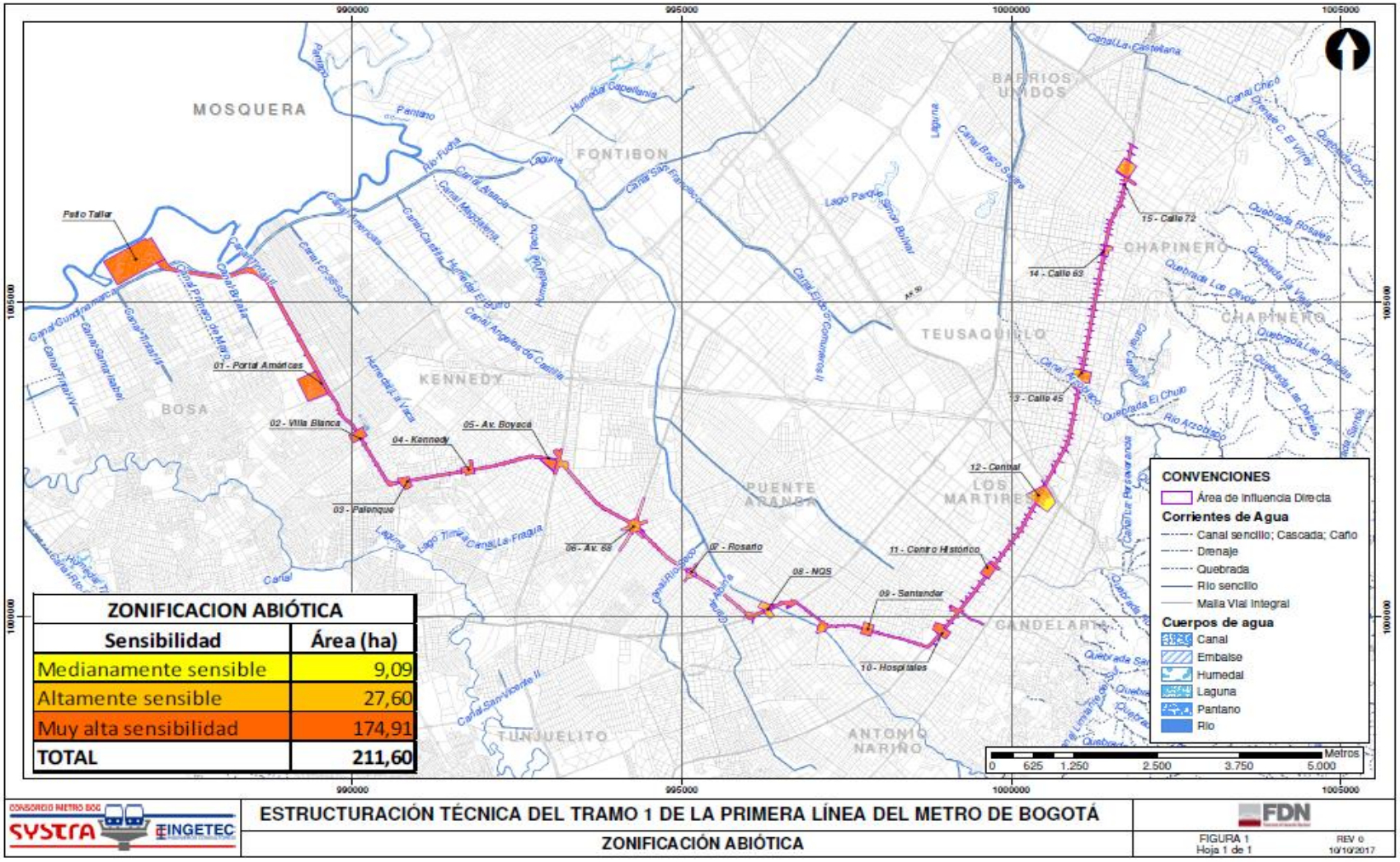


Figura 5.2.4-4 Mapa zonificación ambiental medio Abiótico

5.2.4.4 Áreas de producción económica

Corresponde a las zonas donde se desarrollan actividades comerciales, industriales y de servicios, formales e informales, que determinan la dinámica económica de la ciudad – región y las condiciones de ocupación y generación de ingresos de la población.

5.2.4.4.1 Actividades económicas Formales

Las actividades económicas formales consideradas en la presente zonificación corresponden a todas aquellas actividades productivas de bienes y servicios lícitos que han sido registradas ante las autoridades competentes. Aunque esta definición es amplia, ya que abarca aspectos como poseer y pagar licencia o registro mercantil, tener la contabilidad al día, realizar aportes a seguridad social y pagar impuestos, además de otras relacionadas con aspectos organizacionales; en Colombia, la condición más representativa es contar con registro mercantil. Ahora bien, según el Artículo 25 del Código de Comercio, se entiende por empresa toda actividad económica organizada para la producción, transformación, circulación, administración o custodia de bienes, o para la prestación de servicios.

Para efectos de la determinación de sensibilidad, se tendrán en cuenta el número de empresas que renovaron su matrícula mercantil en el último trimestre del año que se encuentran ubicadas sobre un buffer de 100 metros sobre el eje trazado del proyecto con respecto a las empresas que cumplen la misma condición, en su respectiva localidad.

Tabla 5.2.4-15 Sensibilidad – Participación de las actividades económicas formales

Sensibilidad	Participación (%)
Medianamente sensible (MS)	>60
Baja sensibilidad (BS)	31 - 60
Muy baja sensibilidad (MBS)	0 - 30

En este sentido, se observa en la Tabla 5.2.4-16 la sensibilidad para cada una de las localidades del AII.

Tabla 5.2.4-16 Sensibilidad - Participación por localidad en número de empresas con matrícula renovada

Localidad	Sensibilidad
Bosa	Muy baja sensibilidad
Kennedy	Medianamente sensible
Puente Aranda	Baja sensibilidad
Antonio Nariño	Medianamente sensible
Los Mártires	Medianamente sensible
Santa Fe	Medianamente sensible
Teusaquillo	Baja sensibilidad
Barrios Unidos	Baja sensibilidad
Chapinero	Medianamente sensible

Fuente: Consorcio Metro BOG, 2017

En la zonificación de actividades económicas formales no se identificaron zonas con sensibilidades muy alta o alta y las zonas medianamente sensibles corresponden a las localidades de Kennedy, Antonio Nariño, Mártires y Santa Fe y Chapinero.

5.2.4.4.2 Actividades económicas Informales – Ocupantes del Espacio Público (OEP)

El término informal abarca un número importante de variables, sin embargo dentro de la amplitud del concepto, se podría afirmar que corresponde al "Conjunto de unidades dedicadas a la producción de bienes o la prestación de servicios con la finalidad primordial de crear empleos y generar ingresos para las personas que participan en esa actividad. Estas unidades funcionan típicamente en pequeña escala, con una organización rudimentaria, en la que hay muy poca o ninguna distinción entre el trabajo y el capital como factores de producción. Las relaciones de empleo - en los casos en que existan - se basan más bien en el empleo ocasional, el parentesco o las relaciones personales y sociales, y no en acuerdos contractuales que supongan garantías formales". (Organización Internacional del Trabajo, 1993).

Ahora bien, para efectos de la zonificación se tendrán en cuenta los que además desarrollan sus actividades sobre el espacio público y el análisis de sensibilidad se basa en la proporción de Ocupantes del Espacio Público identificados en cada una de las zonas del AID, con respecto al número total de actividades económicas identificadas en el mismo espacio.

Tabla 5.2.4-17 Sensibilidad – Actividades Informales OEP

Sensibilidad	Participación (%)
Muy alta sensibilidad (MAS)	>60
Altamente sensible (AS)	40 - 60
Medianamente sensible (MS)	21 - 39
Baja sensibilidad (BS)	< 20

De acuerdo con los criterios de sensibilidad, se obtuvo el valor para cada una de las zonas que conforman el AID del proyecto.

Tabla 5.2.4-18 Actividades Informales – Ocupantes del Espacio Público (OEP)

Zona	Sensibilidad
Uno	Medianamente sensible
Dos	Medianamente sensible
Tres	Medianamente sensible
Cuatro	Baja sensibilidad
Cinco	Medianamente sensible
Seis	Baja sensibilidad

En cuanto a las actividades económicas informales no se identifican zonas con sensibilidades muy altas o altas y las medianamente sensibles corresponden a las zonas uno, dos tres y cinco.

5.2.4.4.3 Economías de aglomeración y crecimiento económico

Para el análisis de sensibilidad se tiene que la aglomeración está definida como la concentración de actividades económicas similares, sustitutas o complementarias, en un espacio geográfico determinado (localidad, una región o ciudad). Así la aglomeración es la plataforma inicial o la categoría más general de agrupación de las firmas. Para el presente estudio la aglomeración se definirá como las diversas concentraciones espaciales de actividades económicas de los sectores

de industria y servicios dentro del área de influencia directa (Centro de Investigaciones para el Desarrollo, 2012).

Por otra parte, un clúster es un grupo de compañías interconectadas que pertenecen a un sector económico particular, que se encuentran próximas en un espacio geográfico, y que están unidas por prácticas comunes y complementarias. El clúster puede tener ámbitos geográficos que van desde una región, un estado o una ciudad. Pero el concepto va un poco más allá, los clústeres constituyen un vehículo para que las empresas, el gobierno y las instituciones locales generen un diálogo constructivo acerca de la modernización, ofreciendo un nuevo mecanismo de colaboración público-privada. El clúster parece incluir todos los demás términos, es decir, es una forma de aglomeración en un espacio geográfico común que facilita la interacción empresarial y genera economías de aglomeración. Sin embargo, el clúster se encuentra más limitado a un sector económico como tal y no sectores diversos como está definido para la aglomeración per se (economías de localización) (Centro de Investigaciones para el Desarrollo, 2012).

- **Muy alta sensibilidad (MAS):** Sectores con más de 50 años de antigüedad cuya localización juega un rol muy importante en la rentabilidad de las empresas y entre los factores favorables se encuentran el reconocimiento de la zona, la cercanía a los proveedores y la concentración de clientes.

  En términos de tenencia del sitio de trabajo, se consideran las aglomeraciones donde más del 76% de los productores son arrendatarios o subarrendatarios.

  Concentración de micro y pequeñas empresas (Más del 76%) con bajos niveles de innovación, predomina la informalidad empresarial, no se llevan registros contables, no hay pago de impuestos ni afiliación de los empleados al SGSS. La mayoría de las empresas sólo tiene registro de Cámara de Comercio. Se presentan problemas de acceso al financiamiento formal.

  Menos del 25% de los empresarios se encuentran vinculados a alguna organización de productores o comercializadores y no existen formas solidarias de trabajo.

  Más del 76% de la mano de obra que emplean las unidades productivas es familiar no remunerada o generan entre uno y tres empleos remunerados permanentes (Término indefinido).

  Zonas de alta especialización, donde más del 76% de los empresarios adquiere los insumos en el mismo lugar, especialmente a distribuidores minoristas. Más del 76% de los empresarios vende sus productos en la misma zona donde se ubica el establecimiento y menos del 20% de las empresas depende de mercados externos.

- **Altamente sensible (AS):** Sectores con una antigüedad entre 30 y 50 años, cuya localización es importante en la rentabilidad de las empresas. Sólo se tienen en cuenta dos de los siguientes factores: el reconocimiento de la zona, la cercanía a los proveedores y la concentración de clientes.

  En términos de tenencia del sitio de trabajo, se consideran las aglomeraciones donde el 50% al 75% de los productores son arrendatarios o subarrendatarios.

  Entre el 50% y el 75% de las unidades productivas son micro y pequeñas empresas con bajos niveles de innovación, predomina la informalidad empresarial, no se llevan registros contables, no hay pago de impuestos ni afiliación de los empleados al SGSS. La mayoría

de las empresas tiene sólo registro de Cámara de Comercio. Se presentan problemas de acceso a financiamiento formal. Existe financiamiento informal.

Entre el 25% y el 50% de los empresarios se encuentran vinculados a alguna organización de productores o comercializadores y no existen formas solidarias de trabajo.

Entre el 50% y el 75% de la mano de obra que emplean las unidades productivas es familiar no remunerada o generan entre uno y tres empleos remunerados permanentes (Término indefinido).

Zonas de alta especialización, donde el 50% al 75% de los empresarios adquiere los insumos en el mismo lugar, especialmente a distribuidores minoristas. Entre el 51% y el 75% de los empresarios vende sus productos en la misma zona donde se ubica el establecimiento y entre el 21% y el 40% de las empresas dependen de mercados externos.

- **Medianamente sensibilidad (MS):** Sectores con una antigüedad entre 15 y 29 años, donde la localización es medianamente importante en la rentabilidad de las empresas y sólo se tiene en cuenta uno de los siguientes factores: reconocimiento de la zona, la cercanía a los proveedores y la concentración de clientes.

  En términos de tenencia del sitio de trabajo, se consideran las aglomeraciones donde el 30% al 49% de los productores son arrendatarios o subarrendatarios.

  Entre el 30% y el 49% de las unidades productivas son micro y pequeñas empresas con algún nivel de innovación, la informalidad empresarial es media, se cumple con más de tres requisitos legales y hay actualización y pago del registro mercantil. Hay acceso al financiamiento formal y la tasa de aprobación de créditos es menor al 30%.

  Entre el 30% y el 49% de los empresarios se encuentran vinculados a alguna organización de productores o comercializadores y existen algunas formas solidarias de trabajo como el préstamo de productos.

  Entre el 30% y el 49% de la mano de obra que emplean las unidades productivas es familiar no remunerada y generan entre seis y diez empleos remunerados permanentes (Término indefinido).

  Zonas de mediana especialización, donde el 30% y el 49% de los empresarios adquieren los insumos en el mismo lugar. Entre el 30% y el 49% de los empresarios vende sus productos en la misma zona donde se ubica el establecimiento y entre el 40% y el 60% de las empresas depende de mercados externos.

- **Baja sensibilidad (BS):** Sectores con menos de 15 años de antigüedad cuya localización no determina la rentabilidad de las empresas y no hay factores favorables asociados a la ubicación. Pueden trasladar su actividad económica.

  En términos de tenencia del sitio de trabajo, se consideran las aglomeraciones donde menos del 30% de los productores son arrendatarios o subarrendatarios.

  Menos del 30% de las unidades productivas son micro y pequeñas empresas, implementan nuevas tecnologías en la producción, predomina la formalidad empresarial se cumple con todas las obligaciones legales. Existe mayor acceso al sistema financiero formal y la tasa de aprobación de créditos está entre el 30% y el 60%.

  Más del 50% de los empresarios se encuentran vinculados a alguna organización de productores y/o comercializadores o a alguna agremiación con influencia regional o

nacional, existen formas solidarias de trabajo, interesados en la compra colectiva de equipos.

Menos del 15% de las unidades productivas emplean mano de obra familiar no remunerada o generan más de diez empleos remunerados permanentes (Término indefinido).

Zonas de baja especialización, donde menos del 30% de los empresarios adquiere los insumos en el mismo lugar, especialmente a distribuidores minoristas. Menos el 30% de los empresarios vende sus productos en la misma zona donde se ubica el establecimiento y más del 60% de las empresas depende de mercados externos.

De acuerdo con la información anterior, se asigna el nivel de sensibilidad de las 13 aglomeraciones identificadas en el área de influencia del proyecto.

Tabla 5.2.4-19 Sensibilidad - Aglomeraciones

Aglomeración	Sensibilidad
Prendas de vestir	Muy alta sensibilidad
Cuero – prendas de vestir	Muy alta sensibilidad
Calzado	Muy alta sensibilidad
Informática	Medianamente sensible
Autopartes	Muy alta sensibilidad
Muebles	Muy alta sensibilidad
Alojamiento	Medianamente sensible
Plásticos	Muy alta sensibilidad
Ferretería	Muy alta sensibilidad
Cárnicos	Medianamente sensible
Publicidad	Muy alta sensibilidad
Impresión	Muy alta sensibilidad
Cerámicos y acabados	Muy alta sensibilidad

A lo lardo del corredor aglomeraciones como prendas de vestir, cuero – prendas de vestir y calzado se destacan como sensibilidad muy alta.

5.2.4.5 Áreas de importancia social

Son las zonas en las que se ubican asentamientos humanos, infraestructura física y social y de importancia histórica y cultural.

5.2.4.5.1 Clasificación de las Unidades de Planeamiento Zonal (UPZ)

De acuerdo con el documento técnico soporte del Decreto 619 del 2000, por el cual se adoptó el Plan de Ordenamiento Territorial, las UPZ se clasifican, según sus características predominantes, en ocho grupos los cuales se clasifican y describen a continuación:

Unidades tipo 1, residencial de urbanización incompleta: Son sectores periféricos no consolidados, en estratos 1 y 2, de uso residencial predominante con deficiencias en su infraestructura, accesibilidad, equipamientos y espacio público.

Unidades tipo 2, residencial consolidado: Son sectores consolidados de estratos medios de uso predominantemente residencial, donde se presenta actualmente un cambio de usos y un aumento no planificado en la ocupación territorial.

Unidades tipo 3, residencial cualificado: Son sectores consolidados de estratos medios y altos con uso básicamente residencial, que cuentan con infraestructura de espacio público, equipamientos colectivos y condiciones de hábitat y ambiente adecuadas.

Unidades tipo 4, desarrollo: Son sectores poco desarrollados, con grandes predios desocupados.

Unidades tipo 5, con centralidad urbana: son sectores consolidados que cuentan con centros urbanos y donde el uso residencial dominante ha sido desplazado por usos que fomentan la actividad económica.

Unidades tipo 6, comerciales: Son sectores del centro metropolitano donde el uso está destinado a las actividades económicas terciarias de intercambio de bienes y servicios (locales y oficinas).

Unidades tipo 7, predominantemente industrial: son sectores donde la actividad principal es la industria, aunque hay comercio y lugares productores de dotación urbana.

Unidades tipo 8, de predominio dotacional: son grandes áreas destinadas a la producción de equipamientos urbanos y metropolitanos que, por su magnitud dentro de la estructura urbana, se deben manejar bajo condiciones especiales.

En la Tabla 5.2.4-20, se presenta la relación entre el grado de sensibilidad y la clasificación de las UPZ.

Tabla 5.2.4-20 Sensibilidad - Clasificación UPZ

Sensibilidad	Categoría
Altamente sensible (AS)	Unidades tipo 1
Medianamente sensible (MS)	Unidades tipo 2 y 3
Baja sensibilidad (BS)	Unidades tipo 4
Muy Baja Sensibilidad (MBS)	Unidades tipo 5 y 6
Potencial (P)	Unidades tipo 7 y 8

En la Tabla 5.2.4-21, se presenta la sensibilidad para cada una de las UPZ que están sobre el trazado, en relación con el tipo de unidad.

Tabla 5.2.4-21 Sensibilidad para cada UPZ sobre el trazado

Zona	Localidad	UPZ	Nombre	Unidad	Sensibilidad
Patio-Taller	Bosa	UPZ 86	El Porvenir	Tipo 4	Baja sensibilidad
Zona 1	Kennedy	UPZ 83	Las Margaritas	Tipo 8	Potencial

Zona	Localidad	UPZ	Nombre	Unidad	Sensibilidad
		UPZ 80	Corabastos	Tipo 1	Altamente sensible
		UPZ 82	Patio Bonito	Tipo 1	Altamente sensible
		UPZ 81	Gran Britalia	Tipo 1	Altamente sensible
		UPZ 47	Kennedy central	Tipo 2	Medianamente sensible
Zona 2	Kennedy	UPZ 45	Carvajal	Tipo 2	Medianamente sensible
		UPZ 47	Corabastos	Tipo 1	Altamente sensible
		UPZ 80	Corabastos	Tipo 1	Altamente sensible
		UPZ 48	Timiza	Tipo 2	Medianamente sensible
		UPZ 44	Américas	Tipo 5	Muy Baja sensibilidad
Zona 3	Kennedy	UPZ 45	Carvajal	Tipo 2	Medianamente sensible
		UPZ 44	Américas	Tipo 5	Muy Baja sensibilidad
	Puente Aranda	UPZ 40	Ciudad Montes	Tipo 2	Medianamente sensible
		UPZ 43	San Rafael	Tipo 2	Medianamente sensible
		UPZ 41	Muzú	Tipo 2	Medianamente sensible
	Antonio Nariño	UPZ 38	Restrepo	Tipo 5	Muy Baja sensibilidad
	Los Mártires	UPZ 37	Santa Isabel	Tipo 2	Medianamente sensible
Zona 4	Antonio Nariño	UPZ 38	Restrepo	Tipo 5	Muy Baja sensibilidad
		UPZ 35	Ciudad Jardín	Tipo 2	Medianamente sensible
	Los Mártires	UPZ 37	Santa Isabel	Tipo 2	Medianamente sensible
	Santa Fe	UPZ 95	Las Cruces	Tipo 1	Altamente sensible
Zona 5	Los Mártires	UPZ 102	La Sabana	Tipo 6	Muy Baja Sensibilidad
		UPZ 37	Santa Isabel	Tipo 2	Medianamente sensible
	Santa Fe	UPZ 93	Las Nieves	Tipo 6	Muy Baja Sensibilidad
		UPZ 95	Las Cruces	Tipo 1	Altamente sensible
Zona 6	Santa Fe	UPZ 91	Sagrado Corazón	Tipo 6	Muy Baja Sensibilidad

Zona	Localidad	UPZ	Nombre	Unidad	Sensibilidad
		UPZ 93	Las Nieves	Tipo 6	Muy Baja Sensibilidad
	Los Mártires	UPZ 102	La Sabana	Tipo 6	Muy Baja Sensibilidad
	Teusaquillo	UPZ 100	Galerías	Tipo 2	Medianamente sensible
		UPZ 101	Teusaquillo	Tipo 2	Medianamente sensible
	Chapinero	UPZ 97	Chicó Lago	Tipo 6	Muy Baja Sensibilidad
		UPZ 99	Chapinero	Tipo 6	Muy Baja Sensibilidad
	Barrios Unidos	UPZ 98	Los Alcázares	Tipo 2	Medianamente sensible

Las UPZ que se consideran como altamente sensibles son las que pertenecen a las *Unidades tipo 1, residencial de urbanización incompleta,* es decir sectores donde predominan los estratos 1 y 2, de uso residencial predominante y que presentan deficiencias en su infraestructura, accesibilidad, equipamientos y espacio público, en la tabla se presentan estas UPZ, tres de estas pertenecen a la localidad de Kennedy y por sus características iniciales de barrios o sectores que fueron ilegales, no presentan una infraestructura consolidad e incluyente con las comunidades.

Tabla 5.2.4-22 UPZ con alta sensibilidad

UPZ	Nombre
UPZ 80	Corabastos
UPZ 82	Patio Bonito
UPZ 81	Gran Britalia
UPZ 95	Las Cruces

5.2.4.5.2 Actividad dotacional

Para el análisis de la actividad dotacional se tuvo en cuenta la infraestructura social (salud, educación recreación y comunitaria) localizada a lo largo del trazado. La información se tomó en relación a la densidad (porcentaje) de infraestructura dotacional presente en cada una de las zonas, en las que se dividido el trazado. Teniendo en cuenta que un mayor número de infraestructura, representa un mayor grado de sensibilidad frente a los cambios o la presencia de factores externos en el entorno, como patrón para definir los grados de sensibilidad se generaron rangos que se presentan en la Tabla 5.2.4-23.

Tabla 5.2.4-23 Sensibilidad – Actividad dotacional

Sensibilidad	Porcentaje de presencia de infraestructura
Muy Alta Sensibilidad (MAS)	81% -100%

Sensibilidad	Porcentaje de presencia de infraestructura
Altamente sensible (AS)	61% - 80%
Medianamente sensible (MS)	41% - 60%
Baja sensibilidad (BS)	21%- 40%
Muy Baja Sensibilidad (MBS)	0% - 20%

En la Tabla 5.2.4-24 se presenta el porcentaje de infraestructura presente en cada zona, en relación con el total de infraestructura social identificada sobre el trazado y la sensibilidad por zona.

Tabla 5.2.4-24 Sensibilidad – Actividad dotacional

Zona	Porcentaje (%)	Sensibilidad
Patio-Taller	2,05	Muy baja sensibilidad
Zona 1	12,29	Muy baja sensibilidad
Zona 2	21,84	Baja sensibilidad
Zona 3	11,95	Muy baja sensibilidad
Zona 4	8,53	Muy baja sensibilidad
Zona 5	4,44	Muy baja sensibilidad
Zona 6	40,27	Baja sensibilidad

A pesar de que a lo largo del corredor hay sectores en los que hay una importante concentración de infraestructura dotacional como en la 1 de Mayo, sector Hospital de Kennedy y Av. Caracas, entre la calle 26 y 80; en la variable de densidad, los resultados muestran que predomina la baja y muy baja sensibilidad.

5.2.4.5.3 Corredores viales y zonas de movilidad

Según el Plan de Ordenamiento Territorial (POT), las vías urbanas están clasificadas en cuatro tipos jerarquizados y relacionados funcionalmente por las intersecciones generadas entre ellas. Estas son las características técnicas:

Malla vial arterial principal: son las vías de mayor jerarquía; actúan como soporte de la movilidad y accesibilidad metropolitana y regional.

Malla vial arterial complementaria: son las vías que articulan operacionalmente la malla vial arterial principal, lo que facilita la movilidad de mediana y larga distancia como articulación a escala urbana.

Malla vial intermedia: son los tramos viales que conectan la retícula que conforma las mallas arteriales principal y complementaria, y sirven como alternativa de circulación. Permiten el acceso y fluidez de la ciudad a escala zonal.

Malla vial local: tramos viales que posibilitan el acceso a las unidades de vivienda.

La escala de análisis que se tuvo en cuenta en la clasificación, se relaciona en la Tabla 5.2.26.

Tabla 5.2.4-25 Sensibilidad – Corredores viales y zonas de Movilidad

Sensibilidad	Categoría
Alta sensibilidad (AS)	Malla vial local
Medianamente sensible (MS)	Malla vial intermedia
Baja sensibilidad (BS)	Malla vial arterial complementaria
Muy Baja sensibilidad (MBS)	Malla vial Principal

El proyecto de la PLMB tiene como eje vías consideradas como Malla vial arterial complementaria y Malla vial principal por lo cual la sensibilidad es muy baja y baja. Pero para los desvíos del PMT se plantea la utilización de vías Malla vial local y Malla vial intermedia, esta última se considera de alta sensibilidad, debido a sus características y a que las vías barriales, tiene 4.060 km-carril en mal estado, casi el 50%.

5.2.4.5.4 Zonas de alto impacto

Conforme al decreto 4002 de 2004, los servicios de alto impacto son catalogados como “aquellos que comprenden cualquier clase de actividad de explotación o comercio del sexo, realizados en casas de lenocinio, prostíbulos o establecimientos similares”. Por lo cual, las zonas de alto impacto son los sitios (barrios o manzanas) en las cuales se han generado dinámicas delictivas por la presencia de comercio sexual, por lo que se consideran de Alta sensibilidad. En el trazado del PLMB se han identificado dos zonas de alto impacto: Zona de rumba Av. Primero de Mayo· UPZ Sabana. De estas zonas, solo se encuentra reglamentada la Sabana por el decreto 187 de 2002, estas zonas de servicios de alto impacto están incluidas en el “Plan de Ordenamiento Territorial” en las áreas de actividad comercial y de servicios. Dentro de estos sitios se realizan actividades asociadas al comercio sexual, venta y consumo de spa, presencia de habitante de calle y diversas actividades delictivas. También se asocian con un particular deterioro de zonas de conservación y residenciales, como producto de las actividades mencionadas.

Por estas razones se consideran que estas dos zonas o sectores ubicados sobre el corredor tienen una Alta sensibilidad social.

5.2.4.5.5 Zonas de conservación y BIC

En el área de influencia del Proyecto se identificaron como de Muy alta sensibilidad los Bienes de interés cultural (BIC), ubicados sobre el corredor del Metro. Estos responden a una clasificación por Unidades generadas en el Diagnostico de Patrimonio, del Consorcio Metro BOG y a la información suministrada por el IDPC.

- Unidad 1: Hospitales
- Unidad 2: San Victorino
- Unidad 3: Barrio Santafé
- Unidad 4: Cementerio Central
- Unidad 5: Sectores de Interés Cultural de desarrollo individual. Dichos sectores corresponden a los barrios Armenia, Sagrado Corazón, Teusaquillo, La Magdalena, Palermo, Sucre y Quinta Camacho.

Los Bienes de Interés Cultural, están reglamentados atendiendo lo estipulado en la Ley 397 de 1997 (Ley General de Cultura), en la que se fija en el artículo 4º literal B, *“la declaratoria de un bien material como de interés cultural es el acto administrativo mediante el cual, previo cumplimiento del*

procedimiento, la autoridad nacional o las autoridades territoriales, indígenas o de los consejos comunitarios de las comunidades afro descendientes, según sus competencias, determinan que un bien del patrimonio cultural de la Nación queda cobijado por el Régimen Especial de Protección o de Salvaguardia". En el artículo 8, parágrafo 2º de la Ley General de Cultura, se establece que *"la revocatoria del acto de declaratoria de bienes de interés cultural corresponderá a la autoridad que lo hubiera expedido, previo concepto favorable del respectivo Consejo de Patrimonio Cultural, en el caso en que dichos bienes hayan perdido los valores que dieron lugar a la declaratoria. Tratándose de la revocatoria de declaratorias de monumentos nacionales o bienes de interés cultural efectuadas por el Ministerio de Educación, la revocatoria corresponderá al Ministerio de Cultura."*

5.2.4.5.6 Resultado de la zonificación del medio socioeconómico

A partir de criterios de zonificación para el medio socioeconómico, con las variables propuestas para Áreas de producción económica y Áreas de importancia social con sus respectivos niveles de sensibilidad, se realizó de acuerdo con la metodología la superposición de información temática y obtención de mapas de categorías ambientales, lo cual determinó las siguientes áreas de sensibilidad Muy alta sensibilidad, Alta, Medianamente sensible, Baja y Muy Baja Sensibilidad, así:

Tabla 5.2.4-26 Niveles de sensibilidad ambiental para medio Socioeconómico

ZONIFICACION SOCIOECONÓMICA	
Sensibilidad	Área (ha)
Muy baja sensibilidad	1930,21
Baja sensibilidad	1581,96
Medianamente sensible	13388,58
Altamente sensible	1200,06
Muy alta sensibilidad	2122,37
TOTAL	

5.2.4.5.7 Mapa medio socioeconómico

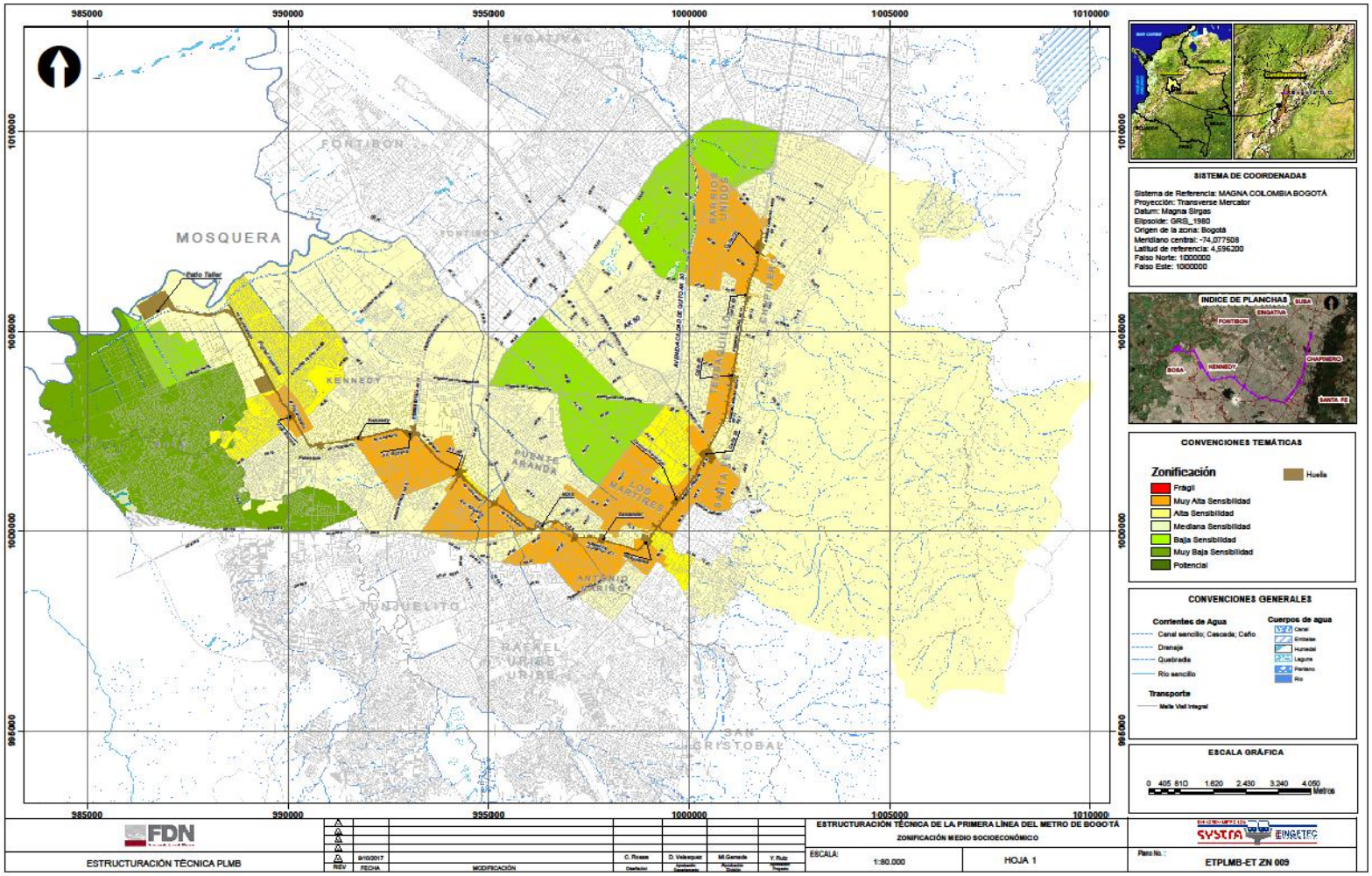


Figura 5.2.4-5 Mapa de zonificación del medio socioeconómico

5.2.4.6 Zonificación ambiental

A partir de los criterios de zonificación para los medios físico, biótico y socioeconómico con sus respectivos niveles de sensibilidad, se determinó que el solapamiento de las áreas arrojó la presencia de las siguientes áreas: Muy Altamente sensible (MAS), Altamente sensible (AS), Medianamente sensible (MS) y Potencial (P). (Tabla 5.2.28)

Tabla 5.2.4-27 Niveles de sensibilidad de la Zonificación Ambiental

ZONIFICACIÓN AMBIENTAL	
Sensibilidad	Área (ha)
Muy Altamente sensible (MAS)	198,40
Altamente sensible (AS)	11,69
Medianamente sensible (MS)	1,51
Potencial (P)	4,83E-07
TOTAL	**211,60**

Fuente: Consorcio Metro BOG, 2017

La Zonificación Ambiental establece predominantemente áreas Muy Altamente sensibles (MAS) a lo largo del corredor vial de la PLMB, siendo muy puntuales o localizadas aquellas áreas Altamente sensibles (AS) y Medianamente sensibles (MS).

El nivel de sensibilidad de las áreas Muy Altamente sensibles (MAS) se atribuye a aspectos asociados con los medios abiótico y socioeconómico. Es así como y en el territorio bajo análisis, las zonas con contaminación acústica y con concentraciones de material particulado cercanos a los límites establecidos en la normatividad ambiental vigente dan peso a la distribución espacial del área Muy Altamente sensible (MAS) a lo largo del AID del proyecto. Por otro lado, los sectores de amenaza por remoción en masa y por inundación principalmente, aunque muy localizados, contribuyen con el nivel de sensibilidad de esta área.

Con respecto a los factores del medio socioeconómico que contribuyen con la delimitación de las áreas Muy Altamente sensibles (MAS), se encuentran las áreas de producción económica con economías de aglomeración y crecimiento económico como: prendas de vestir, cuero – prendas de vestir y calzado, las cuales corresponden a sectores con más de 50 años de antigüedad cuya localización juega un rol muy importante en la rentabilidad de las empresas, encontrándose entre los factores favorables el reconocimiento de la zona, la cercanía a los proveedores y la concentración de clientes.

Con respecto a las áreas de importancia social se identifican las zonas de conservación y Bienes de Interés Cultural-BIC como de muy alta sensibilidad, debido a que el corredor en la zona del centro de la ciudad se encuentra en gran parte del centro histórico, el cual se encuentra reglamentado atendiendo lo estipulado en la Ley 397 de 1997 (Ley General de Cultura), en la que se fija en el artículo 4º literal B.

Por otro lado, sobre el corredor se localizan siete BIC de orden Nacional, 459 de orden Distrital, cinco sectores de conservación y 36 bienes muebles. En la Figura 5.2.4-6 se visualiza la distribución espacial de las diferentes áreas de acuerdo con su nivel de sensibilidad.

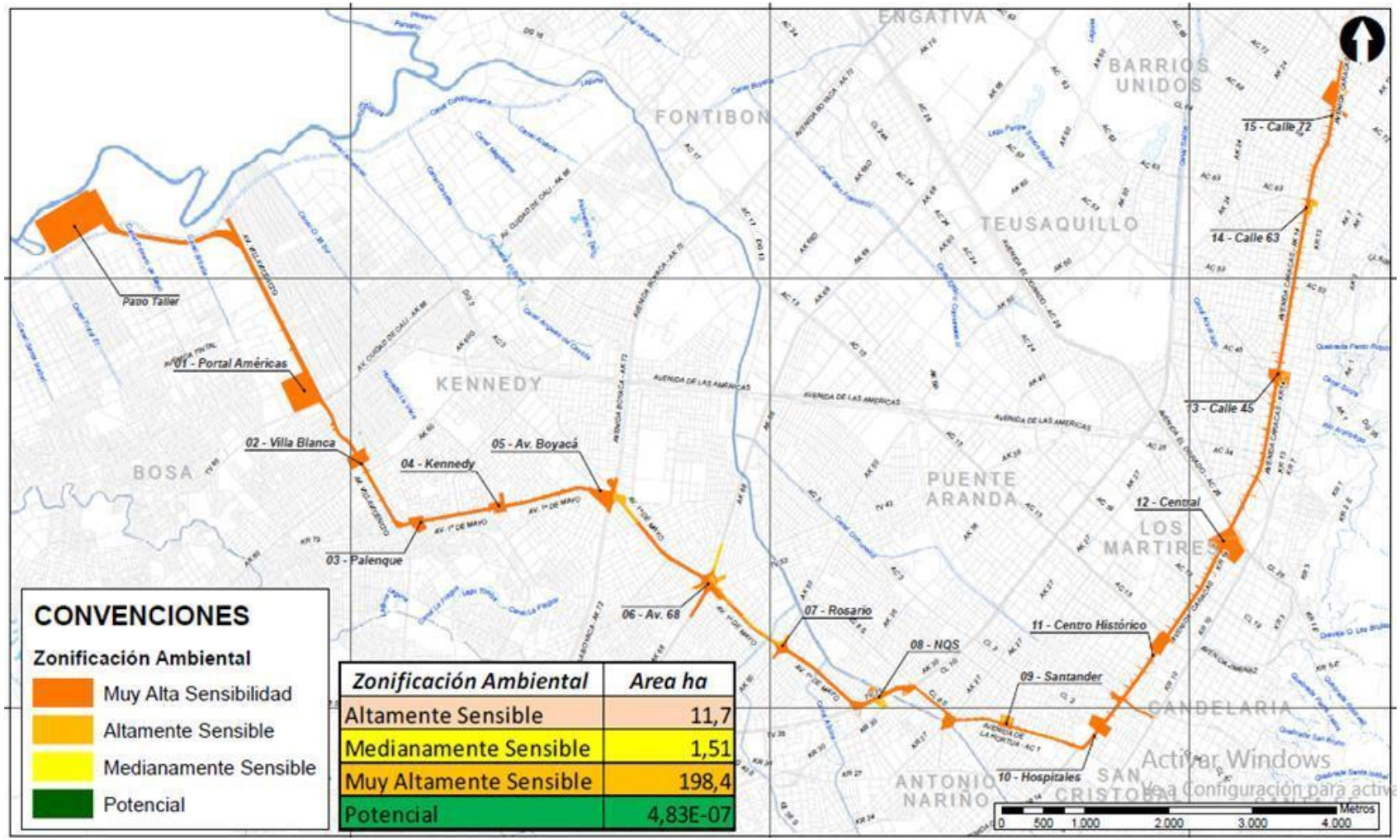


Figura 5.2.4-6 Zonificación Ambiental del corredor vial del Proyecto PLMB

5.3 DEMANDA, USO, APROVECHAMIENTO Y/O AFECTACIÓN DE LOS RECURSOS NATURALES

5.3.1 Aguas Superficiales y Subterráneas

Para el desarrollo del proyecto en la etapa de construcción y operación, no se requiere la captación de agua de cursos superficiales o subterráneos naturales.

La provisión de agua para el desarrollo de las actividades del proyecto se realizará en la obra mediante el aporte de agua procedente de la infraestructura de captación y distribución ya instalada de la Empresa de Acueducto, Aseo y Alcantarillado de Bogotá E.S.P, en el área de influencia.

5.3.1.1 Consumo humano para las actividades de construcción

Para estimar la dotación de agua por cantidad de usuarios, se han empleado datos del "Reglamento técnico del sector de agua potable y saneamiento básico RAS - 2000". Sección II. Título B. Sistemas de acueducto. República de Colombia. Ministerio de Desarrollo Económico Dirección de Agua Potable y Saneamiento.

Según el valor medio considerado, para el caso de PLMB el número de trabajadores estimado a lo largo de toda la ejecución de la obra será el siguiente:

Tabla 5.3.1-1 Consumo estimado de agua durante el proceso de construcción de obras

CONSUMO DE AGUA DURANTE EL PROCESO DE CONSTRUCCIÓN								
Tramo	# de trabajadores	Dotación diaria (l/Trabajador/día)	Consumo (l/día)	(Consumo m^3/día)	Días del mes laborados	Tiempo de desarrollo de obras (meses)	Consumo anual de agua (m^3)	Consumo total esperado (m^3)
1	4 000	41,7	166 800	166,8	26	48	52 041,6	208 166,4
2	2 000	41,7	83 400	83,4	26	48	26 020,8	104 083,2
Total	6 000	41,7	250 200	250,2	26	48	78 062,4	312 249,6

Fuente: Consorcio Metro BOG, 2017

Por las características propias de una obra de este tipo, es razonable adoptar el criterio de considerar como dotación aplicable el valor medio entre el mínimo y el máximo (125 l/hab/día); se considera, así mismo, una jornada laboral de 8 horas diarias, con lo cual la dotación por trabajador quedará en la tercera parte de la dotación considerada, es decir 41,7 l/trabajador/día.

En caso de requerirse, se contempla la compra de agua por carro tanque o embotellada para las actividades del proyecto.

5.3.1.2 Consumo de agua industrial

El consumo de agua estimado para el desarrollo de la PLMB será requerido por las siguientes actividades:

- Volumen estimado para fabricación de concreto: 192 835 m^3
- Volumen estimado para rellenos: 211 815 m^3
- Volumen estimado para pilotes: 907 368 m^3

El total de agua requerida es de 1 312 018 m^3

5.3.2 Vertimientos

En las etapas de construcción y operación del proyecto se generarán aguas residuales domésticas e industriales que deberán ser vertidas a la red general de alcantarillado, así como aguas residuales procedentes de los procesos constructivos.

5.3.2.1 Aguas residuales domésticas

Aquellas que provengan de la operación de las instalaciones provisionales, áreas administrativas, baños portátiles y plantas de instalaciones, deberán descargarse directamente sobre los sistemas de alcantarillado existentes.

5.3.2.2 Aguas residuales industriales

Aquellas que provengan de las actividades constructivas y/o de las actividades operativas así como las aguas lluvias contaminadas. En caso de requerirse descargas de aguas residuales industriales, se deberá tratar el agua con el fin que dé cumplimiento a la normatividad ambiental vigente así como tramitar los permisos ambientales correspondientes ante la Autoridad Ambiental competente.

5.3.2.3 Cálculo del efluente residual doméstico de trabajadores

- Fase de construcción

En el numeral 5.3.1, Aguas superficiales y subterráneas se estimó el consumo de agua asociado a los trabajadores en fase de construcción equivalentes a 312 249,6 m^3 (78 062,4 m^3/año).

Asumiendo un caudal medio de retorno del agua residual domésticas del 80% del total consumido, se establece un volumen total de 249 799,7 m^3 (62 449 m^3/año; 1,98 l/s)

5.3.3 Ocupación de cauce

De acuerdo con los diseños del proyecto, se evidencia que este no interfiere sobre fuentes de agua superficial, y la descarga de aguas lluvias se realizará en las redes ya existentes. Por lo anterior se entiende que el mismo, no requiere de permiso de ocupación de cauce, ya que este se solicita para la ejecución de obras de infraestructura que requieran ocupar de manera temporal o permanente el cauce de una corriente o depósito de agua.

Sin embargo y como se mencionó en el capítulo 3 - Descripción del proyecto, como parte del Traslado Anticipado de Redes – TAR, para la reconformación del perfil vial, se identificó la necesidad de construir un Box Coulvert, en un tramo del Canal Tintal II localizado entre las zonas de la Av. Ciudad de Cali y la Av. Tintal (Av. Cra. 89B). Para ello la Empresa de Acueducto y Alcantarillado de Bogotá – EAB ha adelantado los diseños de un Box Coulvert como parte del TAR e interinstitucionalmente se está coordinando la ejecución de la construcción del mismo.

Cabe anotar, que si en la fase de diseños finales los diseños de las obras tengan interferencia con alguna interferencia con un cauce, el contratista de obra en la etapa preliminar deberá llevar a cabo el proceso de solicitud del permiso de ocupación de cauce, conforme a los criterios establecidos por la entidad ambiental competente.

5.3.4 Emisiones atmosféricas

De acuerdo con el proceso constructivo, el incremento en los niveles de contaminación atmosférica está asociados con los movimientos de tierra en la obra (excavación de material, cargue y transporte).

La obtención de materiales, se efectuará de las plantas que se encuentren próximas al proyecto, las cuales deberán contar con los permisos necesarios de acuerdo a las normas ambientales y estar vigentes al momento de ejecución del proyecto. Los proveedores de materiales serán aquellos que se encuentren certificados en el directorio del IDU.

Por lo anterior, para la ejecución de la Primera Línea de Metro de Bogotá, no se requiere tramitar permiso de emisiones atmosféricas. Sin embargo, en caso que el contratista requiera instalar plantas de concreto, asfalto y trituradoras tendrá que adelantar los trámites de emisiones atmosféricas correspondientes ante la Autoridad Ambiental competente en los casos que hay lugar.

5.3.5 Materiales de Construcción

La construcción de la Primera Línea del Metro de Bogotá, no requiere el aprovechamiento directo de fuentes de materiales por parte del contratista de obra, estos serán suministrados por proveedores que cuenten con planes de manejo ambiental aprobados por la autoridad ambiental correspondiente y con los permisos de explotación minera vigentes.

Entre los materiales requeridos para las obras de construcción comprenden rellenos y agregados pétreos para concreto. Los proveedores de estos materiales pueden encontrarse en el directorio de proveedores de agregados pétreos y escombreras autorizadas por el IDU.

Tabla 5.3.5-1 Estimación de materiales a ser usados en la PLMB

DESCRIPCIÓN	CANTIDAD m^3
Concreto	1 424 985
Asfalto	65 572
Adoquín	628 397
Agregados para concreto	2 138 000
Rellenos material granular	4 707 000
TOTAL	**8 963 954**

En el perímetro urbano de Bogotá D.C., en jurisdicción de la Secretaria Distrital de Ambiente existen las Canteras El Cedro San Carlos, La Laja y El Milagro que por medio de los planes de manejo, recuperación y restauración ambiental (PMRRA) establecidos generan materiales de construcción. Es importante resaltar que para ser proveedores de este tipo de materiales, deben cumplir con los requisitos exigidos por el IDU, entidad competente en el tema. A continuación, se relacionan los actos administrativos de los PMRRA (Tabla 5.3.5-2):

Tabla 5.3.5-2 Actos administrativos PMRRA

No.	Nombre del predio y Expediente	Localidad	Título minero	Permiso ambiental	Estado del predio.	Directorio de proveedores del IDU
1	Cantera El Cedro San Carlos DM-06-2002-1106	Usaquén	Registro Minero de Cantera No. 060	PMRRA establecido mediante las Resolución Nos. Nos. 00198 del 25/02/2016 (Proceso 3381403) y 7772 del 22/12/201	Ejecutan las actividades del PMRRA	Mediante radicado SDA 2017ER145297 del 01/08/2017 // radicado IDU 20172150721861, el IDU nos informa que les renovó la vigencia del registro No. 435-2016 de proveedores de materiales de construcción, hasta el 31/07/2018. Se aclara que la SDA no es competente para establecer proveedores de materiales de construcción, toda vez que dicha competencia es del IDU. En este sentido la información remitida por el IDU es de carácter informativo
2	Canteras La Laja y El Milagro DM-06-1997-044 SDA-06-2007-2348	Usaquén	No reporta	PMRRA establecido mediante las Resoluciones Nos. 03360 del 27/11/2017 (Proceso 3846775) y 00702 del 04/03/2014.	Ejecutan las actividades del PMRRA	No reporta

5.3.6 Residuos sólidos

5.3.6.1 Residuos sólidos convencionales

Los residuos sólidos que se generarán por la construcción del proyecto estarán compuestos por residuos convencionales y peligrosos, provenientes de los diferentes frentes de obra. Los residuos convencionales se originan por las actividades humanas dentro de los frentes de obra y se componen principalmente por desechos orgánicos, vasos desechables y empaques de plástico o de icopor.

Los residuos peligrosos están relacionados con los procesos de construcción. En este grupo se encuentran las pinturas, aceites, elementos impregnados de aceites o combustibles, etc.

La descripción anterior se debe tener en cuenta para la separación y clasificación de los residuos en la fuente, de igual manera aquella que se encuentra definida en la Norma Técnica Colombiana GTC 24 (ver Tabla 5.3.6-1).

Tabla 5.3.6-1 Tipos de residuos para la separación en la fuente – NTC GTC 24

Tipo de residuo	Clasificación	Ejemplos
Residuos no peligrosos	Aprovechable	- Cartón y papel (hojas, plegadiza, periódico, carpetas). - Vidrio (botellas, recipientes)[A] - Plásticos (bolsas, garrafas, envases, tapas) [A] - Residuos metálicos (chatarra, tapas, envases) [A] - Textiles (ropa, limpiones, trapos) - Madera (aserrín, palos, cajas, guacales, estibas) - Cuero (ropa, accesorios) - Empaques compuestos (cajas de lecha, cajas de jugo, cajas de licores, vasos y contenedores desechables) [A]
Residuos no peligrosos	No aprovechables	- Papel tissue (papel higiénico, paños húmedos, pañales, toallas de mano, toallas sanitarias, protectores diarios) - Papeles encerados, plastificados, metalizados. - Cerámicas. - Vidrio plano. - Huesos. - Material de barrido. - Colillas de cigarrillo. - Materiales de empaque y embalaje sucios.
	Orgánicos Biodegradables	- Residuos de comida. - cortes y poda de materiales vegetales. - Hojarasca.
Residuos peligrosos	A nivel doméstico se generan algunos de los siguientes residuos peligrosos: - Pilas, lámparas fluorescentes, aparatos eléctricos y electrónicos. - Productos químicos varios con aerosoles inflamables, solventes pinturas, plaguicidas, fertilizantes, aceites y lubricantes usados, baterías de automotores y sus respectivos envases o empaques. - Medicamentos vencidos. - Residuos con riego biológico tales como: cadáveres de animales, y elementos que han entrado en contacto con bacterias, virus o microorganismos patógenos, como agujas, residuos humanos, limas, cuchillas, entre otros. Para el manejo de los residuos se recomienda no mezclarlos e informarse acerca de diferentes entidades que se encargan de su gestión. A nivel industrial, institucional y comercia se está reglamentando con base en la legislación vigente	

Fuente: Norma Técnica Colombiana GTC 24 – Gestión Ambiental. Residuos sólidos, Guía para la separación en la fuente. 2009.

Una vez identificado el tipo de residuo, estos debe ser seleccionados y almacenados en recipientes o contenedores que faciliten el transporte, aprovechamiento, tratamiento o disposición; los contenedores que se empleen deben ser diferenciales, ya sea por color, identificación o localización, como se establece en la Tabla 5.3.6-2.

Tabla 5.3.6-2 Código de colores

Sector	Tipo de residuo	Color
Doméstico	Aprovechables	Blanco
Doméstico	No aprovechables	Negro
	Orgánicos biodegradables	Verde
Industrial, comercial institucional y de servicios	Cartón y papel	Gris
	Plásticos	Azul
	Vidrio	Blanco
	Orgánicos	Crema
	Residuos metálicos	Café oscuro
	Madera	Naranja
	Ordinarios	Verde
Nota 1: Se recomienda que cada generador establezca un código de colores particular para aquellos residuos no incluidos en la tabla. Nota 2: Se recomienda consultar la legislación local vigente para verificar si existe algún código de colores establecido por la autoridad competente. Nota 3: Para residuos peligrosos se establecerá el código de colores e iconos en la guía para residuos peligrosos. Nota 4: Los colores establecidos en la tabla obedecen a la normatividad aplicable.		

La disposición de los residuos domésticos se hará de acuerdo con los lineamientos definidos por las empresas prestadoras del servicio, teniendo en cuenta las rutas y horarios de recolección de las mismas, en la Tabla 5.3.6-3, se relacionan los operadores de aseo por localidad; los cuales serán dispuestos en el relleno sanitario Doña Juana.

Los horarios establecidos para la recolección de los residuos son: entre las 6:00 a.m. y las 2:00 p.m. en el día, y entre las 6:00 p.m. y las 2:00 a.m. en la noche.

Tabla 5.3.6-3 Operadores de aseo por localidad

Operador de aseo	Localidad
LIME	Usaquén
	Suba
EAAB	Engativá
	Fontibón
	Mártires
	Barrios unidos
	Candelaria
	Chapinero
	Teusaquillo
	Santa Fe
	Antonio Nariño
	Rafael Uribe
	Usme
	San Cristóbal

Operador de aseo	Localidad
ASEO CAPITAL	Puente Aranda
	Tunjuelito
	Ciudad Bolívar
CIUDAD LIMPIA	Kennedy
	Bosa

Fuente: http://www.uaesp.gov.co/, 2017

Con el fin de establecer la producción de residuos convencionales a generarse en el proyecto por las actividades en los diferentes frentes de oba, se estimó que la producción de residuos para cada uno de los tramos, será aproximadamente de 300 kg/día (Tabla 5.3.6-4), teniendo en cuenta una producción per cápita es de 0,30 kg/hab/día (dato basado con base en lo estipulado en el Reglamento Técnico de Sector de Agua Potable y Saneamiento Básico - RAS del 2017, título F Sistemas de aseo urbano), y una población de 1000 trabajadores para el desarrollo de las actividades.

Tabla 5.3.6-4 Estimación de residuos convencionales

Descripción	Unidad	Valor
Tasa de producción de residuos sólidos	kg/hab/día	0,30
Número de trabajadores	Persona	1000*
Producción de residuos	kg/día	300

(*) Cantidad de trabajadores estimada por tramo

Con los datos anteriores se realizó la estimación de los residuos sólidos convencionales a generarse en el proyecto, teniendo en cuenta la composición de cada tipo de residuos; el resultado se presenta a continuación en la Tabla 5.3.6-5.

Tabla 5.3.6-5 Composición de residuos

Tipo de residuo	Composición (%)	Producción estimada (kg/día)
RECICLABLES		
Papel y cartón	7,5	22,6
Vidrio	2,2	6,6
Plástico, caucho y cuero	11,5	34,6
Metales/Madera	1,2	3,7
TOTAL	**22,5**	**67,5**
NO RECICLABLES		
Residuos de comida	64,2	192,7
Otros: contaminados sin posibilidad de reciclaje	13,3	39,8
TOTAL	**77,5**	**232,5**
PRODUCCIÓN TOTAL	**100**	**300**

Fuente: Adaptado de la Caracterización de los Residuos sólidos residenciales generados en la ciudad de Bogotá D.C. 2011. UAESP

5.3.6.2 Residuos de construcción y demolición - RCD

En el desarrollo de la Primera Línea del Metro-PLMB, se generarán residuos provenientes de las actividades de excavaciones y demoliciones-RCD en cada una de las etapas de desarrollo del proyecto. Como base de cálculo de los valores estimados en la etapa de factibilidad, se tuvo en cuenta las siguientes salidas de RCD:

- Pre-construcción:
  - Demolición de predios
  - Demolición de estaciones de Transmilenio

- Construcción:
  - Descapote
  - Desmonte de capa vegetal
  - Pre excavaciones
  - Excavaciones

Basado en lo anterior los Residuos de Construcción y de Demolición- RCD que pueden generarse en el desarrollo de las actividades de PLMB se pueden clasificar según la cartilla de la Secretaria Distrital de Ambiente “Gestión Integral de RCD” de la siguiente manera:

Tabla 5.3.6-6 Clasificación de residuos de construcción y demolición

Categoría	Grupo	Clase	Componente
A. RCD APROVECHABLES	I-Residuos mezclados	1. Residuos pétreos	Concretos, cerámicos, ladrillos, arenas, gravas, cantos, bloques o fragmentos de roca, baldosín y materiales inertes que no sobrepasen el tamiz # 200 de granulometría.
	II-Residuos de material fino	1. Residuos finos no expansivos	Arcillas (caolín), limos y residuos inertes, poco o no plásticos y expansivos que sobrepasen el tamiz # 200 de granulometría
		2. Residuos finos expansivos	Arcillas (montmorillonitas) y lodos inertes con gran cantidad de finos altamente plásticos y expansivos que sobrepasen el tamiz # 200 de granulometría
	III- Otros residuos	1. Residuos no pétreos.	Plásticos, PVC, maderas, cartones, papel, siliconas, vidrios, cauchos.
		2. Residuos de carácter metálico.	Acero, hierro, cobre, aluminio, estaño y zinc.
		3. Residuos orgánicos de pedones.	Residuos de tierra negra
		4. Residuos orgánicos de cespedones.	Residuos vegetales y otras especies bióticas.

Categoría	Grupo	Clase	Componente
B. RCD NO APROVECHABLES	IV-Residuos peligrosos	1. Residuos corrosivos, reactivos, radioactivos. explosivos, tóxicos, patógenos (biológicos)	Desechos de productos químicos, emulsiones, alquitrán, pinturas, disolventes orgánicos, aceites, resinas, plastificantes, tintas, betunes, barnices, tejas de asbesto, escorias, plomo, cenizas volantes, luminarias , desechos explosivos, y los residuos o desechos incluidos en el Anexo I y Anexo II o que presenten las características de peligrosidad descritas en el Anexo III del Decreto 4741 de 2005.
	2. Residuos contaminados con otros residuos	1. Residuos contaminados con residuos peligrosos	Materiales pertenecientes a los grupos anteriores que se encuentren contaminados con residuos peligrosos. Estos deben ser dispuestos como residuos peligrosos.
		No definida	Residuos contaminados con otros residuos, que hayan perdido las características propias para su aprovechamiento.

De acuerdo con la clasificación anterior la Primera Línea del Metro de Bogotá deberá hacer la respectiva gestión de RCD. Para ello se realizó la estimación en la Etapa de Factibilidad de dichos residuos según las actividades mencionadas anteriormente.

La capacidad vigente de los sitios de disposición de residuos de construcción y demolición se presenta en la tabla a continuación.

Tabla 5.3.6-7 Capacidad vigente de los sitios de disposición de RCD

Categoría	Nombre - Razón social	Autoridad Ambiental	Capacidad vigente / m^3
Disposición final de residuos de construcción y demolición	CEMEX DE COLOMBIA S.A.	ANLA	1.520.000
Disposición final de residuos de construcción y demolición	AGREGADOS EL VINCULO LTDA	ALCALDIA MUNICIPAL DE SOACHA	600.000
Disposición final de residuos de construcción y demolición	MAGIR S.A.S ESP	CAR	420.000
Disposición final de residuos de construcción y demolición	AGREGADOS Y RELLENOS TERRENA S.A.S EMPRESA DE SERVICIOS PUBLICOS E.S.P	CAR	220.000
Disposición final de RCD estériles y materiales seleccionados	MAQUINAS AMARILLAS SAS - MARILLAS SAS.	ANLA	4.300.000
Disposición final de escombros estériles y materiales seleccionados	REX INGENIERIA S.A.	ANLA	1.800.000

- Cantidades de excavación y demolición

Tabla 5.3.6-8 Cantidades de excavación y demolición

Etapa del proyecto	Actividad	Cantidad	Unidad
Pre construcción	Demoliciones provenientes de infraestructura actual	95.566	m³
	Demoliciones provenientes de predios	562.175	m³
	Descapote de Patio-Taller	340.914	m³
Construcción	Pre excavados	407.040	m³
	Excavaciones Patio-Taller	606.193	m³
	Excavaciones estaciones	218.687	m³
	Excavaciones viaducto	962.539	m³
Total		3.193.114	m³

Fuente: Elaboración propia CONSORCIO METRO BOG

5.3.6.2.1 Aprovechamiento de Residuos de construcción y demolición-RCD

Según el Decreto el 586 de 2015 “por medio del cual se adopta el modelo eficiente y sostenible de gestión de los Residuos de Construcción y Demolición - RCD en Bogotá D.C” de la Secretaria Distrital de Ambiente, se establece que para los grandes generadores de RCD, es necesario aprovechar el 30% de dichos residuos.

Adicionalmente, teniendo en cuenta lo estipulado en el artículo 19 de la Resolución 472 de 2017 del Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, se aprovecharán 957.934,2m^3, dato basado en el volumen total del material a ser usado en obra, el cual será susceptible de aprovechamiento.

En la actualidad el distrito cuenta con una única empresa autorizada para realizar el aprovechamiento mecánico de RCD y cuenta con los establecido en la Resolución N°01115 de 26 de Septiembre de 2012 “por medio de la cual se adoptan los lineamientos técnico- ambientales para las actividades de aprovechamiento y tratamiento de los residuos de construcción y demolición en el distrito capital”, ver Tabla 5.3.6-9.

Tabla 5.3.6-9 Empresa autorizada aprovechamiento mecánico RCD

Nombre	Municipio	Entidad que autoriza	Que autoriza radicado oficial (donde se establece si es legal o no)	Fecha de radicado
Granulados reciclados de Colombia - Greco Colombia S.A.S.	Km 1.5 vía Bogotá Siberia costado sur vereda Siberia - Cota	CAR	Radicado SDA: 2017er166535 - radicado car 09162109219	29/08/2017

5.3.6.2.2 Disposición final de Residuos de Excavación y Construcción-RCD

Teniendo como base la normativa ambiental los RCD, deberán ser dispuestos con gestores previamente autorizados por las Autoridades Ambientales competentes (Secretaria Distrital de Ambiente-SDA y/o Corporación Autónoma Regional de Cundinamarca-CAR). Dichos gestores contarán a con Centros de Restauración de Espacios Degradados (CRED)[2] los cuales deberán regirse por PLAN DE MANEJO, RECUPERACIÓN Y RESTAURACIÓN AMBIENTAL (PMRRA).

En la actualidad la Secretaria Distrital de Ambiente, cuenta con un registro de lugares de disposición final de RCD, el cual es administrado por gestores autorizados por las Autoridades Ambientales competentes, los cuales se pueden ver en la Tabla 5.3.13.

Tabla 5.3.6-10 Sitios autorizados para la disposición final de RCD

Nombre	Municipio	Resolución de aprobación	Entidad que autoriza
Finca El Sociego la escuela , predio Albania lote 2 Sociedad Gilberto López Santamaría e hijos S.C.S. - Gloshi S.C.S.	**Cota (Cund).** Lote Albania 2 vereda Pueblo Viejo	Resolución No 2276 del 07/10/2014	CAR
Sociedad Fortam S.A.S	**Facatativá (Cund).** San Valentín y/o Parque Industrial Santacruz	Resolución No 2080 del 02/10/2015	CAR
Sociedad Agropecuaria Trochador S. en C.	**Madrid (Cund).** Los arboles	Resolución No 2105 del 10/10/2016	CAR
Predio San Diego, Vereda El Corzo Sociedad Prácticas Ambientales S.A.S	**Madrid (Cund).** Vereda el corzo	Resolución No 2659 del 21/11/2014	CAR
Sociedad Paisajo S.A.S Las Juntas Lotes 1, 2, 3 Y 4; Lotes 9, 10 Y 11; Lote Campo Alegre 1 Y 2; Lotes Normandía 1, 2 Y 3 Y Lotes Santamaría 1 Y 2.	**Mosquera (Cund).** Las Juntas Lotes 1, 2, 3 Y 4; Lotes 9, 10 Y 11; Lote Campo Alegre 1 Y 2; Lotes Normandía 1, 2 Y 3 Y Lotes Santamaría 1 Y 2.	Resolución No 2325 del 27/10/2015	CAR
Predio Denominado El Ruby. Sr. German Alfredo Sánchez Sierra (Dueño Del Predio)	**Mosquera (Cund).** Lotes 7 y 4, el Rubí, Normandía Pte. La Dorita	Resolución No 1179 del 27/05/2016	CAR
La Merindad 1 Y La Merinda 2 Propietario: Sociedad Agropecuaria San Diego S.A.S /Sociedad Prácticas Ambientales S.A.S(Contratista)	**Mosquera (Cund).** Vereda San Jorge	Resolución No 2660 del 21/11/2014	CAR

[2] Centros de Restauración de Espacios Degradados (CRED): Corresponde a pasivos mineros o sitios degradados natural o antrópicamente, los cuales deben realizar su recuperación y restauración mediante la implementación de un PMRRA o el instrumento que lo sustituya que establezca y apruebe la Secretaría Distrital de Ambiente o la autoridad ambiental competente. (Decreto 586 de 2015, Secretaria Distrital de Ambiente)

Nombre	Municipio	Resolución de aprobación	Entidad que autoriza
Mauricio Neftalí Ospina Matallana	**Suba, Bogotá** predio lote b 2	Resolución No 2050 del 04/10/2016	CAR
Gabriel Fernando Ruiz Estupiñan	**Tenjo (Cund).** Lote 7	Resolución No 2946 del 22/12/2015	CAR
Compañía De Trabajos Urbanos Ctu Pmrra Cantera Fusca - Municipio De Chía	**Chía vereda fusca**	Resolución No 1967 del 19 de agosto de 2015(prorroga) car 0700 de 9 abril de 2015	CAR
Conigravas	**Carretera Madrid Pte. Piedra La Cuesta km 3 y 4**	Resolución No 0722 del 9 de mayo de 2013	CAR
Fundación Salvemos El Ambiente - Funambiente	**Lote 4 a vereda Balsillas, Mosquera**	Resolución No 256 del 21 de febrero de 2013	CAR
Agropecuaria Rincón Dávila Mora, Autorizada Bajo Las Resoluciones 2213 De 2011 Y 1169 De 2013 Cede Derecho Al Operador Grupo Empresarial San Pablo: Autorizados Hasta El 2019 (Expediente 145) Por La Resolución 1297 De 2014 Predio Finca El Paraíso -Vereda Pte. Piedra	**Madrid**	Resolución No 1297 del 16 de junio de 2014	CAR
El Vinculo	**Soacha. Lote 2,3 y 4**	Resolución de aprobación Resolución No 803 del 10 de agosto de 2012 Resolución de prorroga Resolución 1009 de 2014	Alcaldía Municipal Soacha
Las Manas Anteriormente Holcim	**Bogotá**	Resolución No 1480 de 2014	ANLA
San Antonio-Rex Ingeniería	**Bogotá**	Resolución No 836 de julio de 2015	ANLA
Cemex-La Fiscala	**Bogotá**	Resoluciones ANLA No 1506 de 2006 y 1112 de 2012	ANLA
Aeronáutica Civil	**Cerca de la cabecera 1.3r pista sur sector**	Resolución No. 1000 de 2013 de la ANLA y Resolución 1886 de 2015 de la CAR	ANLA-CAR
Reciclados Industriales De Colombia	**Cota**	Comunicado CAR – 09172103139 del 10-04-2017	CAR
Ciclomat SAS	**Cota**	Comunicado CAR – 09172104365 del 19-05-2017	CAR
Agregados El Vinculo	**Soacha**	Resolución No 1536 del4-12-2015 Secretaria de Planeación Soacha	Alcaldía Municipal Soacha
Maquinas Amarillas SAS	**Bogotá**	Resolución No 1480 de 4-12-2014	ANLA

En la actualidad el gestor, realiza la recuperación de una antigua mina de extracción de materiales de construcción (agregados pétreos) el cual ya cuenta con el PMRRA aprobado mediante Acto Administrativo de la Autoridad Ambiental de Licencias Ambientales - ANLA. Dicho gestor busca recuperar las áreas intervención bajo el siguiente esquema.

Figura 5.3.6-1 Esquema de recuperación de áreas intervenidas por Minería-áreas de recepción de RCD.

Fuente. Cemex, 2017

Dentro de la información suministrada se le permitió a la Empresa Metro de Bogotá conocer las áreas con capacidad para ser recuperadas con residuos de construcción y demolición, las cuales se detallan a continuación:

Tabla 5.3.6-11 Áreas con capacidad para ser recuperadas con residuos de construcción y demolición

Categoría	Nombre - razón social	Autoridad ambiental	Capacidad vigente / m^3
Disposición final de residuos de construcción y demolición	CEMEX DE COLOMBIA S.A.	ANLA	1.520.000
Disposición final de residuos de construcción y demolición	AGREGADOS EL VINCULO LTDA	ALCALDIA MUNICIPAL DE SOACHA	600.000
Disposición final de residuos de construcción y demolición	MAGIR S.A.S ESP	CAR	420.000
Disposición final de residuos de construcción y demolición	AGREGADOS Y RELLENOS TERRENA S.A.S EMPRESA DE SERVICIOS PUBLICOS E.S.P	CAR	220.000

Categoría	Nombre - razón social	Autoridad ambiental	Capacidad vigente / m^3
Disposición final de RCD estériles y materiales seleccionados	MAQUINAS AMARILLAS SAS - MARILLAS SAS.	ANLA	4.300.000
Disposición final de escombros estériles y materiales seleccionados	REX INGENIERIA S.A.	ANLA	1.800.000

Fuente: Cemex La Fiscala, 2017

En Figura 5.3.6-2, se puede ver ubicación por gestor, áreas y capacidades a fecha límite.

Figura 5.3.6-2 Gestores autorizados. Fuente. Cemex la Fiscala, 2017

Teniendo en cuenta lo anterior y basados en los datos suministrados de los cuatro gestores con fecha límite de disposición, se asegura que en la actualidad la ciudad cuenta con lugares de disposición final para los RCD generados.

5.3.6.2.3 Transporte de RCD

Para la disposición de los residuos de construcción y demolición – RCD, el transportador deberá entre las 8:00 am y 5:00 pm retirar de los diferentes frentes de obra aquellos RCD que se hayan generado de las actividades de demolición y excavación.

Las rutas a tener en cuenta para la disposición de los RCD serán las vías establecidas para el viaducto del Metro, tomando los desvíos que se efectuarán por las vías principales que cortan con cada uno de los frentes de obra.

El transporte de los RCD, se debe realizar de acuerdo con lo establecido en la Ley 1383 de 2010, en el **Artículo *102*** *Manejo de escombros. Cada municipio determinará el lugar o lugares autorizados para la disposición final de los escombros que se produzcan en su jurisdicción, el manejo de estos materiales se hará debidamente aislado impidiendo que se disemine por las vías y de acuerdo con la normatividad ambiental vigente, bajo la responsabilidad del portador del*

permiso que haya otorgado la autoridad de tránsito quien será responsable del control de vigilancia del cumplimiento de la norma, sin perjuicio que se le determine la responsabilidad sobre daños en bienes de uso público. El incumplimiento de esta norma, se sancionará con multa de treinta (30) SMMLV.

Parágrafo. Será sancionado con una multa de (30) SMMLV, quien transportando agregados minerales como: Arena, triturado o concretos, no aísle perfectamente la carga y permita que ella se esparza por las vías públicas, poniendo en riesgo la seguridad de otros vehículos.

Para el transporte de los RCD, se debe cumplir con lo establecido en el Artículo 6 de la resolución 472 de 2017.

- La carga deberá ser acomodada de tal manera que su volumen esté a ras del platón o contenedor, es decir, a ras de los bordes superiores más bajos del platón o contenedor.
- Posibilitar el cargue y el descargue de los RCD evitando la dispersión de partículas.
- Cubrir la carga durante el transporte, evitando el contacto con la lluvia y el viento.
- Los vehículos utilizados para esta actividad deben cumplir con las normas vigentes de tránsito y transporte y de emisiones atmosféricas.

El transportador de RCD, debe cumplir con las siguientes obligaciones:

- Registrar ante la Secretaria Distrital de Ambiente por escrito su nombre, número de identificación, datos de contacto, tipo, cantidad y placas de los vehículos utilizados para las actividades de recolección y transporte, fecha de inicio de actividades, fecha de finalización de actividades, cuando esto llegase a ocurrir, y actualizar esta información cada vez que presente alguna modificación para alimentar el registro de transportadores que la entidad mantendrá en el aplicativo web. Esta información estará sujeta a verificación por parte de la Secretaría Distrital de Ambiente, quien podrá hacer las inspecciones que considere necesarias, en cualquier momento.
- Para cada ruta realizada, los transportadores de RCD tendrán la obligación de portar el documento que acredite tanto el origen como el destino final de los residuos, que contenga como mínimo: fecha, origen, nombre y firma del generador, destino, tipo de residuos, volumen o peso, sello de recibido del sitio de tratamiento y/o aprovechamiento o disposición autorizados como destino final, nombre de quien recibe y firma. Este documento podrá ser solicitado por las autoridades competentes en cualquier momento.
- Entregar los RCD recolectados en los sitios autorizados para su tratamiento y/o aprovechamiento o disposición final.
- Los vehículos deben cumplir con las normas establecidas por las Autoridades de Tránsito y Transporte y lo establecido en la Resolución 541 de 1994, o aquella que la sustituya o modifique, sin perjuicio del cumplimiento con las demás normas que expidan otras autoridades con competencia en la materia o se establezcan en contratos de prestación del servicio, con entidades públicas o privadas.
- En caso de que los vehículos ocasionen derrame, escape o pérdida de los RCD en áreas de espacio público y/o privado éstos deberán ser recogidos inmediatamente por el transportador. Todo transportador de RCD deberá contar con las herramientas y equipos necesarios para realizar la limpieza respectiva de los residuos, en el momento en que ocurra un derrame, así como para la respectiva señalización a implementar mientras se realicen las labores de recolección.

- La recolección y transporte de RCD debe ser realizada de manera separada de otro tipo de residuos.
- No realizar ningún servicio de transporte de este tipo de residuos si el Gran Generador no está en posesión de la licencia de construcción, en caso de requerirlo.
- En el caso que el transportador recoja RCD en obra en contenedores asignados para esto, éstos deberán presentar en su exterior los datos que reglamentariamente se establezcan para permitir la identificación del gestor autorizado para su transporte.

El transportador deberá retirar los RCD de los diferentes frentes de obra entre las 8:00 am y 5:00 pm, teniendo en cuenta que las rutas serán las

5.3.6.3 Generación de residuos peligrosos y sistemas de trenes durante los mantenimientos realizados en el área de Patio-Taller

La estimación de los residuos peligrosos generados en el área de Patio-Taller ha sido tomada de información del Metro de Santiago de Chile.

5.3.6.3.1 Mantenimiento menor de equipos

El mantenimiento menor de trenes se realizará en el área de Patio-Taller, la cual será adecuada y contará con equipos de calidad para generar el cuidado preventivo y correctivo requerido por los trenes, entre las actividades y/o trabajos que pueden llevarse a cabo en dicha área se encuentran:

- Ajuste mecánico: Este tipo de ajuste se realiza de manera preventiva y de forma periódica, según el tiempo de funcionamiento de los trenes, los tipos de ajustes hacen referencia a la verificación de los trenes (asientos, ventanas, puertas, pasamanos, ruedas, frenos, elementos de seguridad, etc.)**.**
- Neumáticos: Hace referencia a las actividades de mantenimiento, verificación de presiones, kilometraje, limpieza y cambio de las tapas de neumáticos.
- Boguie: Actividades de mantenimiento bajo caja, cambio de frotador negativo y positivo, revisión de niveles de aceite, revisión de alturas de carbones de motores.
- Compresores: Actividades de mantenimiento y revisión de compresores
- Timonerías: Mantenimiento del sistema que se encarga del accionado de palancas de frenado.
- Rueda de seguridad: Verificación del estado de ruedas, se realizan mediciones
- Limpieza rápida: Limpieza del tren a cargo de la empresa contratista
- Motores: Mantenimiento y seguimiento a los motores, verificación, limpieza,
- Cambio de piezas: Corresponde al cambio de piezas averiadas o desgastadas, instalación de repuestos.
- Cambio de zapatas de frenado: Hace referencia a la reposición de zapatas de frenado que se encuentran en desgaste y puedan generar inconvenientes en el sistema

Ajuste mecánico

Este tipo de ajuste se realiza de manera preventiva y de forma periódica, según el tiempo de funcionamiento de los trenes, los tipos de ajustes hacen referencia a la verificación de los trenes (asientos, ventanas, puertas, pasamanos, ruedas, frenos, elementos de seguridad, etc.)**.** A continuación se identifican los tipos de residuos generados en el desarrollo de la actividad mencionada.

Tabla 5.3.6-12 Residuos Generados durante los ajustes mecánicos

Materiales Utilizados	Descripción de actividad	Residuo Industrial no peligroso	Residuos peligrosos	Objetivo
-Aceite -Aerosol -Desengrasante -Grasa -Pilas -Pintura -Repuestos -Trapos -Baterías	-Ajuste mecánico a boguie, timonería, compresores, ruedas de seguridad, motores, cambio de zapata, cambios de luminaria, etc.	-Elementos para baja (repuestos, chatarra metálica, etc.) -Material de desecho no contaminado	-Aceite usado -Envases de aerosol -Envases de desengrasante -Grasa usada -Pilas -Envases de pintura -Solvente usado -Baterías	Mantenimiento del Tren

Fuente: Metro de Santiago de Chile

Actividades relacionadas con los neumáticos

Corresponde al desarme, reparamiento, cambio, reposición y armado de los neumáticos de los trenes. En la Tabla 5.3.16 se enuncian los residuos que se generan en la actividad mencionada.

Tabla 5.3.6-13 Residuos generados en mantenimiento de neumáticos

Materiales Utilizados	Descripción de actividad	Residuos Líquidos	Residuo Industrial no peligroso	Residuos peligrosos	Objetivo
-Cubiertas -Llantas -Repuestos -Nitrógeno -Grasa Vegetal -Aceite de lubricación -Trapos -Agua	-Armado y desarme de neumáticos -Inflado de neumáticos -Reparación de neumáticos -Aplicación de grasa a neumáticos	-Agua con hidrocarburos	-Cubiertas para baja -Llantas dañadas	-Grasa usada -Trapos contaminados -Envases contaminados	-neumáticos Reparados -neumáticos armados

Fuente: Metro de Santiago de Chile

Perfilado de ruedas de acero

Corresponde al mantenimiento preventivo y/o correctivo de las ruedas de acero de los trenes, con objeto de evitar deterioro o inconvenientes en su operación. Dentro del mantenimiento pueden generarse los siguientes residuos:

Tabla 5.3.6-14 Residuos generados en el perfilado de ruedas

Materiales utilizados	Descripción de la actividad	Residuo Peligroso	Objetivo
-Tren para perfilado de ruedas -Trapos -Solvente -Aceite	Mantenimiento preventivo y/o correctivo del perfil de ruedas de acero de los trenes	-Viruta con rastros de aceite (Mobil DTE115 propio del torno) -Envases de aceite y solvente	Tren con ruedas reperfiladas

Fuente: Metro de Santiago de Chile

Lavado de trenes

Corresponde a la limpieza que se realizará a los trenes, la cual consta del lavado exterior e interior de los mismos (desinfección, lavado de pisos, techo, limpieza de vidrios, etc.). Durante la actividad de lavado, se prevé que se generen los siguientes residuos:

Tabla 5.3.6-15 Residuos generados durante limpieza y desinfección

Materiales utilizados	Descripción de la actividad	Residuos Líquidos	Residuo Industrial no peligroso	Objetivo
-Productos de limpieza -Antrigraffiti -Agua	Limpieza interior y exterior de los trenes	-Agua con detergentes	-Trapos sucios -Envases de productos de limpieza -Envases de antigraffiti	Limpieza y desinfección de trenes

Fuente: Metro de Santiago de Chile

5.3.6.3.2 Mantenimiento Mayor

Mantención mayor mecánica

Actividad donde se realizan dos tipos de operaciones; un proceso de mantenimiento preventivo el cual es programado según el cronograma de actividades estipulado por la empresa METRO DE BOGOTÁ, en el cual se establece el periodo de las intervenciones y procesos de mantenimiento correctivo, en el cual realizan reparaciones por averías que puedan presentar los trenes. Una vez que el tren hace el ingreso al taller, técnico de mantenimiento se dirige a pañol para retirar los insumos, repuestos e instrumentos necesarios. Se retira el órgano/sub órgano que requiere mantención. Estos procesos de mantención mecánica pueden generar los siguientes residuos

Tabla 5.3.6-16 Residuos generados en mantenimiento de órganos y sub órganos del tren

Materiales utilizados	Descripción de la actividad	Residuo industrial no peligroso	Residuos Líquidos	Residuos Peligrosos	Objetivo
-Órganos a mantener -Repuestos -Detergente industrial -Solvente -Grasas -Trapos -Agua -Pilas -Aerosoles -Aceite	Mantención de órganos mecánicos de trenes, tales como: boguies, puentes diferenciales, scharffemberg y equipos neumáticos	-Elementos para baja (repuestos, chatarra metálica, etc.) -Material de desecho no contaminado	-Agua con detergentes -Agua con polvo	-Solvente usado -Grasa Usada -Pilas Usadas -Trapos contaminados -Aceite usado -Envases	Mantenimiento de los componentes del tren

Fuente: Metro de Santiago de Chile

Mantenimiento mayor eléctrico

Corresponde a las actividades de mantenimiento eléctrico de los trenes, dentro de estas actividades, se intervienen otros equipos tales como motores de alta y baja tensión, conjunto electromecánico de tracción frenado (JH), estos son los de mayor envergadura en el área eléctrica, requieren de lavado de piezas con solvente eléctrico, engrases con diferentes tipos de grasas, pintado con pintura aislante, etc. A continuación se mencionan los diferentes residuos generados durante el mantenimiento eléctrico.

Tabla 5.3.6-17 Residuos generados durante el mantenimiento eléctrico de los trenes

Materiales utilizados	Descripción de la actividad	Residuo industrial no peligroso	Residuos Líquidos	Residuos Peligrosos	Objetivo
-Órganos a mantener -Repuestos -Detergente industrial -Solvente -Grasas -Trapos -Agua -Pilas -Aerosoles -Aceite	Mantención de órganos mecánicos de trenes, tales como: boguies, puentes diferenciales, scharffemberg y equipos neumáticos	-Elementos para baja (repuestos, chatarra metálica, etc.) -Material de desecho no contaminado	-Agua con detergentes -Agua con polvo	-Solvente usado -Grasa Usada -Pilas Usadas -Trapos contaminados -Aceite usado -Envases	Mantenimiento de los componentes del tren

Fuente: Metro de Santiago de Chile

5.3.6.3.3 Actividades y producción de servicios

Mantenimiento de equipos fijos

Hace referencia al mantenimiento de los equipos fijos dentro del área de Patio-Taller, como por ejemplo: grúas, horquillas, puentes grúa, tornos, entre otros, a continuación se identifican los residuos generados en las actividades de mantenimiento descrita.

Tabla 5.3.6-18 Residuos generados en mantenimiento de equipos fijos

Materiales utilizados	Descripción de la actividad	Residuo industrial no peligroso	Residuos Peligrosos	Objetivo
-Solvente -Grasa -Trapos -Agua destilada Desengrasante -Repuestos -Petróleo -Pintura -Aceite	Mantenimiento de equipos de Patio-Taller, como compresores, grúas, horquillas, tornos, puentes.	Elementos para baja (repuestos, chatarra metálica, etc.) -Material de desecho no contaminado	-Solvente usado -Grasa Usada -Aceite usado -Trapos contaminados -Envases de pintura	Mantenimiento de equipos fijos

Fuente: Metro de Santiago de Chile

Fabricación de zapatas de frenado

Corresponde a la fabricación de las zapatas de frenado, la cual requiere de insumos necesarios para la fabricación de piezas de madera para el sistema de frenado de trenes, donde se cepillan y se trozan tablones de madera, donde después pasan por un proceso necesario antes de llegar al sistema de frenos, a continuación se nombran los residuos que se generan en la actividad.

Tabla 5.3.6-19 Residuos generados durante la fabricación de zapatas de frenado

Materiales utilizados	Descripción de la actividad	Residuo industrial no peligroso	Residuos Líquidos	Residuos Peligrosos	Objetivo
-Madera nativa -Aceite vegetal -Agua -Sal de Oxileno	-Confección de zapata de madera nativa, impregnada con aceite vegetal y sales ignifugas. Recepción de zapatas rodadas y limpieza de portazapata	-Zapatas rodadas -Aserrín -Despuntes de madera -Zapatas no conformes -Envases de aceite vegetal -Trapos con aceite vegetal	- Agua contaminada con polvo, grasa y detergentes	-Trapos contaminados con grasa	-Zapatas de frenado disponibles
-Zapatas rodadas con portazapatas -Detergente industrial					

Fuente: Metro de Santiago de Chile

Procesos de soldadura

Durante el proceso de soldadura, se tiene previsto efectuar reparaciones y/o fabricaciones de partes y piezas metálicas necesarias para los componentes de los trenes o equipos fijos. Los insumos utilizados durante este proceso están directamente relacionados con el tipo de soladura a implementar y equipos dentro del área. En los procesos de soldadura pueden generarse diferentes tipos d residuos, los cuales se nombran en la Tabla 5.3.23.

Tabla 5.3.6-20 Residuos generados en el proceso de soldadura

Materiales utilizados	Descripción de la actividad	Residuo industrial no peligroso	Residuos Peligrosos	Objetivo
-Repuestos a reparar -Planchas -Cilindros de oxígeno, acetileno, argón, CO_2 con argón y gas licuado -Soldadura en varilla y rollo -Material de aporte -Discos corte y desbaste	Reparación y fabricación de partes y piezas para componentes de trenes y equipos fijos, a partir de la aplicación de la soldadura	-Trapos sucios -Chatarra de fierro -Escoria de soldadura -Restos de varilla de soldadura	-Filtros de aire usados	Fabricación y reparación de componentes

Fuente: Metro de Santiago de Chile

Pintura y reparación General

Dentro del área de Patio-Taller se prevé realizar el pintado de distintos componentes del tren (tales como asientos, paneles internos de tren, llantas de neumáticos, puertas, reparaciones parciales de coches, equipos ferroviarios, trabajos con fibra de vidrio, etc.). A continuación se identifican el tipo de residuos que se generan durante estas actividades.

Tabla 5.3.6-21 Residuos generados durante las actividades de pintura y reparación

Materiales utilizados	Descripción de la actividad	Residuos líquidos	Residuos Peligrosos	Objetivo
-Diluyente -Papel -Pintura -Agua -Gas licuado -Filtros de aire	Pintado de componentes de tren, muebles, llantas, neumáticos, puertas, reparaciones de equipos ferroviarios	-Agua con detergente	-Diluyente usado -Papel contaminado -Envases de pintura -Filtros de equipos de extracción	Productos pintados y reparados menores

Fuente: Metro de Santiago de Chile

Procesos de fabricación/ reparación de máquinas y herramientas

El proceso de máquinas y herramientas tiene por objetivo efectuar la reparación y/o fabricación de partes y piezas de materiales ferrosos, bronces y/o polímeros para trenes y equipos fijos, mediante procesos de mecanizado. Los residuos generados durante el desarrollo de estas actividades se muestran en la Tabla 5.3.25.

Tabla 5.3.6-22 Residuos generados durante la reparación de maquinaria herramienta

Materiales utilizados	Descripción de la actividad	Residuo industrial no peligroso	Residuos Peligrosos	Objetivo
-Repuestos a reparar -Materiales ferrosos -Bronces -Polímeros -Refrigerante de corte -Aceite -Grasa -Lijas	Reparación y fabricación de partes y piezas para trenes y equipos fijos, a través de procesos de mecanizado	Elementos para baja (repuestos, chatarra metálica, etc.) -Material de desecho no contaminado	-Viruta contaminada con aceite y refrigerante de corte -Envases de refrigerante -Trapos con grasa	Componentes reparados y/o fabricados

Fuente: Metro de Santiago de Chile

Los residuos generados durante las actividades de mantenimiento llevadas a cabo en el área de Patio-Taller, serán dispuestos a empresas certificadas por la CAR, quienes cumplen la normatividad establecida y los estándares de calidad para transportar y dar disposición final a los residuos que allí se generan.

5.3.6.3.4 Automatismo de Trenes

Mantenimiento de equipos y sistemas

En esta área se realizarán actividades de mantención de sistemas de control, trenes y líneas. Estas actividades se complementan con un banco de prueba e instrumental.

Las principales actividades que se llevan a cabo en el área de Automatismo corresponden al mantenimiento de tarjetas electrónicas, bloques de relés y otros sistemas electromecánicos de trenes y equipos fijos. La Tabla 5.3.26 muestra los residuos generados durante el mantenimiento de quipos y sistemas.

Tabla 5.3.6-23 Residuos generados durante el mantenimiento de equipos y sistemas

Materiales utilizados	Descripción de la actividad	Residuo industrial no peligroso	Residuos Peligrosos	Objetivo
-Repuestos -Pilas -Barras de soldadura -Soldadura en rollo -Alcohol isopropílico -Desplazador de humedad -Trapos -Grasa -Solvente -Diluyente -Aceite -Pintura/Barniz	Mantenimiento de tarjetas electrónicas, bloques de relés y otros sistemas electromecánicos de trenes y quipos fijos	Elementos para baja (repuestos, chatarra metálica, etc.) -Material de desecho no contaminado	-Trapos contaminados -Envases de pintura, alcohol, diluyente, desplazador de humedad, solvente -Pilas usadas -Grasa usada -Solvente usado -Escoria de soldadura	Componentes del tren mantenido

Fuente: Metro de Santiago de Chile

Alimentación eléctrica

El Área de Alimentación Eléctrica realiza un proceso relacionado con el mantenimiento de trenes. Esta actividad consiste en la mantención de baterías alcalinas de trenes. Para ello, se verifica el estado y se controla la capacidad eléctrica de las baterías alcalinas de los trenes. En cuanto a las etapas del proceso, éste se inicia con una revisión de parámetros eléctricos de la batería en mantención, para luego proceder con la descarga, desarme y el vaciado de electrolito si corresponde (en dicho caso se ejecuta el lavado externo e interno de la batería). Luego la batería es rellenada con electrolito, para someterla a dos procesos de carga y finalmente ser armada como producto final para disposición de los talleres de mantenimiento. A continuación se identifican los residuos que se generan durante la actividad descrita anteriormente.

Tabla 5.3.6-24 Residuos generados durante el mantenimiento de baterías de los trenes

Materiales utilizados	Descripción de la actividad	Residuo liquido	Residuos Peligrosos	Objetivo
-Batería y componentes -Agua destilada -Trapos -Solvente -Electrolito Agua Potasa cáustica en escamas Ácido clorhídrico Soda caustica Litio	Verificación de estado y control de capacidad eléctrica de las baterías alcalinas de trenes	-Residuos líquidos alcalinos (neutralizados) -Residuos líquidos ácidos (neutralizados)	-Trapos contaminados -Baterías y componentes para baja -Bidones y bolsas de sustancias químicas para electrolito -Electrolito usado (Tambor)	-Mantenimiento de baterías

Fuente: Metro de Santiago de Chile

5.3.6.3.5 Mantenimiento de equipos y sistemas

Los procesos de mantenimiento en equipos y sistemas son actividades que en su desarrollo pueden generar residuos peligrosos (Bombas, alumbrado, equipos de climatización, equipos de transporte vertical), sub estaciones eléctricas, vías.

Mantenimiento de baterías acidas

Todas las estaciones de la red cuentan con equipos de emergencia en caso de fallas de energía, estos equipos están constituidos por equipos de plomo acido, las cuales presentan cuatro procesos de mantenimiento:

- Revisión cada 6 semanas en sus niveles de tensión c/cargador , en vacío, densidad del electrolito, y corriente de flote
- Limpieza y relleno cada dos meses: limpieza de suciedad, llenado de agua destilada
- Conservación una vez al año: Desarmado completo de la batería, retiro del sulfato, lijado, limpieza y armado de la batería
- Prueba de capacidad una vez al año: Descarga y carga controlada del banco de batería, controlando densidad del electrolito, corriente y tensión de descarga. Esta prueba es la que determina el cambio de la batería.

En la Tabla 5.3.28 se identifican los residuos generados durante las actividades de mantenimiento de baterías.

Tabla 5.3.6-25 Residuos generados durante mantenimiento de baterías acidas

Materiales utilizados	Descripción de la actividad	Residuos Líquidos	Residuos Peligrosos	Objetivo
-Batería y componentes -Agua destilada -Trapos -Solvente -Ácido sulfúrico	-Verificación de estado y control de capacidad eléctrica de baterías acidas del sistema Metro	-Ácido Sulfúrico neutralizado	-Trapos contaminados -Envases contaminados -Baterías y componentes para baja	Mantenimiento de baterías

Fuente: Metro de Santiago de Chile

Mantenimiento de sub estaciones eléctricas

Corresponde a las actividades de inspección a los transformadores, incluyendo aquellos que contienen PCB. La Tabla 5.3.29 indica los materiales utilizados en el mantenimiento y los residuos generados durante el desarrollo de la actividad.

Tabla 5.3.6-26 Residuos generados durante el mantenimiento de sub estaciones eléctricas

Materiales utilizados	Descripción de la actividad	Residuo industrial no peligroso	Residuos Peligrosos	Objetivo
-Repuestos -Toallas para limpieza -Trapos para limpieza -Disolvente uso industrial -Aceite penetrante spray -Desengrasante industrial -Vaselina solida -Alcohol Isopropílico	Mantenimiento general de subestaciones, en términos de limpieza , revisión de protecciones y equipos	-Repuestos cambiados	-Trapos contaminados -Toallas contaminadas -Envases contaminados de productos	Mantenimiento de subestación

Fuente: Metro de Santiago de Chile

5.3.6.3.6 Actividades de vías

El mantenimiento preventivo y correctivo de maquinaria vías, tanto diésel como bencinera, de toda maquinaria de vías de la empresa METRO DE BOGOTÁ S.A. A continuación se identifican los residuos que se pueden generar durante las actividades de vías.

Tabla 5.3.6-27 Residuos generados durante el mantenimiento de vías

Materiales utilizados	Descripción de la actividad	Residuo industrial no peligroso	Residuos Peligrosos	Objetivo
-Repuestos -Baterías -Aceite -Grasa -Petróleo/bencina -Refrigerante	Revisión de estado y mantenimiento de componentes (por horómetros) de maquinaria de vías, tales como: tractores ferroviarios, motovías,	Elementos para baja (repuestos, chatarra metálica, etc.) -Material de desecho no contaminado	-Baterías usadas -Envases contaminados -Grasa usada -Trapos contaminados	Mantenimiento de maquinaria

Materiales utilizados	Descripción de la actividad	Residuo industrial no peligroso	Residuos Peligrosos	Objetivo
-Solvente	generadores, grúas		-Repuestos contaminados -Aceite, solvente y refrigerante usado	

Fuente: Metro de Santiago de Chile

5.3.6.3.7 Actividades de electromecánica

Las actividades que realiza la electromecánica se llevan a cabo principalmente en estaciones, en donde se realiza el mantenimiento a escaleras mecánicas, mantenimiento de equipos de transporte vertical, equipos de climatización, alumbrado y bombas de aguas lluvia y servidas.

Mantenimiento de aguas lluvia y servidas

Corresponde a las actividades realizadas de cuidado y mantenimiento de bombas de impulsión de agua (lluvias y servidas) presente en las estaciones. En la siguiente tabla, se identifica los residuos que se generan durante esta actividad.

Tabla 5.3.6-28 Residuos generados durante las actividades de mantenimiento de aguas lluvia y servidas

Materiales utilizados	Descripción de la actividad	Residuos Industrial no peligroso	Residuos líquidos	Residuos Peligrosos	Objetivo
-Repuestos -Hipoclorito de sodio -Solventes -Aceites -Digestor bacteriano -Agua -Productos de limpieza solubles en agua -Trapos	-Mantenimiento de plantas de bombeo en términos de limpieza -Reparación y reemplazo de partes y piezas de motobombas sumergibles	-Partes y piezas de bombeo en mal estado	-Agua contaminada (Limpieza de bombas)	-Trapos contaminados -Envases de químicos contaminados -Aceite usado -Solvente usado	Sistema de evacuación de agua disponible

Fuente: Metro de Santiago de Chile

Mantenimiento de alumbrado

Hace referencia al mantenimiento y reposición de lámparas de alta tensión y tubos fluorescentes, la cual se realiza en estaciones, edificios y talleres. En la Tabla 5.3.32 se identifican los residuos que se pueden generar durante la ejecución de tal actividad.

Tabla 5.3.6-29 Residuos generados durante el mantenimiento de alumbrado

Materiales utilizados	Descripción de la actividad	Residuos Industrial no peligroso	Residuos Peligrosos	Objetivo
-Tubos fluorescentes -Lámparas de sodio, mercurio, haluro, luz mixta, incandescente, PL, dicroico y halógeno -Repuestos (balastos, partidores, etc.) -Baterías de Gel -Trapos	-Mantenimiento de sistemas de iluminación de estaciones, edificios y talleres	-Trapos usados -Partes y piezas en mal estado y/o retirados de los equipos	-Tubos fluorescentes -Lámparas reemplazadas -Partes y piezas en mal estado -Baterías en mal estado	Alumbrado en óptimas condiciones

Fuente: Metro de Santiago de Chile

Mantenimientos de equipos de transporte vertical

Hace referencia al mantenimiento preventivo y correctivo que se realizará a las escaleras mecánicas, ascensores, salvaescaleras y plataformas ubicadas en las estaciones y edificios del metro. En la Tabla 5.3.33 se muestran los diferentes residuos que se generan durante el reemplazo, limpieza y ajustes de los componentes del transporte vertical.

Tabla 5.3.6-30 Residuos generados durante el mantenimiento de equipos de transporte vertical

Materiales utilizados	Descripción de la actividad	Residuos Industrial no peligroso	Residuos Peligrosos	Objetivo
-Repuestos -Baterías Pb-Acido -solvente -Grasa -Aceite -Pintura -Trapos -Papel absorbente	Mantenimiento de escaleras mecánicas, ascensores, salvaescaleras y plataformas	-Partes y piezas en mal estado y/o retirado de los equipos	-Trapos contaminados -Papel contaminado -Envases contaminados -Grasa usada	Equipos disponibles

Fuente: Metro de Santiago de Chile

5.3.6.3.8 Procesos de apoyo y servicios

Laboratorio de metrología

Se encarga de la verificación de funcionamiento y calibración de equipos, instrumentos de medición y herramientas de mantenimiento. A continuación se relacionan los residuos que se pueden generar durante la actividad descrita.

Tabla 5.3.6-31 Residuos generados durante actividades de calibración de equipos de medidas

Materiales utilizados	Descripción de la actividad	Residuos Peligrosos	Objetivo
-Instrumentos a verificar -Papel tork -Baterías y pilas alcalinas -Alcohol Isopropílico -Éter de petróleo	Mantenimiento de escaleras mecánicas, ascensores, salvaescaleras y plataformas	-Envases de alcohol, éter y aceite -Baterías y pilas usadas -Trapos ya papeles	Instrumentos verificados

Materiales utilizados	Descripción de la actividad	Residuos Peligrosos	Objetivo
-Aceite para instrumentos -Agua destilada -Trapos		contaminados	

Fuente: Metro de Santiago de Chile

Ensayos no destructivos

Hace referencia a las inspecciones realizadas mediante ensayos no destructivos, todos los ensayos permiten detectar fallas en los órganos y componentes del tren. En la Tabla 5.3.35 se mencionan los residuos generados en la actividad de ensayos no destructivos.

Tabla 5.3.6-32 Residuos generados durante actividades de ensayos no destructivos

Materiales utilizados	Descripción de la actividad	Residuos Peligrosos	Objetivo
- Piezas y/o componentes a verificar -Tintas penetrantes -Polvos y líquidos magnetizables -Trapos	Inspección de estado de piezas y componentes mediante la aplicación de métodos no destructivos	-Envases de tintas y polvos -Trapos contaminados	Piezas y/o componentes verificados

Fuente: Metro de Santiago de Chile

5.3.6.3.9 Mantenimiento de Patio-Taller

El mantenimiento que se realizará al área de Patio-Taller consta de las siguientes actividades:

- Aseo a instalaciones: limpieza de oficinas y recintos de las instalaciones del Patio-Taller de Metro
- Mantención estructural: Corresponde a las actividades de reparaciones de la infraestructura.
- Aseo de jardines: Corresponde a las actividades de desinfección y aplicación de plaguicidas.

En la Tabla 5.3.36 se identifican los residuos generados a partir del desarrollo de actividades de mantenimiento del área de Patio-Taller de metro.

Tabla 5.3.6-33 Residuos generados durante el mantenimiento al área de Patio-Taller

Materiales utilizados	Descripción de la actividad	Residuos Industrial no peligroso	Residuos líquidos	Residuos Peligrosos	Objetivo
-Agua -Aserrín -Trapos -Papel -Pintura -Soldadura -Silicona industrial -Diluyente -Tubos fluorescentes -Residuos de oficina	Mantenimiento y reparaciones menores de las instalaciones, aseo y saneamiento de las instalaciones de Patio-Taller	-Trapos -Papel usado -Despuntes de materiales de construcción -Residuos de oficina (ADT)	-Agua contaminada (Aseo de pisos, lavado de instalaciones)	-Aserrín contaminado -Envases de pintura, silicona, diluyente, productos de limpieza -Bolsas de pesticidas -Insumos de construcción contaminados	Mantenimiento de recintos

Materiales utilizados	Descripción de la actividad	Residuos Industrial no peligroso	Residuos líquidos	Residuos Peligrosos	Objetivo
-Productos de limpieza -Materiales de construcción -Insumos de construcción -Combustible -Pesticidas -Abonos					

Fuente: Metro de Santiago de Chile

Para la disposición y control de los residuos sólidos se contará con un punto estratégico denominado “Punto Ecológico”, el cual se ubicará en el campamento de obra o en sitios estratégicos.

Dicho punto ecológico, contará con los recipientes adecuados para la disposición de los residuos, los cuales estarán ubicados de manera estratégica, visibles, identificados y señalizados de acuerdo al color que corresponda a la clase de residuos a depositar en estos; para lo anterior, se debe dar cumplimiento a lo establecido en la Norma Técnica Colombiana GTC-24.

Aquellos residuos especiales serán entregados a gestores que cuenten con la respectiva licencia ambiental para almacenamiento, transporte, transformación y tratamiento, en la siguiente tabla se detallan algunas de las empresas autorizadas con licencia ambiental otorgada por la Secretaría Distrital de Ambiente para el manejo de residuos peligrosos.

Tabla 5.3.6-34 Gestores autorizados para el manejo de residuos peligrosos

Nombre
DESCONT S.A. E.S.P
ECOENTORNO LTDA.
INGENIERÍA Y RECICLAJE S.A.S.
TRATAR AMBIENTAL S.A.S.
BOGOTANA DE MANGUERAS S.A.S.
EMPRESA COLOMBIANA DE COMBUSTIBLES INDUSTRIALES - ECOLCIN S.A.S.
ENVIRONMENT SOLUTIONS AND PETROLEUM TECNOLOGIES S.A. ESAPETROL S.A.
PROCESOS PETROQUIMICOS Y TECNOLOGIAS PARA EL MEDIO AMBIENTE PROPTELMA SAS
RECICLAJE DE PRODUCTOS Y ACEITES LTDA - RECIPROIL LTDA

Fuente: Secretaria Distrital de Ambiente

El Plan de Gestión de residuos de construcción y demolición, impactos previsibles y las técnicas para el tratamiento y aprovechamiento de escombros y de otros materiales de construcción, serán definidos en los capítulos referentes al Evaluación ambiental, Plan de Manejo Ambiental y Programa de Monitoreo y Seguimiento establecidos para el contrato.

5.3.7 Aprovechamiento forestal

Del total de 3229 individuos arbóreos, arbustivos y palmáceos inventariados en el AID del corredor de la PLMB, se determinó que se requiere el aprovechamiento o tala de 1315, mientras que 366 serán trasladados a sitios diferentes al AID del proyecto; estos sitios serán determinados por el Jardín Botánico de Bogotá José Celestino Mutis, de acuerdo con la normatividad Distrital vigente en silvicultura urbana.

Tabla 5.3.7-1 Consolidado de tratamientos silviculturales en el corredor PLMB

Tratamientos silviculturales	Cantidad
Conservación	1363
Poda radicular	185
Bloqueo y Traslado	366
Tala	1373
TOTAL	**3287**

Fuente: Consorcio Metro BOG, 2017

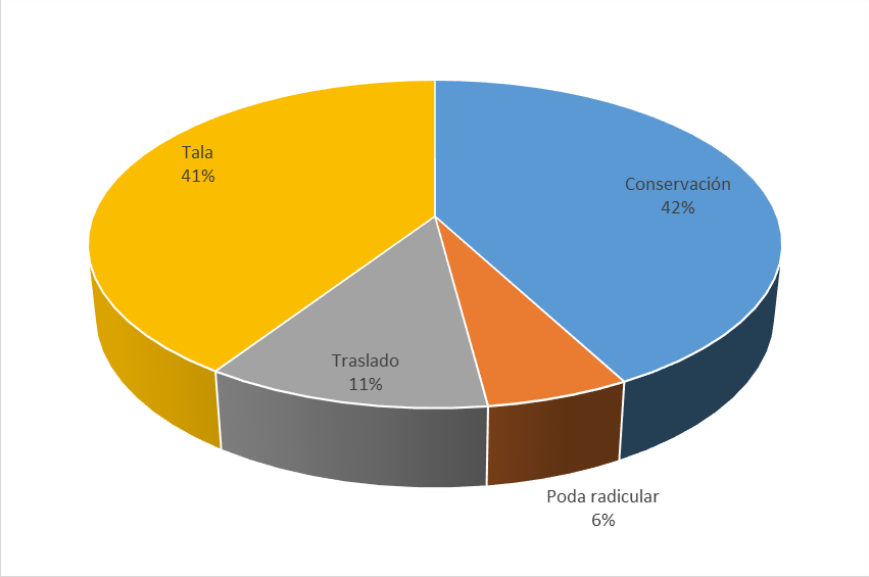


Figura 5.3.7-1 Distribución porcentual del aprovechamiento de recursos forestales en el corredor PLMB

Fuente: Consorcio Metro BOG, 2017

Por lo anterior se concluye que el proyecto de la PLMB proyecta una demanda del 52% (tala 41%, traslado 11%), del recurso forestal emplazado en el corredor. De la totalidad de los individuos conceptuados para tala, el 56% se distribuye en solo tres especies (Caucho sabanero, Urapán y Falso pimiento). El volumen comercial de los individuos conceptuados es mínimo y cabe anotar, que la madera proveniente de la tala de los individuos conceptuados no tendrá usos comerciales.

Con respecto al predio Patio-Taller, de acuerdo al inventario forestal al 100%, realizado, se encontraron 58 individuos de 6 especies, en su mayoría de origen exótico. La totalidad de los individuos inventariados se conceptuaron para tala o aprovechamiento. El volumen comercial

aprovechable de estas especies corresponde a 0.52 m^3 de madera; al igual que en el corredor de la PLMB la madera proveniente de la tala de los individuos conceptuados no tendrá usos comerciales.

5.3.8 Áreas verdes

Una vez definidas las intervenciones puntuales sobre el corredor vial, se estima el endurecimiento de zonas verdes por cada elemento constitutivo del espacio público:

Tabla 5.3.8-1. Endurecimiento de zonas verdes por construcción

Elementos de espacio público		**Área endurecida (m²)**
Constitutivos naturales		
Sistema hídrico	Zonas de Manejo y Preservación Ambiental, y Ronda Hidráulica	58,379.62
CONSTITUTIVOS ARTIFICIALES		
Articuladores de espacio público	Parques de la red general y local	439.87
Circulación peatonal y vehicular	Plazas	65.01
	Plazoletas	301.55
	Corredor ecológico vial correspondiente a zonas verdes, controles ambientales de las vías urbanas V-0, V-1, V-2, V-3 (Art. 100 Decreto 190 de 2004)	2,571.28
	Alamedas	7.28
	Andenes y pasos peatonales	4,393.19
	Separadores viales	62,873.38
	Glorietas	8,030.02
	Zonas verdes de las intersecciones viales (orejas)	67.98
	Vías peatonales	0.00
En espacio privado	Antejardines y retrocesos contra espacio público en desarrollo de obras de utilidad pública	1,695.63
	Total endurecimiento	**138,824.81**

Fuente: Consorcio Metro BOG, 2017

En términos de compensación y atendiendo lo dispuesto en la Resolución conjunta 073 de 2017, se tiene la siguiente estimación de compensación por endurecimiento:

Tabla 5.3.8-2 Balance final de zonas verdes

Zona	Descripción	Área antes del proyecto m^2 (a)	Área después del proyecto m^2 (b)	Diferencia (a-b)
CONSTITUTIVOS NATURALES				
Sistema hídrico	Zonas de manejo y preservación ambiental y ronda hidráulica	103,568.48	45,188.86	-58379.62
CONSTITUTIVOS ARTIFICIALES O CONSTRUIDOS				
Articuladores de espacio publico	Parques de la red general y local	6,911.70	6,471.83	-439.87
	Plazas	2,969.33	2,904.32	-65.01
	Plazoletas	2,341.31	2,039.76	-301.55
Circulación peatonal y vehicular	Corredor ecológico vial, controles ambientales	17,199.65	14,628.37	-2571.28
	Separadores viales	91,479.34	49,470.57	-42008.77
	Glorietas	10,662.89	2,632.87	-8030.02
	Zonas verdes de las intersecciones viales	3,479.99	3,412.01	-67.98
	Vías peatonales	0.00	71,435.31	71435.31
En espacio publico	Antejardines y retrocesos contra espacio público en desarrollo de obras de utilidad pública	2,638.54	942.91	-1695.63
			BALANCE DE ZONAS VERDES	**-42124.42**

Fuente: Consorcio Metro BOG, 2017

5.3.9 Permisos requeridos

A continuación, se listan los permisos que se requieren en las diferentes fases del proyecto.

Tabla 5.3.9-1 Permisos requeridos por etapa del proyecto

Etapa			Requerimiento	Entidad	Responsable del Trámite
Estructuración	Construcción	Operación			
X			Variación de la ZMPA del Río Bogotá	CAR	EMB
X			Variación de la ZMPA en los canales intervenidos por el proyecto	SDA	EMB
X			Solicitud de concepto sobre autoridad competente para realizar monitoreo y control en el área del Patio-Taller.	MADS	EMB
X			Licencia de	ICANH	Consultor

Etapa			Requerimiento	Entidad	Responsable del Trámite
Estructuración	Construcción	Operación			
			Prospección Arqueológica		etapa de factibilidad
X			Aprobación Prospección y Plan de Manejo Arqueológico	ICANH	Consultor etapa de factibilidad
	X		Permiso de aprovechamiento forestal de árboles aislados	SDA - CAR	EMB
	X		Acta de revisión y aprobación del diseño paisajístico	Jardín Botánico José Celestino Mutis (JBB) - SDA	Concesionario
	X		Salvoconducto de movilización de madera	SDA	Concesionario
	X		Acta de entrega de árboles trasladados al JBB	JBB	Concesionario
	X		Acta de entrega de árboles plantados al JBB	JBB	Concesionario
	X		Salvoconducto para la movilización de flora y arbolado	SDA	Concesionario
	X	X	Plan de manejo de Tráfico (PMT)	SDM	Concesionario
	X		Licencias ambientales y mineras para proveedores de materiales	Autoridad Ambiental competente	Concesionario
	X	X	Registro de Publicidad Exterior	SDA	Concesionario
	X	X	Certificado de gases y emisiones vehiculares	SDA	Concesionario
	X		Autorización para trabajo nocturno	Alcaldías Locales	Concesionario
	X		Permiso de Ocupación de Cauce	Autoridad Ambiental competente	Concesionario
	X		Conexión Temporal de servicios públicos	Empresas de Servicios Públicos	Concesionario
	X	X	Certificación de revisión técnico-mecánica de vehículos.	Centros de Diagnóstico	Concesionario
	X	X	Permiso de vertimiento	SDA	Concesionario

Etapa			Requerimiento	Entidad	Responsable del Trámite
Estructuración	Construcción	Operación			
	X		Disposición final RCD	Autoridad Ambiental competente	Concesionario
	X	X	Registro como generadores de RESPEL	SDA	Concesionario
	X		Compensación por endurecimiento de zonas verdes	SDA	EMB
	X	X	Registro de conformación del Departamento de Gestión Ambiental	SDA	Concesionario

5.4 BIBLIOGRAFÍA

Alcaldía Local de Kennedy. (17 de Marzo de 2017). *http://www.kennedy.gov.co/*. Recuperado el 4 de Marzo de 2017, de http://www.kennedy.gov.co/

Secretaria Distrital de Planeación. (2006). *Dirección de planes maestros y complementarios, plan maestro de equipamientos de bienestar social, Decreto 316 de 2006, Bogotá D.C.* Bogotá.

http://www.santafe.gov.co/. (15 de Marzo de 2017). Recuperado el 15 de Marzo de 2017, de http://www.santafe.gov.co/

Alcaldía de Santa Fe. (2017). *Alcaldía de Santa Fe*. Obtenido de http://www.santafe.gov.co/

Alcaldía Local de Barrios Unidos. (8 de Marzo de 2017). *http://www.barriosunidos.gov.co/*. Recuperado el 8 de Marzo de 2017, de http://www.barriosunidos.gov.co/

Alcaldía Local de Chapinero. (8 de Marzo de 2017). *http://www.chapinero.gov.co/*. Recuperado el 8 de Marzo de 2017, de http://www.chapinero.gov.co/

Alcaldía Local de Mártires. (14 de Marzo de 2017). *http://www.martires.gov.co/*. Recuperado el 14 de Marzo de 2017, de http://www.martires.gov.co/

Alcaldía Local de Puente Aranda . (4 de Marzo de 2017). *http://www.puentearanda.gov.co/*. Recuperado el 6 de Marzo de 2017, de http://www.puentearanda.gov.co/

Canal RCN. (24 de 01 de 2017). *http://www.noticiasrcn.com*. Recuperado el 21 de 03 de 2017, de http://www.noticiasrcn.com/especialesrcn/inseguridad-bogota/

DANE. (2005). *Censo 2005, proyecciones DANE 2017.* Bogotá.

Financiera de Desarrollo Nacional. (2016). *ET: Estudio Social.* Bogotá.

Instituto de Desarrollo Urbano. (2013). *Contrato IDU 849 de 2013.* Bogotá.

Instituto de Desarrollo Urbano. (2014). *Documento Técnico de Soporte de factibilidad Componente Social OTC - IDU.* Bogotá.

Instituto de Desarrollo Urbano. (17 de 03 de 2017). *https://webidu.idu.gov.co*. Recuperado el 21 de 03 de 2017, de https://webidu.idu.gov.co/jspui/browse?type=subject&sort_by=1&order=ASC&rpp=20&etal=-1&value=ESTUDIOS+SOCIALES&offset=0

La Infraestructura de Datos Espaciales para el Distrito Capital – IDECA. (s.f.). GDB Versión 1216. Bogotá .

Secretaria de Planeación. (13 de 11 de 2016). *http://www.sdp.gov.co/*. Recuperado el 27 de 03 de 2017, de Legalización de barrios: http://www.sdp.gov.co/portal/page/portal/PortalSDP/OrdenamientoTerritorial/LegalizacionBarrios/Regularizaci%F3n%20de%20Barrios/QueEs

Secretaria de Planeación Distrital. (2009). *Conociendo la localidad de Santafé diagnóstico de los aspectos físicos demográficos y socioeconómico.* Bogotá.

Secretaria Distrital de Planeación. (2009). *Conociendo la localidad de Teusaquillo diagnóstico de los aspectos físicos demográficos y socioeconómico.* Bogotá.

Secretaria Distrital de Planeación. (2011). *21 Monografías de las Localidades de Bogotá.* Bogotá.

Secretaria Distrital de Planeación. (2011). *Secretaria Distrital de Planeación.* Recuperado el Mayo de 2017, de http://www.sdp.gov.co/portal/page/portal/PortalSDP/InformacionEnLinea/

Secretaria Distrital de Planeación. (9 de Marzo de 2017). *http://www.sdp.gov.co/portal/page/portal/PortalSDP/InformacionEnLinea/InformacionDescargableUPZs/Localidad%2016%20Puente%20Aranda/Cartillas%20UPZ/upz%2043%20san%20rafael.pdf*. Recuperado el 9 de Marzo de 2017, de http://www.sdp.gov.co/portal/page/portal/PortalSDP/InformacionEnLinea/InformacionDescargableUPZs/Localidad%2016%20Puente%20Aranda/Cartillas%20UPZ/upz%2043%20san%20rafael.pdf

Secretaria Distrital de Planeación. (9 de Marzo de 2017). *http://www.sdp.gov.co/portal/page/portal/PortalSDP/InformacionEnLinea/InformacionDescargableUPZs/Localidad%2016%20Puente%20Aranda/Cartillas%20UPZ/upz%2043%20san%20rafael.pdf*. Recuperado el 9 de Marzo de 2017, de http://www.sdp.gov.co/portal/page/portal/PortalSDP/InformacionEnLinea/InformacionDescargableUPZs/Localidad%2016%20Puente%20Aranda/Cartillas%20UPZ/upz%2043%20san%20rafael.pdf

Secretaría Distrital de Planeación. (9 de Marzo de 2017). *http://www.sdp.gov.co/portal/page/portal/PortalSDP/InformacionEnLinea/InformacionDescargableUPZs/Localidad%2016%20Puente%20Aranda/Cartillas%20UPZ/upz%2043%20san%20rafael.pdf*. Recuperado el 9 de Marzo de 2017, de http://www.sdp.gov.co/portal/page/portal/PortalSDP/InformacionEnLinea/InformacionDescargableUPZs/Localidad%2016%20Puente%20Aranda/Cartillas%20UPZ/upz%2043%20san%20rafael.pdf

Urbano, I. d. (2013). *Contrato IDU 849 de 2013.* Bogotá.

ESTRUCTURACIÓN TÉCNICA DEL TRAMO 1 DE LA PRIMERA LÍNEA DEL METRO DE BOGOTÁ

Metro de Bogotá

ALCALDÍA MAYOR DE BOGOTÁ D.C.

BOGOTÁ MEJOR PARA TODOS

ESTRUCTURACIÓN TÉCNICA DEL TRAMO 1 DE LA PRIMERA LÍNEA DEL METRO DE BOGOTA (PLMB)

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL Y SOCIAL (EIAS)

LINEA BASE – MEDIO ABIOTICO

DOCUMENTO N° ETPLMB-ET19-L16.5-ITE-I-001_R2

MAYO DE 2018

FDN Financiera de Desarrollo Nacional

CONSORCIO METRO BOG

SYSTRA

INGETEC INGENIEROS CONSULTORES

TABLA DE CONTENIDO

5.2.1 MEDIO ABIÓTICO 2
5.2.1.1 Componente Geosférico 2
5.2.1.2 Geología 2
5.2.1.3 Geomorfología 19
5.2.1.4 Morfogénesis 21
5.2.1.5 Morfografía 25
5.2.1.6 Procesos morfodinámicos en el área de influencia indirecta 27
5.2.1.7 Unidades geomorfológicas asociadas al trazado de la PLMB 27
5.2.1.8 Amenazas Naturales 28
5.2.1.9 Caracterización geotécnica 41
5.2.1.10 Suelos 89
5.2.1.11 Paisaje 102
5.2.1.12 Componente Hidrosférico 133
5.2.1.13 Hidrología 133
5.2.1.14 Calidad del agua superficial 152
5.2.1.15 Usos del agua 169
5.2.1.16 Hidrogeología 180
5.2.1.17 Componente atmosférico 250
5.2.1.18 Meteorología 250
5.2.1.19 Identificación de Fuentes de emisión 272
5.2.1.20 Calidad del Aire 277
5.2.1.21 Ruido 520
5.2.1.22 Vibraciones 609
5.2.1.23 ANEXOS 634

LISTA DE TABLAS

Tabla 5.2.1-1 Unidades geomorfológicas 20
Tabla 5.2.1-2 Categorías de los rangos de pendientes para el área de influencia indirecta del Proyecto Primera Línea del Metro de Bogotá 25
Tabla 5.2.1-3 Valores de aceleración As (g) 34
Tabla 5.2.1-4 Descripción de las zonas de respuesta sísmica 35
Tabla 5.2.1-5 Zonas homogéneas del trazado del metro 43
Tabla 5.2.1-6. Estratigrafía del Ramal Técnico 1. 46
Tabla 5.2.1-7 Valores de Su obtenidos por los 3 casos de análisis estadísticos estudiados. 46
Tabla 5.2.1-8 Estratigrafía del Ramal Técnico 2. 47
Tabla 5.2.1-9 Valores de Su obtenidos por los 3 niveles estratigráficos del Ramal 2 47
Tabla 5.2.1-10 Resumen de parámetros de diseño de Ramal Técnico 2 47
Tabla 5.2.1-11 Estratigrafía del Tramo 1.1 48
Tabla 5.2.1-12 Valores de Su obtenidos por los 3 casos de análisis estadísticos estudiados. 48
Tabla 5.2.1-13 Resumen de parámetros de diseño de Tramo 1.1 49
Tabla 5.2.1-14 Estratigrafía del Tramo 1.2 49
Tabla 5.2.1-15 Resultados del análisis estadístico para el tramo 1.2 50
Tabla 5.2.1-16 Resumen de parámetros de diseño de Tramo 1.2 50
Tabla 5.2.1-17 Estratigrafía del Tramo 1.3 51
Tabla 5.2.1-18 Valores de S_u obtenidos del análisis estadístico. 51
Tabla 5.2.1-19 Resumen de parámetros de diseño de Tramo 1.3 52
Tabla 5.2.1-20 Estratigrafía del Tramo 1.4 53
Tabla 5.2.1-21 Resultados del análisis estadístico para el Tramo 1.4 53
Tabla 5.2.1-22 Resumen de parámetros de diseño de Tramo 1.4 54
Tabla 5.2.1-23 Estratigrafía del Tramo 1.5 54
Tabla 5.2.1-24 Valores de Su obtenidos por los 3 casos de análisis estadísticos estudiados 55
Tabla 5.2.1-25 Resumen de parámetros de diseño de Tramo 1.5 56
Tabla 5.2.1-26 Estratigrafía del Tramo 1.6 56
Tabla 5.2.1-27 Valores de Su obtenidos por los 3 casos de análisis estadísticos estudiados 57
Tabla 5.2.1-28 Resumen de parámetros de diseño de Tramo 1.6 57
Tabla 5.2.1-29 Estratigrafía del Tramo 2.1 58
Tabla 5.2.1-30 Valores de Su obtenidos por los 3 casos de análisis estadísticos estudiados. 59
Tabla 5.2.1-31 Resumen de parámetros de diseño de Tramo 2.1 61
Tabla 5.2.1-32 Estratigrafía del Tramo 2.2 61
Tabla 5.2.1-33 Valores de Su obtenidos por los 3 casos de análisis estadísticos estudiados. 62
Tabla 5.2.1-34 Resumen de parámetros de diseño de Tramo 2.2 63
Tabla 5.2.1-35 Estratigrafía del Tramo 2.3 64
Tabla 5.2.1-36 Valores de Su obtenidos por los 3 casos de análisis estadísticos estudiados. 65
Tabla 5.2.1-37 Resumen de parámetros de diseño de Tramo 2.3 65
Tabla 5.2.1-38 Estratigrafía del Tramo 2.4 66
Tabla 5.2.1-39 Valores de S_u obtenidos por los 3 casos de análisis estadísticos estudiados 66
Tabla 5.2.1-40 Resumen de parámetros de diseño de Tramo 2.4 68
Tabla 5.2.1-41 Estratigrafía del Tramo 2.5 68
Tabla 5.2.1-42 Valores de Su obtenidos por los 3 casos de análisis estadísticos estudiados 69
Tabla 5.2.1-43 Resumen de parámetros de diseño de Tramo 2.5 70
Tabla 5.2.1-44 Estratigrafía del Tramo 3.1 71
Tabla 5.2.1-45 Resultado del análisis estadístico realizado a los estratos cohesivos del Tramo 3.1 71
Tabla 5.2.1-46 Resumen de parámetros de diseño de Tramo 3.1 73
Tabla 5.2.1-47 Estratigrafía del Tramo 3.2.1 74
Tabla 5.2.1-48 Valores de Su obtenidos por los 3 casos de análisis estadísticos estudiados 74
Tabla 5.2.1-49 Resumen de parámetros de diseño de Tramo 3.2.1 75

Tabla 5.2.1-50 Estratigrafía del Tramo 3.2.2 76
Tabla 5.2.1-51 Resultados de los análisis estadísticos realizados en los estratos U1, U2, U3, y U4. 76
Tabla 5.2.1-52 Resumen de parámetros de diseño de Tramo 3.2.2 77
Tabla 5.2.1-53 Estratigrafía del Tramo 3.2.3 77
Tabla 5.2.1-54 Resultado del análisis estadístico realizado a los estratos cohesivos del tramo 3.4.3 78
Tabla 5.2.1-55 Resumen de parámetros de diseño de Tramo 3.2.3 79
Tabla 5.2.1-56 Estratigrafía del Tramo 3.3 79
Tabla 5.2.1-57 Valores de Su obtenidos por los 3 casos de análisis estadísticos estudiados 80
Tabla 5.2.1-58 Resumen de parámetros de diseño de Tramo 3.3 81
Tabla 5.2.1-59 Estratigrafía del Tramo 3.4.1 82
Tabla 5.2.1-60 Resultado del análisis estadístico realizado en el tramo 3.4.1 82
Tabla 5.2.1-61 Resumen de parámetros de diseño de Tramo 3.4.1 82
Tabla 5.2.1-62 Estratigrafía del Tramo 3.4.2 83
Tabla 5.2.1-63 Resultados del análisis estadístico en los estratos U1, U2 y U3 del tramo 3.4.2 83
Tabla 5.2.1-64 Resumen de parámetros de diseño de Tramo 3.4.2 83
Tabla 5.2.1-65 Estratigrafía del Tramo 3.4.3 84
Tabla 5.2.1-66 Resultado del análisis estadístico realizado a los estratos cohesivos del tramo 3.4.3 84
Tabla 5.2.1-67 Resumen de parámetros de diseño de Tramo 3.4.3 85
Tabla 5.2.1-68 Estratigrafía del Tramo 3.4.4 85
Tabla 5.2.1-69 Resultados de análisis estadístico para el estrato U1 del tramo 3.4.4 86
Tabla 5.2.1-70 Resumen de parámetros de diseño de Tramo 3.4.4 86
Tabla 5.2.1-71 Estratigrafía del Tramo 3.5 86
Tabla 5.2.1-72 Resultados de Su obtenidos a partir del análisis estadístico. 87
Tabla 5.2.1-73 Resumen de parámetros de diseño de Tramo 3.5 89
Tabla 5.2.1-74 Información Tomada del Perfil Descrito en Campo 91
Tabla 5.2.1-75: Uso Actual de los Suelos en el Área de estudio 94
Tabla 5.2.1-76 Conflictos de uso de los Suelos en el Área de influencia del proyecto PLMB 95
Tabla 5.2.1-77 Coordenadas Puntos de Monitoreo de Suelos 97
Tabla 5.2.1-78 parámetros analizados dentro del Monitoreo de Suelos 98
Tabla 5.2.1-79 Actividades económicas 101
Tabla 5.2.1-80 Valoración del contacto con la naturaleza 102
Tabla 5.2.1-81 Valoración de la preferencia estética 102
Tabla 5.2.1-82 Valoración de la presencia de espacios recreativos 103
Tabla 5.2.1-83 Valoración de la Integración social 103
Tabla 5.2.1-84 Valoración de la Participación ciudadana 103
Tabla 5.2.1-85 Valoración del sentido de pertenencia y la identidad comunitaria 103
Tabla 5.2.1-86 Pesos dados a cada una de las unidades de paisaje de acuerdo a la percepción local 104
Tabla 5.2.1-87 Clasificación de la calidad visual 104
Tabla 5.2.1-88 Resultados de cada una de las unidades del paisaje evaluadas en la Zona 4. 120
Tabla 5.2.1-89 Calidad visual Zona 4 121
Tabla 5.2.1-90 Resultados de cada una de las unidades del paisaje evaluadas en la Zona 5 125
Tabla 5.2.1-91 Calidad visual en la Zona 5. 126
Tabla 5.2.1-92 Resultados de cada una de las unidades del paisaje evaluadas en la Zona 130
Tabla 5.2.1-93 Cladidad visual Zona 6. 131
Tabla 5.2.1-94 Estructuras del sistema de alcantarillado que se cruzan con el trazado del proyecto 137
Tabla 5.2.1-95 Características de estaciones 138
Tabla 5.2.1-96 Caudales característicos (m^3/s) estaciones base. 141
Tabla 5.2.1-97 Verificación de criterios de diagnóstico estructuras 143

Tabla 5.2.1-98 Caudales máximos para diferentes periodos de retorno estructuras de canal 144
Tabla 5.2.1-99 Caudales máximos para periodos de retorno 10 años Colectores..... 144
Tabla 5.2.1-100 Niveles diarios estación Gibraltar 2008 – 2015 para diferentes probabilidades de excedencia 150
Tabla 5.2.1-101 Niveles de ascenso y descenso Estación Elevadora Gibraltar 151
Tabla 5.2.1-102 Cotas de operación estacion de bombeo 151
Tabla 5.2.1-103 Georeferenciación puntos de monitoreo..... 154
Tabla 5.2.1-104 Registros meteorológicos 157
Tabla 5.2.1-105 Parámetros evaluados, métodos y referencia 159
Tabla 5.2.1-106 Especificaciones de recipientes y preservación utilizada por parámetro fisicoquímico..... 160
Tabla 5.2.1-107 Resultados monitoreo fisicoquímico del Agua..... 161
Tabla 5.2.1-108 Calidad del agua de acuerdo con las concentraciones de DBO_5 y DQO..... 162
Tabla 5.2.1-109 clasificaciones de cada uno de los cuerpos hídricos..... 163
Tabla 5.2.1-110 Clasificación del agua según conductividad 164
Tabla 5.2.1-111 Grado de Mineralización del Agua..... 164
Tabla 5.2.1-112. Conflictos del uso del agua para Bogotá D.C..... 169
Tabla 5.2.1-113 Relación del agua subterránea concedida Vs extraída del acuífero 170
Tabla 5.2.1-114 Volumen agua subterránea consumida (m^3/año) 170
Tabla 5.2.1-115 Consumo residencial de agua por habitante 171
Tabla 5.2.1-116: Inventario de puntos de agua subterránea en Bogotá..... 171
Tabla 5.2.1-117 Red de monitoreo de agua subterránea CAR 176
Tabla 5.2.1-118: Inventario de puntos de agua subterránea 179
Tabla 5.2.1-119 Localización de sondeos eléctricos verticales (SEV's) en la Sabana de Bogotá (Sistema de referencia Gauss Kruger, con origen en el Observatorio de Bogotá)..... 190
Tabla 5.2.1-120 Resultados de la interpretación Geoeléctrica 191
Tabla 5.2.1-121 Resumen de resultados del modelo de dos capas para puntos medidos en las estaciones 192
Tabla 5.2.1-122 Relación de perforaciones ejecutadas en el proyecto, donde fue alcanzado el basamento del depósito cuaternario de la Sabana..... 195
Tabla 5.2.1-123 Parámetros hidráulicos 198
Tabla 5.2.1-124 Clasificación geoquímica de los puntos de agua..... 202
Tabla 5.2.1-125 Relación de Altitud de Recarga con Deuterio..... 218
Tabla 5.2.1-126 Piezómetros 221
Tabla 5.2.1-127 Clasificación del agua en términos de la conductividad 223
Tabla 5.2.1-128 Clasificación de la calidad del agua subterránea 224
Tabla 5.2.1-129 Mediciones del nivel freático en los piezómetros instalados en algunas de las perforaciones del trazado de la PLMB 224
Tabla 5.2.1-130 Factor de valoración de la variable profundidad..... 228
Tabla 5.2.1-131 Factor de valoración de la variable recarga potencial 228
Tabla 5.2.1-132 Factor de valoración de la variable litología del acuífero 229
Tabla 5.2.1-133 Factor de valoración de la variable tipo de suelo 229
Tabla 5.2.1-134 Factor de valoración de la variable tipo de suelo 230
Tabla 5.2.1-135 Factor de valoración de la variable naturaleza de la zona no saturada 230
Tabla 5.2.1-136 Factor de valoración de la variable conductividad hidráulica 231
Tabla 5.2.1-137 Factores de ponderación para el método DRASTIC 231
Tabla 5.2.1-138 Estadísticas de la variable profundidad por temporada de precipitación 231
Tabla 5.2.1-139: Grados de Vulnerabilidad – Método DRASTIC 232
Tabla 5.2.1-140 Georeferenciación puntos de monitoreo - aguas subterráneas 237
Tabla 5.2.1-141 Parámetros evaluados, métodos y referencia 240
Tabla 5.2.1-142 Escala de conductividad 242
Tabla 5.2.1-143 Resultados in situ aguas subterráneas área de influencia proyecto construcción Metro de Bogotá..... 244
Tabla 5.2.1-144 Clasificación de la calidad del agua subterránea 246

Tabla 5.2.1-145 Resultados de análisis laboratorio de las aguas subterráneas área de influencia del proyecto 249
Tabla 5.2.1-146 Resultados físico-químicos (Patio-Taller) 250
Tabla 5.2.1-147 Caracterización de estaciones 251
Tabla 5.2.1-148 Periodo común parámetros estaciones IDEAM - ACUEDUCTO 253
Tabla 5.2.1-149 Estaciones base para isoyetas totales anuales (mm) 271
Tabla 5.2.1-150 Identificación Fuentes de Emisión – Zona de Estudio 272
Tabla 5.2.1-151 Características de las Fuentes de Emisión – Zona de estudio 275
Tabla 5.2.1-152 Descripción Estaciones de Monitoreo 279
Tabla 5.2.1-153 Ubicación de las estaciones meteorológicas 285
Tabla 5.2.1-154 Resumen de los parámetros meteorológicos de muestreo Estación Villa Blanca 287
Tabla 5.2.1-155 Resumen de los parámetros meteorológicos de muestreo Estación RMCAB 287
Tabla 5.2.1-156 Información de la balanza utilizada en laboratorio 295
Tabla 5.2.1-157 Información del espectrofotómetro utilizado en laboratorio 300
Tabla 5.2.1-158 Estándares Máximos Permisibles de Niveles de Inmisión, Expresados en µg/m^3, según la Resolución 610 del 24 de marzo de 2010. 302
Tabla 5.2.1-159 Concentraciones diarias de PM_{10} vs. Norma diaria 304
Tabla 5.2.1-160 Consolidado de resultados de PM_{10} 314
Tabla 5.2.1-161 Concentraciones diarias de $PM_{2,5}$ vs. Norma diaria (µg/m3) 316
Tabla 5.2.1-162 Consolidado de resultados de $PM_{2,5}$ 326
Tabla 5.2.1-163 Concentraciones diarias de NO_2 vs. Norma diaria (µg/m3) 328
Tabla 5.2.1-164 Concentraciones diarias de SO_2vs. Norma diaria (µg/m3) 339
Tabla 5.2.1-165 Consolidado resultados BTX (µg/m3) 352
Tabla 5.2.1-166 Convenciones Índice de Calidad del Aire 355
Tabla 5.2.1-167 Puntos de corte del ICA 355
Tabla 5.2.1-168 Comparación entre modelos de dispersión 359
Tabla 5.2.1-169 Inventario de emisiones - Proyecto 364
Tabla 5.2.1-170 Grilla utilizadas para el estudio de gases 366
Tabla 5.2.1-171 Georeferenciación de receptores discretos 369
Tabla 5.2.1-172 Parametrización AERMET 372
Tabla 5.2.1-173 Valores de Albedo, Bowen y Rugosidad 373
Tabla 5.2.1-174. Escala de Precipitación 376
Tabla 5.2.1-175. Distribución de la frecuencia de vientos 378
Tabla 5.2.1-176. Escala de velocidad del viento Beaufort 378
Tabla 5.2.1-177. Factores de emisión para PM_{10} Escenario Línea Base y Operación 384
Tabla 5.2.1-178. Factores de emisión para PM_{10} Escenario construcción 384
Tabla 5.2.1-179. Factores de emisión para $PM_{2.5}$ Escenario Línea Base y Operación 386
Tabla 5.2.1-180. Factores de emisión para $PM_{2.5}$ Escenario Construcción 386
Tabla 5.2.1-181. Factores de emisión relacionados a otras actividades 387
Tabla 5.2.1-182 Descripción tramos línea base y operación 388
Tabla 5.2.1-183 Resultados aforo vehicular 390
Tabla 5.2.1-184 Proyección de transito – Escenario Operación 392
Tabla 5.2.1-185 Características de la flota vehicular 393
Tabla 5.2.1-186 Actividades constructivas y maquinaria asociada – Escenario de Construcción . 394
Tabla 5.2.1-187 Equipos principales para la construcción 395
Tabla 5.2.1-188 Características Flota vehicular construcción 395
Tabla 5.2.1-189 Parámetros en vías de acceso en el transporte de materiales 397
Tabla 5.2.1-190 Volúmenes de materiales por año (m3) 397
Tabla 5.2.1-191 Porcentaje (%) de material por fuente 397
Tabla 5.2.1-192 Volúmenes Patio-Taller [m3] 397
Tabla 5.2.1-193 Áreas de las fuentes evaluadas 398
Tabla 5.2.1-194 Proyección trafico promedio diario – Escenario Construcción 398
Tabla 5.2.1-195 Parámetros para el cálculo de emisiones 400

Tabla 5.2.1-196. Estrategias de Control de Emisiones 400
Tabla 5.2.1-197 Emisiones estimadas Fuente Lineal (vías) – PM_{10} 401
Tabla 5.2.1-198 Emisiones estimadas Fuente Lineal (vías) – $PM_{2,5}$ 401
Tabla 5.2.1-199 Emisiones estimadas Fuente móvil (vehículos) 402
Tabla 5.2.1-200 Emisiones estimadas Fuente Lineal (vías) con la reducción del 70% del tráfico sobre la Av. Caracas – PM_{10} 405
Tabla 5.2.1-201 Emisiones estimadas Fuente Lineal (vías) con el 100% del tráfico sobre la Av. Caracas – PM_{10} 406
Tabla 5.2.1-202 Emisiones estimadas Fuente Lineal (vías) con la reducción del 70% del tráfico sobre la Av. Caracas – $PM_{2,5}$ 406
Tabla 5.2.1-203 Emisiones estimadas Fuente Lineal (vías) con el 100% del tráfico sobre la Av. Caracas – $PM_{2,5}$ 407
Tabla 5.2.1-204 Emisiones estimadas Fuente móvil (vehículos) 408
Tabla 5.2.1-205. Emisiones estimadas Operación 410
Tabla 5.2.1-206 Emisiones estimadas Fuente Lineal (vías) – PM_{10} 410
Tabla 5.2.1-207 Emisiones estimadas Fuente Lineal (vías) – $PM_{2,5}$ 410
Tabla 5.2.1-208 Emisiones estimadas Fuente móvil (vehículos) 411
Tabla 5.2.1-209 Se presentan las emisiones estimadas con control de emisión – Fuentes del proyecto 414
Tabla 5.2.1-210. Emisiones estimadas flota vehicular 415
Tabla 5.2.1-211. Resultados PM_{10}- $PM_{2.5}$24 horas - Escenario Línea Base 417
Tabla 5.2.1-212 Concentraciones PM_{10}y$PM_{2.5}$ anual - Escenario Línea base 419
Tabla 5.2.1-213 Resultados NO_2 24 horas y anual. Escenario 1 433
Tabla 5.2.1-214 Aportes NO_2 anual. Escenario 1 433
Tabla 5.2.1-215 Resultados$SO_2$24 horas y anual. Escenario 1 436
Tabla 5.2.1-216 Aportes SO_2 anual. Escenario 1 436
Tabla 5.2.1-217 Resultados CO 1 hora y 8 horas. Escenario 1 440
Tabla 5.2.1-218 Aportes CO8 horas. Escenario 1 440
Tabla 5.2.1-219 Aportes VOC24 horas y anual. Escenario 1 444
Tabla 5.2.1-220 Resultados PM_{10}- $PM_{2.5}$24 horas y anual. Escenario 2 447
Tabla 5.2.1-221 Resultados NO_2 24 horas y anual. Escenario 2 452
Tabla 5.2.1-222 Resultados$SO_2$24 horas y anual. Escenario 2 455
Tabla 5.2.1-223 Resultados CO 1 hora y 8 horas. Escenario 2 458
Tabla 5.2.1-224 Aportes VOC24 horas y anual. Escenario 2 461
Tabla 5.2.1-225 Resultados PM_{10}– $PM_{2.5}$24 horas y anual. Escenario 3 sin concetración de fondo con el 70% de reducción sobre la Av.Caracas 464
Tabla 5.2.1-226 Porcentaje de incrementoPM$_{10}$y $PM_{2.5}$anual. Escenario 3 465
Tabla 5.2.1-227 Resultados $NO_2$24 horas y anual. Escenario 3 469
Tabla 5.2.1-228 Porcentaje de incremento NO_2anual. Escenario 3 470
Tabla 5.2.1-229 Aportes SO_2 24 horas y anual. Escenario 3 473
Tabla 5.2.1-230 Porcentaje incremento SO_2 24 horas y anual. Escenario 3 473
Tabla 5.2.1-231 Resultados CO 1 hora y 8 horas. Escenario 3 476
Tabla 5.2.1-232 Porcentaje incremento CO8 Horas. Escenario 3 476
Tabla 5.2.1-233 Aportes VOC24 horas y anual. Escenario 3 480
Tabla 5.2.1-234 Porcentaje incremento VOC24 anual. Escenario 3 480
Tabla 5.2.1-235 Concentraciones de fondo 24 Hr. 483
Tabla 5.2.1-236 Aportes resultantes escenario de construcción y operación - PM_{10} 24 Horas 484
Tabla 5.2.1-237 Aportes resultantes escenario de construcción y operación – $PM_{2,5}$ 24 Horas 485
Tabla 5.2.1-238 Aportes resultantes escenario de construcción y operación – SO_2 Horas 486
Tabla 5.2.1-239 Aportes resultantes escenario de construcción y operación – NO_2 24 Horas 487
Tabla 5.2.1-240 Concentraciones de fondo anual 488
Tabla 5.2.1-241 Aportes resultantes escenario de construcción y operación - PM_{10} Anual 489
Tabla 5.2.1-242 Aportes resultantes escenario de construcción y operación – $PM_{2,5}$ Anual 490
Tabla 5.2.1-243 Aportes resultantes escenario de construcción y operación – SO_2 Anual 491

Tabla 5.2.1-244 Aportes resultantes escenario de construcción y operación – NO_2 Anual 492
Tabla 5.2.1-245 Resultado de modealción – Aporte de PM_{10} Escenario Operación ANUAL..... 517
Tabla 5.2.1-246 Resultado de modealción – Aporte de PM_{10} Escenario Operación 24 HORAS... 518
Tabla 5.2.1-247 Descripción técnica de las estaciones de monitoreo de ruido ambiental 522
Tabla 5.2.1-248 Codificación de fuentes de ruido..... 533
Tabla 5.2.1-249 Horarios Establecidos por la Resolución 0627 de 2006 535
Tabla 5.2.1-250 Estándares Máximos Permisibles para Ruido Ambiental 535
Tabla 5.2.1-251 Clasificación por sectores de cada uno de los puntos de monitoreo 536
Tabla 5.2.1-252 Clasificación sectores de los puntos con mayor sensibilidad 536
Tabla 5.2.1-253 Resultados monitoreo de ruido ambiental – Ordinario Sector B 537
Tabla 5.2.1-254 Resultados monitoreo de ruido ambiental – Ordinario Sector C 539
Tabla 5.2.1-255 Resultados monitoreo de ruido ambiental – Ordinario Sector D 540
Tabla 5.2.1-256 Resultados mediciones de ruido ambiental respecto el Sector A 541
Tabla 5.2.1-257 Resultados monitoreo de ruido ambiental – Dominical Sector B 542
Tabla 5.2.1-258 Resultados monitoreo de ruido ambiental – Dominical Sector C 544
Tabla 5.2.1-259 Resultados mediciones de ruido ambiental respecto el Sector A 545
Tabla 5.2.1-260 Comparación entre software para modelos de dispersión 547
Tabla 5.2.1-261. Variables meteorológicas..... 554
Tabla 5.2.1-262 Maquinaria que se usará en Patio-Taller..... 561
Tabla 5.2.1-263 Maquinaria que se usará en la sección 1 del tramo 1 561
Tabla 5.2.1-264 Maquinaria que se usará en la sección 2 del tramo 1 562
Tabla 5.2.1-265 Maquinaria que se usará en la sección 3 del tramo 1 562
Tabla 5.2.1-266 Maquinaria que se usará en la sección 4 del tramo 1 563
Tabla 5.2.1-267 Maquinaria que se usará en la sección 1 del tramo 2 564
Tabla 5.2.1-268 Maquinaria que se usará en la sección 2 del tramo 2 564
Tabla 5.2.1-269 Parámetros acústicos de los equipos idealizados 566
Tabla 5.2.1-270 Especificaciones de equipo 567
Tabla 5.2.1-271 Niveles de potencia sonora y espectros de frecuencia 567
Tabla 5.2.1-272 Aportes modelación línea base (LAeqd)..... 571
Tabla 5.2.1-273 Aportes modelación línea base LAeqn 574
Tabla 5.2.1-274 Aportes modelación escenario construcción LAeqd..... 577
Tabla 5.2.1-275 Aportes modelación escenario construcción LAeqd..... 579
Tabla 5.2.1-276 Aportes modelación escenario construcción + línea base LAeqn..... 582
Tabla 5.2.1-277 Aportes modelación escenario construcción + línea base LAeqd 585
Tabla 5.2.1-278 Aportes modelación escenario operación LAeqn 588
Tabla 5.2.1-279 Aportes modelación escenario operación LAeqn 591
Tabla 5.2.1-280 Aportes modelo operación LAeqd..... 591
Tabla 5.2.1-281 Aportes modelación escenario operación + línea base (LAeqn) 595
Tabla 5.2.1-282 Comparativo escenario línea base y construcción 602
Tabla 5.2.1-283 Comparativo escenario línea base y operación..... 603
Tabla 5.2.1-284 Comparación Escenario Construcción respecto estándares normativo..... 604
Tabla 5.2.1-285 Comparación Escenario Operación respecto estándares normativo 604
Tabla 5.2.1-286 Comparación entre los valores medidos y los resultados del modelo..... 607
Tabla 5.2.1-287 Localización de los puntos de medición de vibraciones en la zona de influencia del proyecto..... 617
Tabla 5.2.1-288 Localización de los puntos de medición de vibraciones en la zona de influencia del proyecto..... 625

LISTA DE FIGURAS

Figura 5.2.1-1 Geología de los sectores central y sur de la ciudad de Bogotá 3
Figura 5.2.1-2 Geología general del Área de Influencia Indirecta del proyecto..... 8
Figura 5.2.1-3 Secciones geológicas en el Área de Influencia Indirecta. Sección AA (Escala 1:25000). 11
Figura 5.2.1-4 Secciones geológicas en el Área de Influencia Indirecta. Sección B-B' (Escala 1:25000) 11
Figura 5.2.1-5 Secciones geológicas en el Área de Influencia Indirecta. Sección C-C' (Escala 1:25000) 12
Figura 5.2.1-6 Diseño Funcional Patio-Taller PLMB..... 18
Figura 5.2.1-7 Geomorfología del área de influencia indirecta del proyecto PLMB 24
Figura 5.2.1-8 Mapa de pendientes del área de influencia indirecta del proyecto PLMB..... 26
Figura 5.2.1-9 Mapa de Amenaza por Procesos de Remoción en Masa 30
Figura 5.2.1-10 Amenazas por remoción en masa e inundación por desbordamiento 33
Figura 5.2.1-11 Mapa de zonificación sísmica de Colombia 34
Figura 5.2.1-12 Mapa de microzonificación sísmica de Bogotá 36
Figura 5.2.1-13 Zonas de respuesta sísmica que atraviesa el corredor de la PLMB 40
Figura 5.2.1-14 Resultados de línea MASW-MAM LS-PLMB-VIBLA 52
Figura 5.2.1-15 Resultados de línea MASW-MAM LS-PLMB-AV68-2 59
Figura 5.2.1-16 Resultados de línea MASW-MAM LS-PLMB-AV68-1 60
Figura 5.2.1-17 Perfil de V_s evaluado a partir de ensayo Down-Hole PT-AV68-1. 60
Figura 5.2.1-18 Resultados de línea MASW-MAM LS-PLMB-ROS-1 62
Figura 5.2.1-19 Perfil de V_s evaluado a partir de ensayo Down-Hole PT-ROS-1. 63
Figura 5.2.1-20 Resultados de línea MASW-MAM LS-PLMB-NQS..... 67
Figura 5.2.1-21 Perfil de V_s evaluado a partir de ensayo Down-Hole PT-NQS-01 67
Figura 5.2.1-22 Resultados de línea MASW-MAM LS-PLMB-SAN 69
Figura 5.2.1-23 Perfil de V_s evaluado a partir de ensayo Down-Hole PT-SAN-01 70
Figura 5.2.1-24 Resultados de línea MASW-MAM LS-PLMB-HOS..... 72
Figura 5.2.1-25 Perfil de V_s evaluado a partir de ensayo Down-Hole PT-HOS-1. 72
Figura 5.2.1-26 Velocidad de onda Vs (m/s) de ensayo Bender Element. 73
Figura 5.2.1-27 Resultados de línea MASW-MAM LS-PLMB-CLL10. 75
Figura 5.2.1-28 Perfil de V_s evaluado a partir de ensayo Down-Hole PT-Cll10-01..... 75
Figura 5.2.1-29 Resultados de línea MASW-MAM LS-PLMB-CLL26..... 77
Figura 5.2.1-30 Perfil de V_s evaluado a partir de ensayo Down-Hole PT-PLMB-VDT-06..... 78
Figura 5.2.1-31 Resultados de línea MASW-MAM LS-PLMB-CLL45..... 80
Figura 5.2.1-32 Perfil de V_s evaluado a partir de ensayo Down-Hole PT-CLL45-03 y PT-PLMB-VDT-08..... 81
Figura 5.2.1-33 Resultados de línea MASW-MAM LS-PLMB-CLL63..... 84
Figura 5.2.1-34 Resultados de línea MASW-MAM LS-PLMB-CLL76..... 87
Figura 5.2.1-35 Resultados de línea MASW-MAM LS-PLMB-CLL72..... 88
Figura 5.2.1-36 Curva de V_s obtenida del ensayo Down-Hole PT-PLMB-VDT-13 88
Figura 5.2.1-37 Usos del suelo urbano y de expansión en el Área de influencia del proyecto PLMB 93
Figura 5.2.1-38 Uso Actual de Suelos en el Área de influencia del proyecto PLMB 94
Figura 5.2.1-39 Conflictos de uso de los Suelos en el Área de influencia del proyecto PLMB 96
Figura 5.2.1-40 Puntos de Monitoreo de Suelos en el AI del proyecto..... 98
Figura 5.2.1-41 Consideraciones Generales para Interpretar Análisis Químicos de Suelos 99
Figura 5.2.1-42 Zonas del AIIPLMB..... 105
Figura 5.2.1-43 Superficie cubierta por cada uno de los parámetros evaluados para estimar la calidad visual..... 108
Figura 5.2.1-44 Distribución de la calidad visual para la zona 1 en superficie (ha)..... 109

Figura 5.2.1-45 Superficie cubierta por cada uno de los parámetros evaluados para estimar la calidad visual. Zona 2 112
Figura 5.2.1-46 Distribución de la calidad visual para la zona 1 en superficie (ha) 113
Figura 5.2.1-47 Superficie cubierta por cada uno de los parámetros evaluados para estimar la calidad visual. Zona 3 116
Figura 5.2.1-48 Distribución de la calidad visual para la zona 3 en superficie (ha) 117
Figura 5.2.1-49 Distribución porcentual de las unidades del paisaje en la Zona4 121
Figura 5.2.1-50 Distribución porcentual de las unidades del paisaje en la Zona5. 126
Figura 5.2.1-51 Distribución porcentual de las unidades del paisaje en la Zona 6 131
Figura 5.2.1-52 Distribución de la calidad visual para el AIIPLMB 132
Figura 5.2.1-53 División del Bogotá por sub - cuencas de alcantarillado pluvial 135
Figura 5.2.1-54 Localización estaciones hidrométricas 138
Figura 5.2.1-55 Curva de doble masa caudal medio. Estación Ventana Captación y caudal medio Acumulada Promedio (Período 1991 – 2013 139
Figura 5.2.1-56 Curva de doble masa caudal medio. Estación Parque Nacional y caudal medio Acumulada Promedio (Período 1991 – 2013) 139
Figura 5.2.1-57 Distribución temporal de caudales medios diarios de la estación limnigráfica Ventana-Captación 1991-2013 140
Figura 5.2.1-58 Distribución temporal de caudales medios diarios de la estación limnigráfica Parque Nacional 1991-2013 141
Figura 5.2.1-59 Curva de Duración de Caudales estación Parque Nacional 141
Figura 5.2.1-60 Curva de Duración de Caudales estación Ventana Captación 142
Figura 5.2.1-61 Curva Intensidad – Duración- Frecuencia. Estación Inem Kennedy 145
Figura 5.2.1-62 Curva Intensidad – Duración- Frecuencia. Estación Universidad Nacional 145
Figura 5.2.1-63 Curva Intensidad – Duración- Frecuencia. Estación Venado de Oro Vivero 146
Figura 5.2.1-64 Localización estación Gibraltar Kennedy. 147
Figura 5.2.1-65 Distribución temporal de niveles medios mensuales de la estación telemétrica Gibraltar 2008-2015 147
Figura 5.2.1-66 Sección batimétrica estación Gibraltar 148
Figura 5.2.1-67 Curva de duración de niveles diarios estación Gibraltar 2008 – 2015 149
Figura 5.2.1-68 Esquema Estación Elevadora Gibraltar 151
Figura 5.2.1-69 Configuración topológica del modelo SewerGems 152
Figura 5.2.1-70 Identificación cuerpos hídricos objeto de estudio 153
Figura 5.2.1-71 Localización Puntos de Monitoreo Calidad del Agua Superficial 154
Figura 5.2.1-72 Condiciones meteorológicas – periodo de muestreo aguas superficiales 158
Figura 5.2.1-73 Resultados DBO_5, DQO y Oxígeno Disuelto 162
Figura 5.2.1-74 Resultados Sólidos y Conductividad 163
Figura 5.2.1-75 Resultados Nitrógeno Total y Fosforo 165
Figura 5.2.1-76 Resultados Grasas y Aceites, Tenso activos e Hidrocarburos Totales 165
Figura 5.2.1-77 Localización de pozos en el AII 178
Figura 5.2.1-78 Mapa hidrogeológico del área de influencia indirecta 183
Figura 5.2.1-79 Mapa de recarga potencial promedio anual en el Distrito Capital. 185
Figura 5.2.1-80 Mapa de isopiezas en temporadas de baja precipitación durante el periodo 1999-2010. 187
Figura 5.2.1-81 Mapa de isopiezas en temporadas de alta precipitación durante el periodo 1999-2010. 188
Figura 5.2.1-82 Mapa de isopiezas total durante el periodo 1999-2010. 189
Figura 5.2.1-83 Mapa de anomalía residual 196
Figura 5.2.1-84 Grafica de bombeo a caudal constante usando el método Cooper & Jacob. Pozo Clara Fey-1. 199
Figura 5.2.1-85 Grafica de bombeo a caudal constante usando el método Theis. Pozo Clara Fey-1. 199

Figura 5.2.1-86 Grafica de recuperación de niveles usando el método de Theis & Jacob, Pozo Clara Fey-1. 200
Figura 5.2.1-87 Gráfica de bombeo a caudal constante usando el método Cooper & Jacob. Pozo Clara Fey-2. 200
Figura 5.2.1-88 Grafica de recuperación de niveles usando el método de Theis & Jacob. Pozo Clara Fey-2. 201
Figura 5.2.1-89 Pozo de observación Clara Fey-1. 201
Figura 5.2.1-90 Diagrama Piper mostrando la clasificación geoquímica de las muestras de agua (en verde) tomadas en la Formación Guaduas. 204
Figura 5.2.1-91 Diagrama de Piper mostrando la clasificación geoquímica de las muestras de agua tomadas en los Depósitos de Llanura de Inundación. 205
Figura 5.2.1-92 Diagrama de Piper mostrando la clasificación de las muestras de agua tomadas en los Depósitos de Coluvión y el Complejo de Conos. 206
Figura 5.2.1-93 Diagrama de Piper mostrando la clasificación de las muestras de agua tomadas en niveles de arcillas y arenas finas de la Formación Sabana. 207
Figura 5.2.1-94 Diagrama de Piper mostrando la clasificación de las muestras de agua tomadas en niveles de arenas, arcillas y turba de la Formación Sabana 208
Figura 5.2.1-95 Diagrama de Piper fuentes superficiales 209
Figura 5.2.1-96 Distribución espacial de pH. 210
Figura 5.2.1-97 Secuencia de Chevotarev. 211
Figura 5.2.1-98 Distribución espacial de la conductividad eléctrica (µs/cm). 212
Figura 5.2.1-99 Distribución espacial de temperatura. 213
Figura 5.2.1-100 Distribución espacial del Sodio. 214
Figura 5.2.1-101 Distribución espacial de Cloruros. 215
Figura 5.2.1-102 Diagrama de cajas de los iones de las unidades geológicas en el Distrito Capital. 216
Figura 5.2.1-103 Línea meteórica. 217
Figura 5.2.1-104 Localización de piezómetros 222
Figura 5.2.1-105 Vulnerabilidad de acuíferos en temporada de alta precipitación. 233
Figura 5.2.1-106 Vulnerabilidad de acuíferos en temporada de baja precipitación. 235
Figura 5.2.1-107 Concentraciones de pH. En Aguas Subterráneas 241
Figura 5.2.1-108 Oxígeno disuelto en aguas subterráneas 242
Figura 5.2.1-109 Temperatura y conductividad de agua subterránea 243
Figura 5.2.1-110 Concentraciones de Fósforo y Nitrógeno Total 245
Figura 5.2.1-111 Concentraciones de grasas y aceites 246
Figura 5.2.1-112 Concentraciones de sólidos disueltos 247
Figura 5.2.1-113Concentraciones de sólidos suspendidos 247
Figura 5.2.1-114 Concentraciones de Coliformes fecales 248
Figura 5.2.1-115 Concentraciones de Coliformes Totales 248
Figura 5.2.1-116 Localización estaciones 252
Figura 5.2.1-117 Distribución temporal del brillo solar 254
Figura 5.2.1-118 Distribución temporal de la evaporación 255
Figura 5.2.1-119 Distribución temporal de humedad relativa 256
Figura 5.2.1-120 Distribución temporal de nubosidad 257
Figura 5.2.1-121 Distribución temporal de precipitación número de días 258
Figura 5.2.1-122 Distribución temporal de presión 259
Figura 5.2.1-123 Distribución temporal de precipitación total 260
Figura 5.2.1-124 Distribución temporal de precipitación total máxima 261
Figura 5.2.1-125 Distribución temporal de punto de rocío 262
Figura 5.2.1-126 Distribución temporal de tensión de vapor 263
Figura 5.2.1-127 Distribución temporal de temperatura máxima 264
Figura 5.2.1-128 Distribución temporal de temperatura media 265
Figura 5.2.1-129 Distribución temporal de temperatura mínima 266
Figura 5.2.1-130 Distribución temporal de radiación solar 267

Figura 5.2.1-131 Distribución temporal de velocidad del viento 268
Figura 5.2.1-132 Rosa de los vientos - Estación Carvajal 268
Figura 5.2.1-133 Rosa de los vientos - Estación Kennedy 269
Figura 5.2.1-134 Rosa de los vientos – San Cristóbal 269
Figura 5.2.1-135 Rosa de los vientos – Tunal 270
Figura 5.2.1-136 Isoyetas de precipitación zona de proyecto 271
Figura 5.2.1-137 Localización Fuentes de Emisión en la Zona de Estudio 276
Figura 5.2.1-138 Potenciales receptores de emisiones atmosféricas 277
Figura 5.2.1-139 Localización puntos de monitoreos calidad de aire 285
Figura 5.2.1-140 Temperatura promedio diaria Estación Villa Blanca 289
Figura 5.2.1-141 Temperatura promedio diaria Estación RMCAB 289
Figura 5.2.1-142 Precipitación acumulada diaria Estación Villa Blanca 290
Figura 5.2.1-143 Precipitación acumulada diaria Estación RMCAB 290
Figura 5.2.1-144 Presión barométrica promedio diaria Estación Villa Blanca 291
Figura 5.2.1-145 Presión barométrica promedio diaria Estación RMCAB 291
Figura 5.2.1-146 Velocidad del viento promedio estación Villa Blanca. 292
Figura 5.2.1-147 Velocidad del viento promedio estación RMCAB 292
Figura 5.2.1-148 Rosa de vientos – Estaciones Meteorológicas 293
Figura 5.2.1-149 Muestreador Hi-Vol de PM_{10} 294
Figura 5.2.1-150 Equipamiento que conforma el kit de calibración Variflow 294
Figura 5.2.1-151 Balanza Analítica OHAUS PA-214-CO 295
Figura 5.2.1-152 Muestreadores Low-Vol $PM_{2.5}$ 296
Figura 5.2.1-153 Equipamiento que conforma el kit de calibración Deltacal 297
Figura 5.2.1-154 Muestreador de Gases tipo RAC 298
Figura 5.2.1-155 Montaje del calibrador de burbuja 299
Figura 5.2.1-156 Espectrofotómetro Genesys 10 Uv-Vis Scanning Thermo Electron 300
Figura 5.2.1-157 Analizador automático de CO 301
Figura 5.2.1-158 Estación meteorológica Vue–Davis Instruments 302
Figura 5.2.1-159 Concentraciones de PM_{10} Estación Patio-Taller 305
Figura 5.2.1-160 Concentraciones de PM_{10} Estación Portal Américas 305
Figura 5.2.1-161 Concentraciones de PM_{10} Estación Villa Blanca 306
Figura 5.2.1-162 Concentraciones de PM_{10} Estación Kennedy 306
Figura 5.2.1-163 Concentraciones de PM_{10} Estación Palenque 307
Figura 5.2.1-164 Concentraciones de PM_{10} Estación Avenida Boyacá 307
Figura 5.2.1-165 Concentraciones de PM_{10} Estación Avenida 68 308
Figura 5.2.1-166 Concentraciones de PM_{10} Estación Rosario 308
Figura 5.2.1-167 Concentraciones de PM_{10} Estación NQS 309
Figura 5.2.1-168 Concentraciones de PM_{10} Estación Santander 309
Figura 5.2.1-169 Concentraciones de PM_{10} Estación Hospitales 310
Figura 5.2.1-170 Concentraciones de PM_{10} Calle 10 -11 310
Figura 5.2.1-171 Concentraciones de PM_{10} Calle 26 311
Figura 5.2.1-172 Concentraciones de PM_{10} Calle 45 311
Figura 5.2.1-173 Concentraciones de PM_{10} Calle 52 312
Figura 5.2.1-174 Concentraciones de PM_{10} Calle 63 312
Figura 5.2.1-175 Concentraciones de PM_{10} Calle 72 313
Figura 5.2.1-176 Concentraciones de PM_{10} Calle 76 313
Figura 5.2.1-177 Concentraciones promedio PM10 vs Norma anual 315
Figura 5.2.1-178 Concentraciones de $PM_{2,5}$ Estación Patio-Taller 317
Figura 5.2.1-179 Concentraciones de $PM_{2,5}$ Estación Portal Américas 317
Figura 5.2.1-180 Concentraciones de $PM_{2,5}$ Estación Villa Blanca 318
Figura 5.2.1-181 Concentraciones de $PM_{2,5}$ Estación Kennedy 318
Figura 5.2.1-182 Concentraciones de $PM_{2,5}$ Estación Palenque 319
Figura 5.2.1-183 Concentraciones de $PM_{2,5}$ Estación Avenida Boyacá 319

Figura 5.2.1-184 Concentraciones de $PM_{2,5}$ Estación Avenida 68 320
Figura 5.2.1-185 Concentraciones de $PM_{2,5}$ Estación Rosario 320
Figura 5.2.1-186 Concentraciones de $PM_{2,5}$ Estación NQS 321
Figura 5.2.1-187 Concentraciones de $PM_{2,5}$ Estación Santander 321
Figura 5.2.1-188 Concentraciones de $PM_{2,5}$ Estación Hospitales 322
Figura 5.2.1-189 Concentraciones de $PM_{2,5}$ Estación Calle 10 -11 322
Figura 5.2.1-190 Concentraciones de $PM_{2,5}$ Estación Calle 26 323
Figura 5.2.1-191 Concentraciones de $PM_{2,5}$ Estación Calle 45 323
Figura 5.2.1-192 Concentraciones de $PM_{2,5}$ Estación Calle 52 324
Figura 5.2.1-193 Concentraciones de $PM_{2,5}$ Estación Calle 63 324
Figura 5.2.1-194 Concentraciones de $PM_{2,5}$ Estación Calle 72 325
Figura 5.2.1-195 Concentraciones de $PM_{2,5}$ Estación Calle 76 325
Figura 5.2.1-196 Concentraciones promedio $PM_{2,5}$ vs Norma anual 327
Figura 5.2.1-197 Concentraciones de NO_2 Estación Patio-Taller 329
Figura 5.2.1-198 Concentraciones de NO_2 Estación Portal Américas 329
Figura 5.2.1-199 Concentraciones de NO_2 Villa Blanca 330
Figura 5.2.1-200 Concentraciones de NO_2 Estación Kennedy 330
Figura 5.2.1-201 Concentraciones de NO_2 Estación Palenque 331
Figura 5.2.1-202 Concentraciones de NO_2 Estación Avenida Boyacá 331
Figura 5.2.1-203 Concentraciones de NO_2 Estación Avenida 68 332
Figura 5.2.1-204 Concentraciones de NO_2 Estación Rosario 332
Figura 5.2.1-205 Concentraciones de NO_2 Estación NQS 333
Figura 5.2.1-206 Concentraciones de NO_2 Estación Santander 333
Figura 5.2.1-207 Concentraciones de NO_2 Estación Hospitales 334
Figura 5.2.1-208 Concentraciones de NO_2 Estación Calle 10 -11 334
Figura 5.2.1-209 Concentraciones de NO_2 Estación Calle 26 335
Figura 5.2.1-210 Concentraciones de NO_2 Estación Calle 45 335
Figura 5.2.1-211 Concentraciones de NO_2 Estación Calle 52 336
Figura 5.2.1-212 Concentraciones de NO_2 Estación Calle 63 336
Figura 5.2.1-213 Concentraciones de NO_2 Estación Calle 72 337
Figura 5.2.1-214 Concentraciones de NO_2 Estación Calle 76 337
Figura 5.2.1-215 Concentraciones de SO_2 Estación Patio-Taller 340
Figura 5.2.1-216 Concentraciones de SO_2 Estación Portal Américas 340
Figura 5.2.1-217 Concentraciones de SO_2 Estación Villa Blanca 341
Figura 5.2.1-218 Concentraciones de SO_2 Estación Kennedy 341
Figura 5.2.1-219 Concentraciones de SO_2 Estación Palenque 342
Figura 5.2.1-220 Concentraciones de SO_2 Estación Avenida Boyacá 342
Figura 5.2.1-221 Concentraciones de SO_2 Estación Avenida 68 343
Figura 5.2.1-222 Concentraciones de SO_2 Estación Rosario 343
Figura 5.2.1-223 Concentraciones de SO_2 Estación NQS 344
Figura 5.2.1-224 Concentraciones de SO_2 Estación Santander 344
Figura 5.2.1-225 Concentraciones de SO_2 Estación Hospitales 345
Figura 5.2.1-226 Concentraciones de SO_2 Estación Calle 10 -11 345
Figura 5.2.1-227 Concentraciones de SO_2 Estación Calle 26 346
Figura 5.2.1-228 Concentraciones de SO_2 Estación Calle 45 346
Figura 5.2.1-229 Concentraciones de SO_2 Estación Calle 52 347
Figura 5.2.1-230 Concentraciones de SO_2 Estación Calle 63 347
Figura 5.2.1-231 Concentraciones de SO_2 Estación Calle 72 348
Figura 5.2.1-232 Concentraciones de SO_2 Estación Calle 76 348
Figura 5.2.1-233 Concentraciones promedio horarias de CO vs. Norma 350
Figura 5.2.1-234 Media móvil octahoraria vs. Norma 351
Figura 5.2.1-235 Resultados COV expresados como BTX 353
Figura 5.2.1-236 Comparación indicativa de Benceno y Tolueno con la normatividad 353
Figura 5.2.1-237 Concentración de Benceno Vs Norma anual 354

Figura 5.2.1-238 Concentración de Tolueno Vs Norma semanal 354
Figura 5.2.1-239 Ilustración 40. Índice de Calidad de Aire 357
Figura 5.2.1-240. Esquema del sistema de modelación AERMOD 362
Figura 5.2.1-241 Duración fases del proyecto 363
Figura 5.2.1-242 Grillas utilizadas 366
Figura 5.2.1-243 Dominios de modelación – (Esc. 1 y 3) y (Esc 2) 367
Figura 5.2.1-244 Procedimiento de calibración del modelo. 368
Figura 5.2.1-245 Localización receptores discretos 370
Figura 5.2.1-246 Topografía de la zona 371
Figura 5.2.1-247. Información meteorológica sectorial WRF 372
Figura 5.2.1-248. Climograma de Gaussen 373
Figura 5.2.1-249. Temperatura promedio mensual 374
Figura 5.2.1-250. Perfil horario de temperaturas 374
Figura 5.2.1-251. Representación cualitativa de variación de temperatura – perfil horario 375
Figura 5.2.1-252. Precipitación acumulada mensual 375
Figura 5.2.1-253. Perfil horario de precipitaciones 376
Figura 5.2.1-254. Representación de la tendencia de ocurrencia de precipitaciones- perfil horario 376
Figura 5.2.1-255. Rosa de Vientos Bogotá 2017 377
Figura 5.2.1-256. Velocidad del viento promedio mensual 379
Figura 5.2.1-257. Perfil horario de velocidades 379
Figura 5.2.1-258. Representación cualitativa de variación de velocidad del viento- perfil horario 380
Figura 5.2.1-259.Nubosidad promedio mensual 380
Figura 5.2.1-260. Perfil horario de Nubosidad 381
Figura 5.2.1-261. Humedad relativa promedio mensual 381
Figura 5.2.1-262. Perfil horario de humedad relativa 382
Figura 5.2.1-263. Representación cualitativa de variación de la humedad relativa- perfil horario 382
Figura 5.2.1-264. Presión promedio mensual 383
Figura 5.2.1-265. Perfil horario de presión 383
Figura 5.2.1-266. Altura de mezcla mensual 384
Figura 5.2.1-267 Fase constructiva del proyecto – Tramos y secciones 396
Figura 5.2.1-268 Emisiones NO_2 por actividades 415
Figura 5.2.1-269 Emisiones SO_2 por actividades 415
Figura 5.2.1-270 Emisiones CO por actividades 416
Figura 5.2.1-271 Emisiones VOC por actividades 416
Figura 5.2.1-272 Concentraciones de PM_{10} 24horas - Escenario Línea base 418
Figura 5.2.1-273 Concentraciones de $PM_{2,5}$ 24horas - Escenario Línea base 418
Figura 5.2.1-274 Isopleta anual PM_{10} proyecto PLMB. Escenario 1 421
Figura 5.2.1-275 Isopleta diario PM_{10} proyecto PLMB. Escenario 1 423
Figura 5.2.1-276 Isopleta Anual $PM_{2.5}$ proyecto PLMB. Escenario 1 425
Figura 5.2.1-277 Isopleta diario $PM_{2.5}$ proyecto PLMB. Escenario 1 427
Figura 5.2.1-278 Aportes anuales PM_{10}. Escenario 3.2 Operación sin proyecto (100% de la flota vehícular) 430
Figura 5.2.1-279 Aportes 24 Horas PM_{10}. Escenario 3.2 Operación sin proyecto (100% de la flota vehícular) 432
Figura 5.2.1-280 Aportes anuales NO_2. Escenario 1 434
Figura 5.2.1-281 Isopleta anual NO_2proyecto PLMB. Escenario 1 435
Figura 5.2.1-282.Aportes anualesSO2. Escenario 1 437
Figura 5.2.1-283 Isopleta anual SO_2 proyecto PLMB. Escenario 1 439
Figura 5.2.1-284 Aportes 8 horas CO Escenario 1 441
Figura 5.2.1-285 Isopleta CO 8 horas proyecto PLMB Escenario 1 443
Figura 5.2.1-286 Aportes anuales VOC. Escenario 1 445
Figura 5.2.1-287 Isopleta anual VOC proyecto PLMB. Escenario 1 446

Figura 5.2.1-288 Aportes anuales PM_{10} – Escenario Construcción 448
Figura 5.2.1-289 Aportes anuales $PM_{2,5}$ – Escenario Construcción 448
Figura 5.2.1-290 Isopleta anual PM_{10} proyecto PLMB. – Escenario Construcción 450
Figura 5.2.1-291 Isopleta anual $PM_{2,5}$ proyecto PLMB.- Escenario Construcción 451
Figura 5.2.1-292 Aportes anuales NO_2. Escenario 2 453
Figura 5.2.1-293 Isopleta anual NO_2 proyecto PLMB. Escenario 2 454
Figura 5.2.1-294 Aportes anuales SO2. Escenario2 456
Figura 5.2.1-295 Isopleta anual SO_2 proyecto PLMB. Escenario 2 457
Figura 5.2.1-296 Aportes 8 horas CO. Escenario 2 459
Figura 5.2.1-297 Isopleta CO 8 horas proyecto PLMB. Escenario 2 460
Figura 5.2.1-298 Aportes anuales VOC. Escenario 2 462
Figura 5.2.1-299 Isopleta anual VOC proyecto PLMB. Escenario2 463
Figura 5.2.1-300 Aportes anualesPM_{10}. Escenario 3 466
Figura 5.2.1-301 Aportes anuales $PM_{2.5}$. Escenario 3 466
Figura 5.2.1-302 Isopleta anual PM_{10} proyecto PLMB. Escenario 3 467
Figura 5.2.1-303 Isopleta anual $PM_{2.5}$ proyecto PLMB. Escenario 3 468
Figura 5.2.1-304 Aportes anualesNO_2. Escenario 3 471
Figura 5.2.1-305 Isopleta anual NO_2 proyecto PLMB. Escenario 3 472
Figura 5.2.1-306 Aportes anuales SO_2. Escenario 3 474
Figura 5.2.1-307 Isopleta anual SO_2 proyecto PLMB. Escenario 3 475
Figura 5.2.1-308.Aportes 8 horas CO. Escenario 3 478
Figura 5.2.1-309 Isopleta CO 8 horas proyecto PLMB. Escenario 3 479
Figura 5.2.1-310 Aportes anuales VOC. Escenario 3 481
Figura 5.2.1-311 Isopleta anual VOC proyecto PLMB. Escenario 3 482
Figura 5.2.1-312 Aportes de PM10 Escenarios de construcción y operación respecto la norma .. 485
Figura 5.2.1-313 Aportes de PM10 Escenarios de construcción y operación respecto la norma .. 486
Figura 5.2.1-314 Aportes de SO_2 Escenarios de construcción y operación respecto la norma 487
Figura 5.2.1-315 Aportes de NO_2 24 horas Escenarios de construcción y operación respecto la norma 488
Figura 5.2.1-316 Aportes de PM_{10} Anual Escenarios de construcción y operación respecto la norma 490
Figura 5.2.1-317 Aportes de $PM_{2,5}$ Anual Escenarios de construcción y operación respecto la norma 491
Figura 5.2.1-318 Aportes de SO_2 Anual Escenarios de construcción y operación respecto la norma 492
Figura 5.2.1-319 Aportes de NO_2 Anual Escenarios de construcción y operación respecto la norma 493
Figura 5.2.1-320 Isopleta anual PM_{10} proyecto PLMB. Escenario Construcción más Fondos 494
Figura 5.2.1-321 Isopleta 24Horas PM_{10} proyecto PLMB. Escenario Construcción más Fondos .. 495
Figura 5.2.1-322 Isopleta anual $PM_{2.5}$ proyecto PLMB. Escenario Construcción más Fondos 496
Figura 5.2.1-323 Isopleta 24 horas $PM_{2.5}$ proyecto PLMB. Escenario Construcción más Fondos. 497
Figura 5.2.1-324 Isopleta anual NO_2 proyecto PLMB. Escenario Construcción más Fondos 499
Figura 5.2.1-325 Isopleta 24horas NO_2 proyecto PLMB. Escenario Construcción más Fondos 500
Figura 5.2.1-326 Isopleta anual SO_2 proyecto PLMB. Escenario Construcción más Fondos 502
Figura 5.2.1-327 Isopleta 24 horas SO_2 proyecto PLMB. Escenario Construcción más Fondos ... 503
Figura 5.2.1-328 Isopletas PM_{10} anual por tramos Escenario Operación 506
Figura 5.2.1-329 Isopletas PM_{10} 24Horas por tramos Escenario Operación 508
Figura 5.2.1-330 Isopletas $PM_{2,5}$ Anual Escenario Operación en todo el trazado 509
Figura 5.2.1-331 Isopletas $PM_{2,5}$ 24Horas Escenario Operación en todo el trazado 510
Figura 5.2.1-332 Isopleta24 horasNO_2 proyecto PLMB Escenario operación más Fondos. Escenario 3 512
Figura 5.2.1-333 Isopleta anual NO_2 proyecto PLMB más Fondos. Escenario 3 513
Figura 5.2.1-334 Isopleta24 horasSO_2 proyecto PLMB más Fondos. Escenario 3 515
Figura 5.2.1-335 Isopleta anual SO_2 proyecto PLMB más Fondos. Escenario 3 516

Figura 5.2.1-336 Sectores por nivel de presión sonora permitido – Trazado PLMB 521
Figura 5.2.1-337 Puntos de Monitoreo de Ruido Ambiental 531
Figura 5.2.1-338 Resultados de niveles sonoros Sector B universidades, colegios, escuelas– Ordinario 537
Figura 5.2.1-339 Resultados de niveles sonoros Sector B parques en zonas urbanas – Ordinario 538
Figura 5.2.1-340 Resultados de niveles sonoros Sector B zonas residenciales – Ordinario 538
Figura 5.2.1-341 Resultados de niveles sonoros Sector C zona comercial – Ordinario 539
Figura 5.2.1-342 Resultados de niveles sonoros Sector C zona con uso institucional– Ordinario 540
Figura 5.2.1-343 Resultados de niveles sonoros Sector D Residencial suburbano – Ordinario 540
Figura 5.2.1-344 Resultados de niveles sonoros Sector A – Ordinario 541
Figura 5.2.1-345 Resultados de niveles sonoros Sector B parques en zonas urbanas – Dominical 542
Figura 5.2.1-346 Resultados de niveles sonoros Sector B universidades, colegios, escuelas – Dominical 543
Figura 5.2.1-347 Resultados de niveles sonoros Sector B Zonas residenciales – Dominical 543
Figura 5.2.1-348 Resultados de niveles sonoros Sector C Zonas con usos permitidos comerciales – Dominical 544
Figura 5.2.1-349 Resultados de niveles sonoros Sector C Zonas con uso Institucional– Dominical 545
Figura 5.2.1-350 Resultados de niveles sonoros Sector D Zonas residencial Urbana – Dominical 545
Figura 5.2.1-351 Resultados de niveles sonoros Sector A – Dominical 546
Figura 5.2.1-352. Características del modelo de emisión en su versión simplificada 549
Figura 5.2.1-353 Estándares 550
Figura 5.2.1-354 Configuración General 550
Figura 5.2.1-355 Períodos de referencia 551
Figura 5.2.1-356 Parámetros a evaluar 551
Figura 5.2.1-357 Modelo Digital del Terreno con base en las curvas de nivel del IDECA 553
Figura 5.2.1-358 Estaciones de monitoreo de ruido ambiental (receptores sensibles) 554
Figura 5.2.1-359 Edificaciones 556
Figura 5.2.1-360 Aforo vehicular 557
Figura 5.2.1-361 Perfil horario de flujo vehicular 557
Figura 5.2.1-362 Fuente fijas 558
Figura 5.2.1-363 Montaje escenario de construcción 559
Figura 5.2.1-364 Esquema construcción de la PLMB 560
Figura 5.2.1-365 Estaciones de monitoreo de ruido ambiental (receptores sensibles) 568
Figura 5.2.1-366 Isófona diurna escenario línea base 570
Figura 5.2.1-367 Isófona nocturna escenario línea base 573
Figura 5.2.1-368 Isófona diurna escenario construcción proyecto 576
Figura 5.2.1-369 Isófona nocturna escenario construcción proyecto 579
Figura 5.2.1-370 Isófona diurna escenario construcción proyecto + línea base 582
Figura 5.2.1-371 Isófona nocturna escenario construcción proyecto + línea base 584
Figura 5.2.1-372 Isófona diurna escenario operación del metro 587
Figura 5.2.1-373 Isófona nocturna escenario operación del metro 590
Figura 5.2.1-374 Isófona diurna escenario operación del metro + línea base 594
Figura 5.2.1-375 Isófona nocturna escenario operación del metro + línea base 597
Figura 5.2.1-376 Aportes en los niveles de ruido a 15 metros del eje de la vía (solo aportes de construcción) – periodo diurno. 598
Figura 5.2.1-377 Aportes en los niveles de ruido a 15 metros del eje de la vía (solo aportes de operación) – periodo diurno 599
Figura 5.2.1-378 Aportes en los niveles de ruido a 15 metros del eje de la vía (solo aportes de operación) – periodo nocturno. 599

Figura 5.2.1-379 Isófona diurna considerando el conflicto y uso del suelo - escenario construcción 600
Figura 5.2.1-380 Isófona nocturna considerando el conflicto y uso del suelo - escenario operación 601
Figura 5.2.1-381 Acelerómetro Sísmico WR modelo 731A y amplificador de señal modelo P31 .. 610
Figura 5.2.1-382 Esquema de medición de vibraciones paras las ventanas de registro en horas pico y horas valle 611
Figura 5.2.1-383 Esquema de medición de vibraciones paras las tres componentes de movimiento de manera simultánea 612
Figura 5.2.1-384 Registros de aceleración para puntos localizados a diferentes distancias desde el eje principal 613
Figura 5.2.1-385 Ventanas de análisis de señales Degtra A4 614
Figura 5.2.1-386 Umbrales de comportamiento ante vibraciones. 616
Figura 5.2.1-387 Localización de los puntos de registro de vibraciones 618
Figura 5.2.1-388 Localización punto de registro de vibraciones 01 (Patio-Taller) 619
Figura 5.2.1-389 Localización punto de registro de vibraciones 02 (Portal de las Américas) 619
Figura 5.2.1-390 Localización punto de registro de vibraciones 03 (Villa Blanca) 619
Figura 5.2.1-391 Localización punto de registro de vibraciones 04 (Palenque) 620
Figura 5.2.1-392 Localización punto de registro de vibraciones 05 (Kennedy) 620
Figura 5.2.1-393 Localización punto de registro de vibraciones 06 (Av. Boyacá) 620
Figura 5.2.1-394 Localización punto de registro de vibraciones 07 (Av. 68) 621
Figura 5.2.1-395 Localización punto de registro de vibraciones 08 (Av. Rosario) 621
Figura 5.2.1-396 Localización punto de registro de vibraciones 09 (NQS) 621
Figura 5.2.1-397 Localización punto de registro de vibraciones 10 (Santander) 622
Figura 5.2.1-398 Localización punto de registro de vibraciones 11 (Hospitales) 622
Figura 5.2.1-399 Localización punto de registro de vibraciones 12 (Centro Histórico) 622
Figura 5.2.1-400 Localización punto de registro de vibraciones 13 (Calle 26) 623
Figura 5.2.1-401 Localización punto de registro de vibraciones 14 (Calle 45) 623
Figura 5.2.1-402 Localización punto de registro de vibraciones 15 (SDA) 623
Figura 5.2.1-403 Localización punto de registro de vibraciones 16 (Calle 63) 624
Figura 5.2.1-404 Localización punto de registro de vibraciones 17 (Calle 72) 624
Figura 5.2.1-405 Localización punto de registro de vibraciones 18 (Calle 76) 624
Figura 5.2.1-406 Valores de PGV_{Max} 626
Figura 5.2.1-407 Valores de $f_{Nakamura}$ 626
Figura 5.2.1-408 Comparación de registros de vibraciones con umbrales de movimiento para el punto 12 (Centro Histórico) 627
Figura 5.2.1-409 Comparación de registros de vibraciones con umbrales de movimiento para el punto 1 (Patio-Taller) 628
Figura 5.2.1-410 Comparación estimación periodo mediante el método de Nakamura contra los periodos fundamentales del depósito presentados en FOPAE (2010) 629
Figura 5.2.1-411 Valores de velocidad de partícula (PGV) para los tres canales de registro 630
Figura 5.2.1-412 Efecto de vibraciones adicionales de con PGV de 1 mm/s durante construcción. 631
Figura 5.2.1-413 Niveles de vibración esperados a pie de pila del Metro. 632
Figura 5.2.1-414 Comparación espectros de respuesta 633

LISTA DE FOTOGRAFIAS

Fotografía 5.2.1-1 Depósito de bloques y gravas en matriz areno-arcillosa de la zona proximal del cono del Tunjuelo 6
Fotografía 5.2.1-2: Perfil en Patio-Taller. Suelo de relleno antrópico en Clima frio, seco 90
Fotografía 5.2.1-3. Zonas con pastos y árboles ubicadas en el Tramo 1 del AII PLMB..... 106
Fotografía 5.2.1-4 Construcciones y Superficies naturales con presencia de residuos solidos en la Zona 1 del AII PLMB 106
Fotografía 5.2.1-5 Zonas recreativas del Tramo 1..... 107
Fotografía 5.2.1-6 Equipamientos culturales y educativos 108
Fotografía 5.2.1-7 Zonas con individuos arbóreas ubicadas en el Tramo 2 del AII PLMB 110
Fotografía 5.2.1-8 Construcciones y zonas verdes en la Zona 2 del AII PLMB 111
Fotografía 5.2.1-9 Zonas recreativas del Zona 2 111
Fotografía 5.2.1-10 Equipamientos culturales y educativos 112
Fotografía 5.2.1-11 Zonas verdes en el Tramo 3 del AII PLMB 114
Fotografía 5.2.1-12 Construcciones y zonas verdes en la Zona 3 del AII PLMB 114
Fotografía 5.2.1-13 Áreas recreativas del Zona 3..... 115
Fotografía 5.2.1-14 Equipamientos culturales y educativos 116
Fotografía 5.2.1-15 Presencia de parques locales 118
Fotografía 5.2.1-16 Calles con pocos individuos arbóreos dentro de la zona 4..... 119
Fotografía 5.2.1-17 Instituciones educativas presentes en la Zona4 120
Fotografía 5.2.1-18 Parques y zonas verdes disponibles en la Zona5..... 123
Fotografía 5.2.1-19 Referentes sociales, culturales y arquitectónicos de la Zona5 124
Fotografía 5.2.1-20 Parques disponibles en la Zona 6 127
Fotografía 5.2.1-21 Lugares de interés cultural, arquitectónico e histórico en la Zona 6. 128
Fotografía 5.2.1-22 Referentes sociales, culturales y educativos de la Zona6. 129

"El contenido de este documento se encuentra en construcción. Por lo anterior, la información aquí consignada será actualizada con ocasión de las mejoras o inclusiones derivadas de las socializaciones y observaciones, o de los cambios regulatorios y/o normativos que surjan a nivel nacional y/o local. De igual manera la información será actualizada con base en los requerimientos y/o obligaciones que la autoridad ambiental competente vaya establecido para el proyecto.

El propósito de publicar y brindar la información aquí contenida, es cumplir con lo establecido con los estándares internacionales de la
s salvaguardas ambientales y sociales que utiliza la banca multilateral. Este documento no puede considerarse bajo ninguna circunstancia como una versión final hasta que la EMB y la Banca Multilateral manifiesten que se trata del documento definitivo."

5.2.1 MEDIO ABIÓTICO

5.2.1.1 Componente Geosférico

5.2.1.2 Geología

La ciudad de Bogotá se localiza en el extremo suroriental de la región de la Sabana de Bogotá, la cual comprende además de la superficie plana de la Sabana (o sencillamente Sabana de Bogotá), los cerros que la bordean. La Sabana de Bogotá tiene una altitud de unos 2600 m.s.n.m., cuenta con una extensión del orden de los de 4500 km^2 y se localiza en la parte central de la Cordillera Oriental de los Andes Colombianos.

Desde el punto de vista geológico, la Sabana de Bogotá es una extensa cuenca intramontana formada de manera contemporánea con el ascenso de la Cordillera Oriental, desde inicios del Mioceno hasta finales del Plioceno. La cuenca de la Sabana de Bogotá era inicialmente una gran laguna, que inició su colmatación y subsecuente desecación, hace aproximadamente 30000 años. El proceso de colmatación comenzó con el depósito de secuencias predominantemente aluviales y prosiguió con secuencias lacustres.

El depósito fluvio-lacustre cuaternario de la Sabana de Bogotá alcanza en la parte central un máximo del orden de los 400 m, apoyándose discordantemente sobre una secuencia de rocas sedimentarias con edades del Cretácico y el Terciario (Paleógeno y Neógeno). Las rocas del basamento afloran tanto en los cerros que la bordean, como en los que se encuentran a su interior.

En los sectores central y sur de la ciudad de Bogotá, en los cerros que bordean por el oriente y el sur la Sabana de Bogotá, afloran rocas con edades del Cretácico superior, Paleógeno y Neógeno diferenciadas en las formaciones Arenisca Dura, Plaeners, Labor-Tierna, Guaduas, Cacho, Bogotá, Regadera y Usme. La zona correspondiente a la superficie plana de la Sabana de Bogotá, se desarrolla sobre depósitos cuaternarios diferenciados en Complejo de Conos, Formación Sabana, Depósitos de Llanura de Inundación y Depósitos Coluvión.

La secuencia de rocas sedimentarias del basamento de la cuenca de la Sabana de Bogotá, como consecuencia de la tectónica compresiva que dio origen a la Cordillera Oriental, se encuentran plegadas y falladas. El tren estructural de dirección general NNE-SSW, está conformado predominantemente por anticlinales estrechos y sinclinales amplios, en general limitados por fallas de cabalgamiento definidas por la falta de registro estratigráfico. De igual manera se observan especialmente al sur de la Sabana de Bogotá, fallas transversales de desplazamiento lateral izquierdo, de dirección WNW-ESE, consideradas consecuencia de un estilo estructural heredado. La intersección de estos dos sistemas de fallas aproximadamente perpendiculares, da lugar a la división del substrato terciario y cretácico en una serie de bloques con movimientos diferenciales entre ellos, originando una serie de “horst y graven” donde la zona de horst se corresponde con la zona de relieves altos y la zona de graven con la llanura de la Sabana de Bogotá.

Las rocas que afloran en la zona montañosa de los sectores de la ciudad ya citados, se encuentran plegadas conformando los anticlinales como los de Bogotá y Suba, al igual que sinclinales como los de Usme-Tunjuelo y Suba, afectadas por las fallas de El Cabo y Bogotá, de dirección NNE-SSW y buzamiento al oriente, al igual que por las fallas Usaquén-Juan Amarillo, San Cristóbal-Facatativá, Santa Bárbara y Mochuelo, de dirección NNE-SSW.

5.2.1.2.1 Área de influencia indirecta

En el área de influencia indirecta del Proyecto de la Primera Línea del Metro de Bogotá - PLMB, afloran en la parte baja de los cerros orientales de la ciudad, al occidente de la traza de la Falla Bogotá, de dirección NNE-SSW, estratos de rocas del Cretácico superior y el Paleógeno diferenciadas en las formaciones Guaduas, Cacho y Bogotá. Las prolongaciones occidentales de los estratos rocosos de estas unidades se encuentran cubiertos por el depósito fluvio-lacustre de la Sabana de Bogotá, diferenciado en esta área en el Complejo de Conos, la Formación Sabana y Depósitos de Llanura de Inundación. Adicionalmente, sobre la parte baja de la ladera de la zona montañosa, se encuentran algunos depósitos de coluvión que cubren parcialmente las rocas de las unidades mencionadas.

Se encuentran igualmente presentes en el área de influencia indirecta (AII) las fallas Facatativá-San Cristóbal y Santa Bárbara de dirección WNW-ESE, al igual que la Falla Tunal de dirección ENE-SWS. Las trazas de las fallas Facatativá-San Cristóbal y Santa Bárbara se aprecian en los cerros orientales de la ciudad, encontrándose sus prolongaciones occidentales cubiertas por el depósito fluvio-lacustre de la Sabana de Bogotá. El trazo de la Falla Tunal, apreciable en los cerros del sur de la ciudad, se prolonga hacia el nororiente bajo el depósito fluvio-lacustre de la Sabana de Bogotá.

5.2.1.2.2 Estratigrafía

En la parte baja de la ladera occidental de los cerros orientales de Bogotá, localizados en el área de influencia indirecta del Proyecto de la Primera Línea del Metro de Bogotá, afloran rocas sedimentarias con edades del Cretácico superior y el Paleógeno, diferenciadas en las formaciones Guaduas, Cacho y Bogotá. En la zona plana de la Sabana de Bogotá localizada dentro de esta misma área se encuentran depósitos cuaternarios diferenciados en Complejo de Conos, Formación Sabana y depósitos de Llanura de Inundación y de coluvión (Figura 5.2.1-1 y Plano de Geología del Área de Influencia Indirecta- Planta: ETPLMB-ET19-L04-PLA-G-0001_RA).

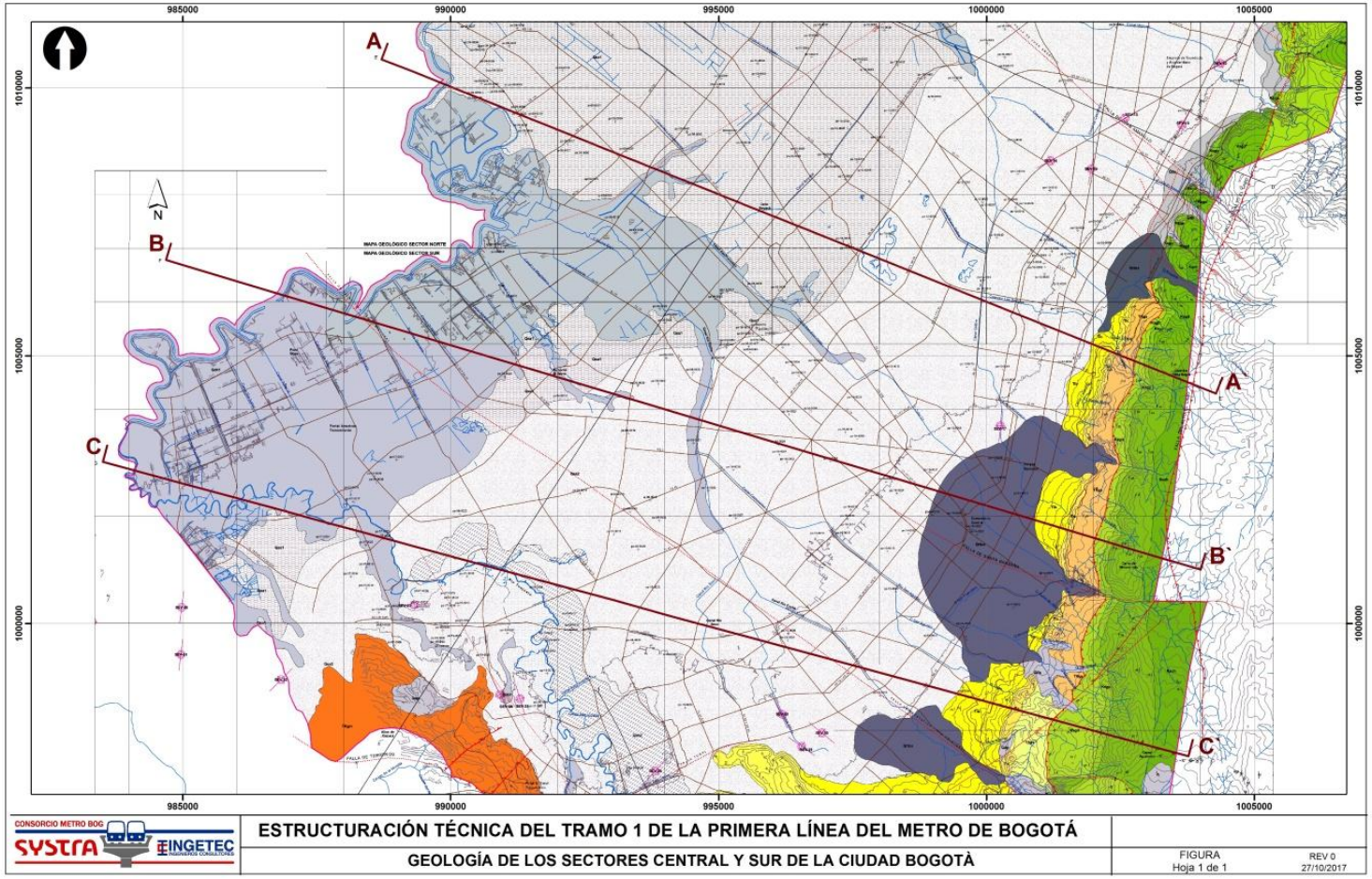


Figura 5.2.1-1 Geología de los sectores central y sur de la ciudad de Bogotá
Fuente: “Sistema de Modelamiento Hidrogeológico del Distrito Capital”, de la Secretaría Distrital de Ambiente, 2012

5.2.1.2.3 Cretácico - Paleógeno

Rocas del Cretácico superior y Paleógeno (Terciario inferior) diferenciadas en las formaciones Guaduas, Cacho, Bogotá, Arenisca de La Regadera y Usme, afloran en los cerros orientales y del sur de Bogotá.

- Formación Guaduas (Ktg)

Aflora en los cerros de Suba y en el piedemonte de los cerros orientales y del sur de la ciudad de Bogotá. Esta unidad consta de tres conjuntos litológicos: a) El conjunto inferior conformada por arcillolitas y areniscas de grano fino, de 70 m de espesor, b) El conjunto intermedio constituido por areniscas cuarzosas de color gris claro, de grano fino a grueso, con intercalaciones de arcillolita y un manto de carbón de 0,4 m de espesor, de 60 m de espesor, y c) Un conjunto superior conformado por arcillolitas de color gris oscuro, con intercalaciones de arenisca cuarzosa de grano medio a grueso y mantos de carbón. El conjunto intermedio e considera importante como acuífero.

La Formación Guaduas supra-yace mediante contacto neto y concordante a la Formación Labor-Tierna del Grupo Guadalupe e infra-yace igualmente mediante contacto neto y concordante a la Formación Cacho.

- Formación Cacho (Tpc)

La Formación Cacho aflora en el piedemonte de los cerros orientales de Bogotá. Está constituida por areniscas de color amarillo rojizo, de grano grueso, con estratificación cruzada, en estratos de 0,1 a 2,0 m. Esta unidad cuenta con un espesor de 50 m, supra-yace a la Formación Guaduas e infra-yace a la Formación Bogotá y es importante como acuífero.

- Formación Bogotá (Tpb)

Consta de dos conjuntos: a)El inferior conformado por alternancia de arcillolitas y areniscas cuarzo-feldespáticas, gris verdosas, de grano fino hacia la base y grueso hacia el tope, con un espesor de 620 m, y b) El superior constituido por arcillolitas gris oscuro, gris verdoso y marrón por meteorización; su espesor sobrepasa los 100 m.

La Formación Bogotá supra-yace a la Formación Cacho e infra-yace a la Formación Arenisca de La Regadera. La litología de esta formación genera una morfología suave, de valles debido a las intercalaciones de bancos de arcillolitas de variados colores, conesporádicas crestas, formadas por areniscas.

- Formación Arenisca de La Regadera (Tpr)

La Formación Arenisca de La Regadera aflora en la parte media del valle del río Tunjuelo; está constituida por capas de arenisca de cuarzo y fragmentos líticos, de color gris claro, con abundante matriz arcillosa e intercalaciones de arcillolitas blandas y plásticas, de color gris claro a oscuro, las cuales predominan hacia el tope de la unidad. Su espesor es de 360 m. Supra-yace a la Formación Bogotá e infra-yace a la Formación Usme. Genera una morfología de colinas alineadas, redondeadas.

- Formación Usme (Tsu)

Aflora al sur de la ciudad y está constituida por limoitas y arcillolitas de colores gris oscuro y amarillo por meteorización, en bancos de 4 a 20 metros de espesor, con intercalaciones locales de areniscas cuarzosas de grano muy fino a medio. En la parte superior de la unidad, se encuentran numerosas capas de lignito y remanentes orgánicos. La parte que aflora tiene un espesor de 150 metros. La Formación Usme supra-yace discordantemente la Formación Arenisca de La Regadera y se encuentra cubierta discordantemente por depósitos cuaternarios.

5.2.1.2.4 Cuaternario

Los depósitos cuaternarios en el área de influencia indirecta se diferencian en las unidades: Complejo de Conos, Formación Sabana, depósitos de llanura de inundación y depósitos de coluvión. Adicionalmente se diferencian depósitos de origen antrópico y los suelos residuales (Figura 5.2.1-8).

- Complejo de conos (Qcc)

Esta unidad comprende depósitos de origen fluvial que forman conos y abanicos aluviales explayados y aterrazados con suaves pendientes (Carvajal *et al, 2*005), como los conos del río Tunjuelo y de Terreros, flujos torrenciales y los conos del piedemonte oriental de Bogotá como los de San Cristóbal y Claret, entre otros. La composición, textura espesor y la edad son variables y se difieren para cada depósito de acuerdo a las fuentes de aporte, distancia y tipo de transporte. En general esta unidad se componen de bancos de bloques, guijarros y guijos dentro de una matriz areno arcillosa en las zonas apicales y hacia las partes distales se encuentran materiales predominantemente arenosos y limo arcillosos, muy interdigitados con los depósitos fluvio lacustres

El cono del río Tunjuelo, también denominado como Formación Río Tunjuelo (Helmens& Van der Hammen, 1995) se encuentra a lo largo del piedemonte suroriental de la ciudad, en el valle del río Tunjuelo, entre Yomasa y la Escuela de Artillería. Está compuesto por sedimentos de grano grueso que comprenden bloques y gravas de areniscas, limolitas y chert, dentro de una matriz areno-arcillosa poco consolidada, con intercalaciones de arenas, arcillas, arcillas orgánicas, arcillas turbosas y turbas Fotografía 5.2.1-1. Las gravas son redondeadas, gradadas, con diámetros de hasta 40 cm. En ciertas localidades adyacentes al río Tunjuelo, los niveles de gravas pueden tener espesores de hasta 80 m. Localmente se presentan niveles lenticulares de arena y de limo-arcilloso. Su espesor se estima en unos 100 m. La edad para este depósito determinada por datos palinológicos y dataciones de carbono 14 es del Pleistoceno para la parte más superior (Helmens& Van der Hammen, 1995).Sin embargo Van der Hammen (2003) considera, que toda la Formación Río Tunjuelo es del Pleistoceno.

Fotografía 5.2.1-1 Depósito de bloques y gravas en matriz areno-arcillosa de la zona proximal del cono del Tunjuelo

- Formación Sabana (Qsa)

- Depósitos de llanura de inundación (Qlli)

Llamada también Formación Chía por Helmens (1990), corresponde a depósitos aluviales recientes de los ríos Bogotá, Tunjuelo, Fucha, Juan Amarillo y afluentes, constituidos por arcillas, limos y arenas, depositados sobre la secuencia de la Formación Sabana; se encuentran inter-digitados con los sedimentos distales de los conos y abanicos.

- Depósitos de coluvión (Qc)

Son los depósitos productos dela fracturación, meteorización y erosión de rocas pre-existentes que han tenido transporte por acción del agua y la gravedad y se han depositado en las partes media en inferior de las laderas de los cerros orientales de Bogotá. Se presentan en los piedemontes oriental, suroriental y suroccidental del área. Estos depósitos están conformados por bloques angulares a sub-angulares de diferentes tamaños, embebido en una matriz arcillosa o arcillo-arenosa (Carvajal *et al*., 2005).Los depósitos de coluvión forman conos coluviales y lóbulos de solifluxión.

- Depósitos de origen antrópico (Qr)

Corresponde a los rellenos con materiales sobrantes de excavaciones o materiales de demolición de construcciones que fueron acumulados principalmente en zonas deprimidas y de humedal para

la adecuación de terrenos en el desarrollo urbanístico de la ciudad. De igual manera comprende los rellenos sanitarios, con la basura que produce la ciudad y los materiales de base y sub-base para la construcción de las vías de la ciudad. Se destacan los rellenos sanitarios de El Cortijo, Gibraltar, Santa Cecilia y Doña Juana.

- Suelo residual (Qsr)

Es el material producto de la meteorización de las rocas terciarias de las formaciones Guaduas, Bogotá y Usme, que no ha tenido transporte y son importantes por su espesor, que alcanza hasta los 10 m. Se presentan especialmente en la parte sur de la ciudad, en superficie y bajo los depósitos cuaternarios. En el trazado de la PLMB, se encuentran sobre la Formación Bogotá.

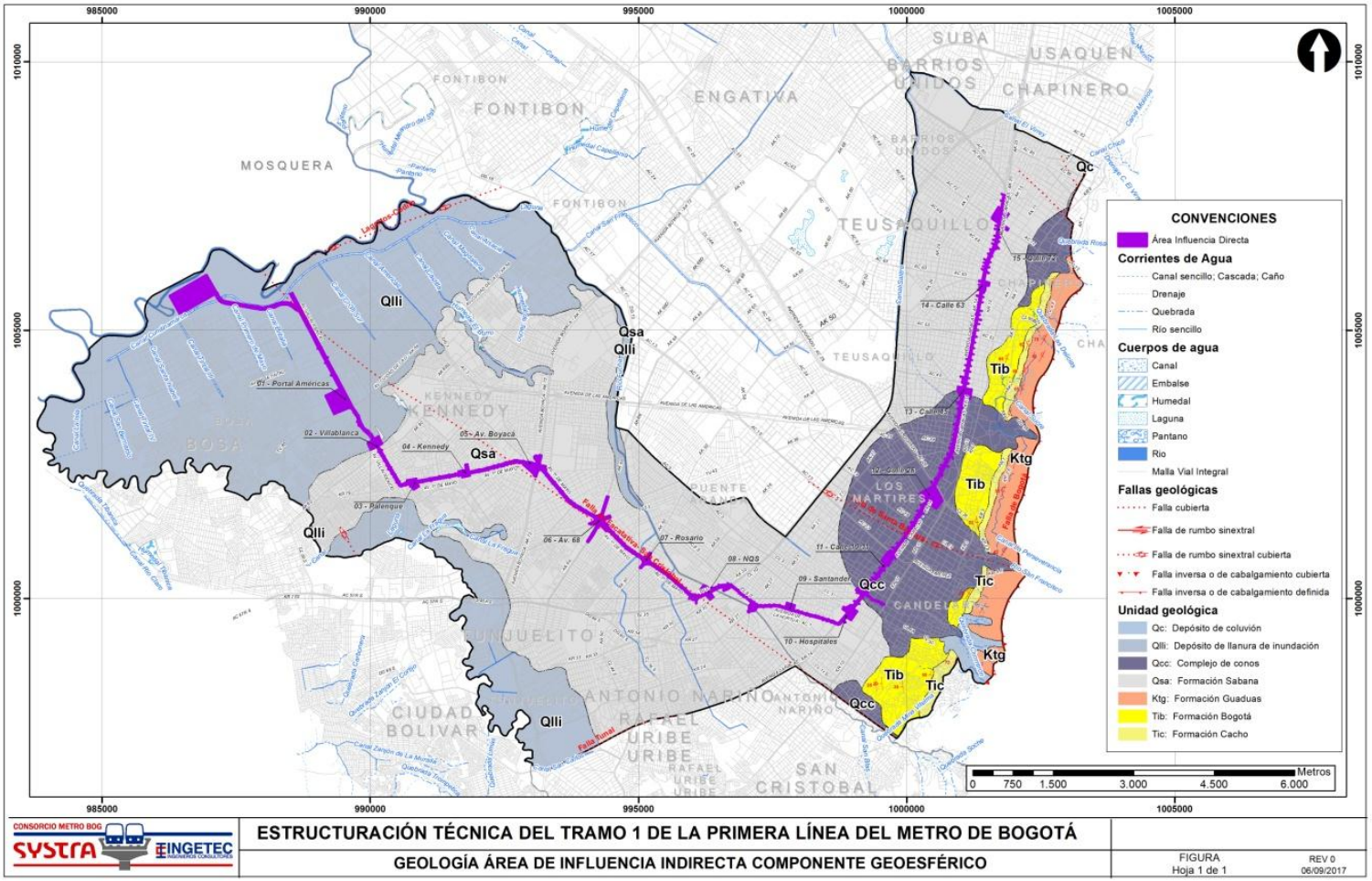


Figura 5.2.1-2 Geología general del Área de Influencia Indirecta del proyecto
Fuente: adaptado y modificado del Sistema de Modelamiento Hidrogeológico del Distrito Capital, de la Secretaría Distrital de Ambiente, 2012

5.2.1.2.5 Geología Estructural

La geometría de la cuenca de la Sabana de Bogotá corresponde a un sinclinorio en el que las rocas sedimentarias del Cretácico, Paleógeno y Neógeno que hacen parte del basamento sobre el cual se dispone discordantemente gran el relleno cuaternario de la Sabana, se encuentran plegadas, formando anticlinales angostos y sinclinales amplios, en general deformados por fallas longitudinales de cabalgamiento de dirección general NNE-SSW, con buzamiento al oriente y vergencia al occidente. Además de las fallas de cabalgamiento se presentan fallas verticales de dirección general WNW-ESE y ENS-SWS, que sirven como rampas laterales, a las que se le puede atribuir la conformación de bloques hundidos y levantados.

En el sector suroriental de la cuenca, en los cerros orientales y del sur de la ciudad de Bogotá, afloran rocas del Cretácico superior de las formaciones Arenisca Dura, Plaeners y Labor-Tierna, al igual que rocas del Cretácico superior y el Paleógeno de la Formación Guaduas, y rocas del Paléogeno de las formaciones Cacho, Bogotá, Regadera y Usme. Estas rocas se encuentran afectadas por varias estructuras, dentro de las cuales cabe mencionar el anticlinal de Bogotá y los sinclinales de Usme-Tunjuelo y de Suba, al igual que las fallas de Bogotá, Río Tunjuelo, Mochuelo, Tunal, Facatativá-San Cristóbal y Santa Bárbara. En el Plano ETPLMB-ET19-L04-PLA-G-0001_RA se ilustra las estructuras geológicas principales asociadas al Área de Influencia Indirecta del proyecto PLMB.

En la Figura 5.2.1-3 se presentan tres secciones geológicas donde se muestran las unidades lito-estratigráficas presentes en el sector suroriental de la cuenca de la Sabana de Bogotá y las estructuras que las afectan. De estas estructuras solo se encuentran en el área de influencia indirecta las trazas de las fallas de Bogotá, Facatativá-San Cristóbal, Santa Bárbara y Tunal.

- Falla de Bogotá

Es una falla de cabalgamiento orientada con rumbo general N10°E, buzamiento al oriente de 15 a 20 grados y vergencia al occidente. Se extiende desde el Páramo de Sumapaz hasta el norte de la ciudad y probablemente continué más al norte fosilizada por los depósitos cuaternarios de la Sabana de Bogotá.

Corta el flanco occidental del anticlinal de Bogotá, bordeando los cerros orientales de Bogotá. Desde el sector de Usme hasta Usaquén, el salto va disminuyendo progresivamente, de manera tal que al sur traslapa rocas de la Formación Labor-Tierna sobre rocas de la Formación Bogotá y luego al norte rocas de esta misma unidad sobre las formaciones Cacho y Guaduas.

- Falla del Río Tunjuelo

Es una falla inversa, de dirección general N10°E a N35°W, que sigue aproximadamente el curso del río Tunjuelo, con buzamiento al occidente y vergencia al oriente, la cual junto con la Falla Bogotá, prácticamente delimitan el Sinclinal de Usme-Tunjuelo. Esta falla afecta el contacto entre las unidades Arenisca de La Regadera y Usme, destacándose su trazo morfológicamente desde el embalse de la Regadera hasta la localidad de Usme. En el estudio de Microzonificación Sísmica de Bogotá (INGEOMINAS, 1995), reporta indicios moderados de actividad neotectónica, frente a la localidad de Usme.

- Falla Mochuelo

Es una falla inversa, orientada según rumbo N30°-35°W, con buzamiento al suroccidente y vergencia al noreste, que parece ser la continuación hacia el W de la Falla del Río Tunjuelo.

- Falla Tunal

Es una falla de dirección N60°-65°E que se expresa morfológicamente en los cerros del sur de Bogotá y se prolonga hacia NE bajo los depósitos cuaternarios de la Sabana de Bogotá, al parecer hasta la Falla de San Cristóbal.

- Falla Facatativá - San Cristóbal

Es una falla transversal al tren estructural de la Cordillera Oriental, de orientación general N51°W que corta la Falla de Bogotá al sur de la ciudad y controla el curso de la quebrada San Cristóbal, que desciende por la vertiente occidental de los cerros orientales de Bogotá. Además de cortar el trazo de la Falla Bogotá, también corta rocas de las formaciones Arenisca Dura, Plaeners, Labor-Tierna, Guaduas, Cacho y Bogotá (por fuera del AII), continuando hacia el occidente fosilizada por los depósitos cuaternarios de la Sabana de Bogotá.

- Falla de Santa Bárbara

Es una falla de rumbo con movimiento sinestral, orientada en dirección N70-75°W, vertical, que en los cerros orientales de Bogotá controla el curso del río San Francisco antes de llegar a la Sabana. Marca como rasgo principal el cambio en la orientación de la inclinación de las capas de las unidades rocosas al occidente de la falla de Bogotá. Se calcula un desplazamiento horizontal de aproximadamente 100 m.

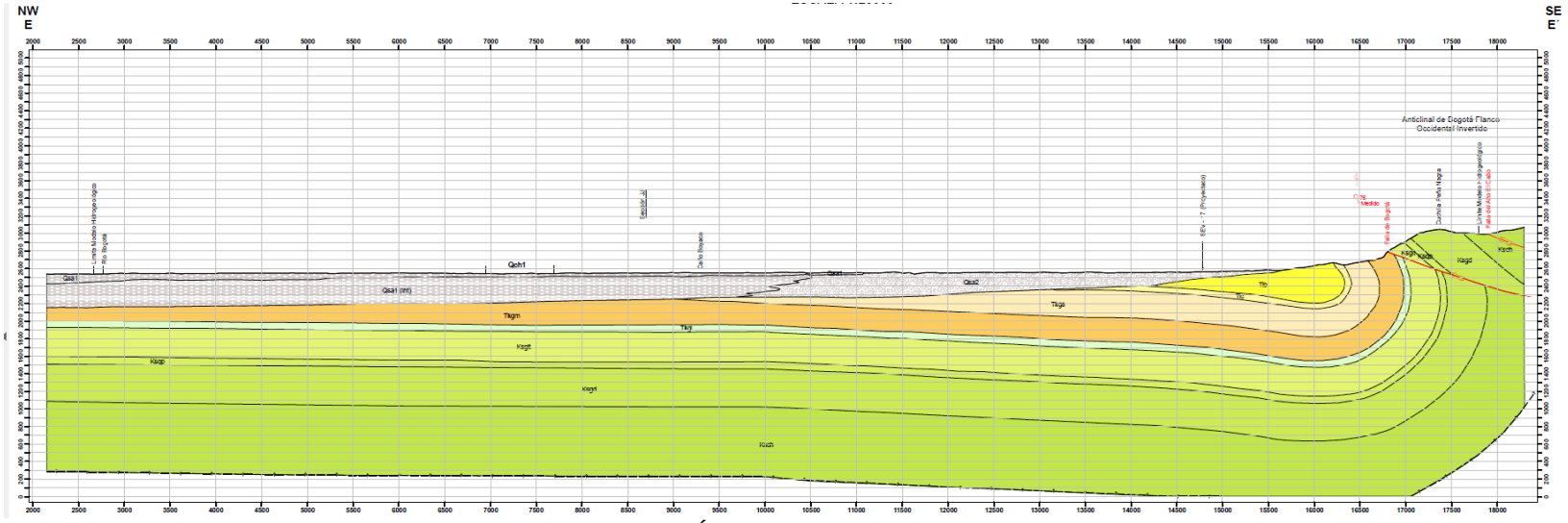


Figura 5.2.1-3 Secciones geológicas en el Área de Influencia Indirecta. Sección AA (Escala 1:25000).
Fuente: Adaptado y modificado de "Sistema de Modelamiento Hidrogeológico del Distrito Capital", de la Secretaría Distrital de Ambiente, 2013.

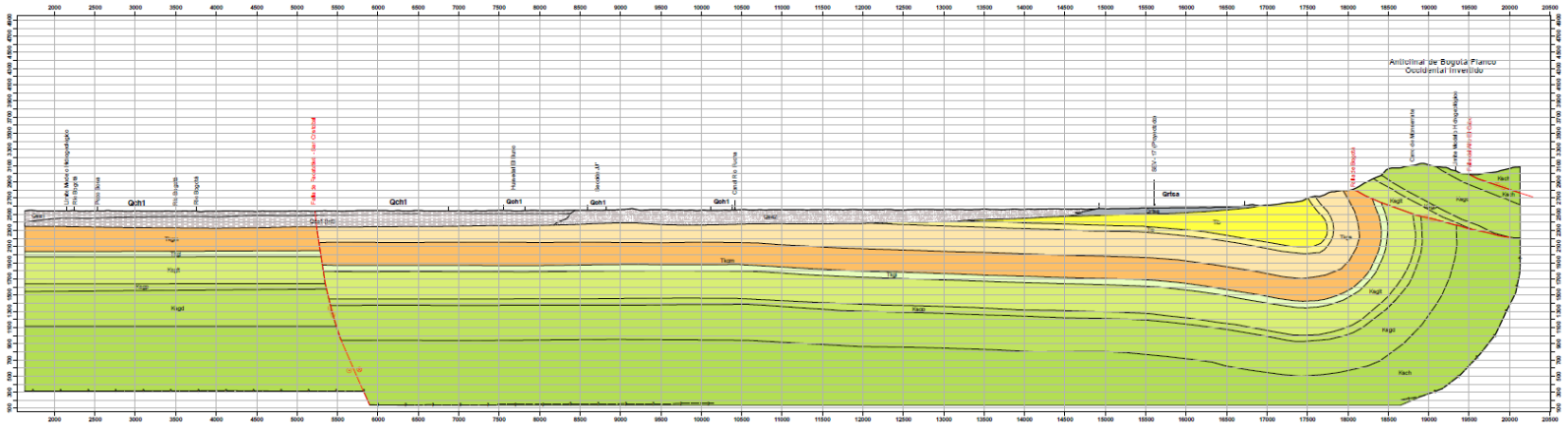


Figura 5.2.1-4 Secciones geológicas en el Área de Influencia Indirecta. Sección B-B' (Escala 1:25000)
Fuente: Adaptado y modificado de "Sistema de Modelamiento Hidrogeológico del Distrito Capital", de la Secretaría Distrital de Ambiente, 2013

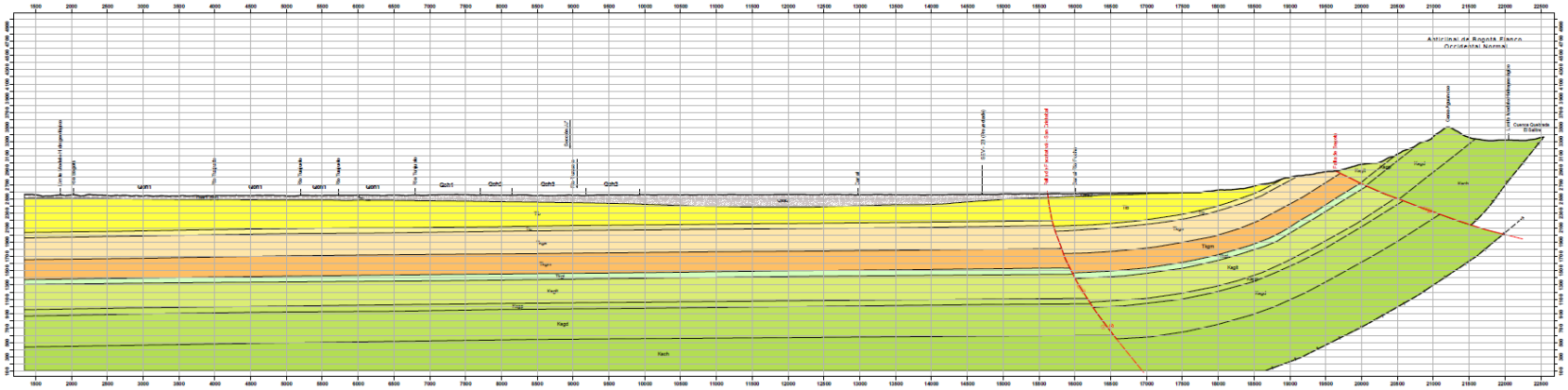


Figura 5.2.1-5 Secciones geológicas en el Área de Influencia Indirecta. Sección C-C' (Escala 1:25000)
Fuente: adaptado y modificado de "Sistema de Modelamiento Hidrogeológico del Distrito Capital", de la Secretaría Distrital de Ambiente, 2013

5.2.1.2.6 Geología área de influencia directa -AID

El área de influencia directa está determinada por el corredor de la primera línea del metro y la infraestructura asociada correspondiente a las estaciones, los predios del Patio-Taller, el Ramal Técnico y la cola de operaciones de retorno (Ver Plano de Geología del Área de Influencia Directa-Planta: ETPLMB-ET19-L04-PLA-G-0002-RA), se encuentran los sedimentos que conforman las unidades denominadas Complejo de Conos, la Formación Sabana, al igual que los depósitos de llanura de inundación y depósitos de origen antrópico. En las perforaciones realizadas a lo largo del corredor de la PLMB, se han encontrado rocas de la Formación Bogotá cubiertas discordantemente por los sedimentos de la Formación Sabana (Ver Plano de Geología del Área de Influencia Directa- Planta: ETPLMB-ET19-L04-PLA-G-0002-RA).

A continuación se amplía la descripción de las unidades geológicas presentes en el área de influencia directa del proyecto.

5.2.1.2.6.1 Formación Bogotá

La Formación Bogotá está conformada en la parte inferior por un conjunto de 620 m de espesor de arcillolitas inter-estratificadas con estratos de areniscas cuarzo-feldespáticas, gris verdosas, de grano fino hacia la base y grueso hacia el tope, seguida en la parte superior por arcillolitas de color gris oscuro, gris verdoso y marrón por meteorización, con un espesor que sobrepasa los 100 m. En las perforaciones exploratorias ejecutadas a lo largo del corredor de la PLMB, la Formación Bogotá se encuentra conformada por arcillolitas y limolitas marrón y rojizas.

Estratigráficamente la Formación Bogotá supra-yace a la Formación Cacho e infra-yace a la Formación Arenisca de La Regadera, pero en las perforaciones exploratorias de la PLMB, se encontró cubierta por sedimentos de la Formación Sabana.

5.2.1.2.6.2 Complejo de conos (Qcc)

Conformada por depósitos de origen fluvial que forman abanicos aluviales explayados y localmente aterrazados, con suaves pendientes, dentro de los que se encuentran los del río Tunjuelo, Terreros y piedemonte oriental de Bogotá, como los de San Cristóbal y Claret entre otros. El cono del río Tunjuelo, también denominado como Formación Río Tunjuelo, se encuentra a lo largo del piedemonte sur-oriental de la ciudad, en el valle del río Tunjuelo, entre Yomasa y la Escuela de Artillería.

El Complejo de Conos está compuesto por bloques y gravas de areniscas, limolitas y chert, dentro de una matriz areno-arcillosa poco consolidada. Las gravas son redondeadas y gradadas, localmente presenta niveles lenticulares de arena y de limo-arcilloso. Su espesor se estima en unos 100 m.

5.2.1.2.6.3 Formación Sabana (Qsa)

La Formación Sabana está constituida por una secuencia de arcillas plásticas de color gris oscuro, con intercalaciones de lentes de arena y grava, cenizas volcánicas, arcillas orgánicas, arcillas arenosas y turba-lignito. Localmente los dos metros superiores presentan un complejo de suelos constituidos por cenizas volcánicas. Los niveles arenosos y de grava son importantes para el almacenamiento de agua. El espesor total de la unidad alcanza los 320 m, según pudo verificarse en el pozo Funza II (Helmes& Van der Hammen, 1995; en INGEOMINAS, 2005).

En las perforaciones exploratorias de hasta 75 m de profundidad, ejecutadas a lo largo del corredor de la PLMB, la parte superior de la Formación Sabana se encuentra conformada en general por una secuencia de arcillas, arcillas limosas, arcillas ligeramente arenosas a arenosas, con intercalaciones de arenas, arenas ligeramente arcillosas a arcillosas, arenas y gravas, gravas, arcilla rica en materia orgánica y turba. Las arcillas son de color marrón, gris y negro principalmente. Las arenas son cuarzosas, finas a medias principalmente, angulares a sub-redondeadas, de color gris. Las gravas son redondeadas a angulares, derivadas principalmente de areniscas cuarzosas.

5.2.1.2.6.4 Depósitos de llanura de inundación (Qlla)

Los depósitos de llanura de inundación están conformados por arcillas y limos, con intercalaciones de arenas finas a medias, depositados por los ríos Bogotá y Tunjuelo sobre la secuencia cuaternaria que hace parte de la Formación Sabana.

5.2.1.2.6.5 Depósitos de origen antrópico

Constituidos por escombros, residuos de construcción y basuras que produce la ciudad, cubiertos por lodos de floculación de las plantas de tratamiento de aguas residuales. También se incluyen dentro de estos depósitos tanto los materiales para conformar la base y sub-base de las vías por donde discurre el trazado de la PLMB, como los pavimentos de las mismas. Los materiales de la base y sub-base de las vías, en general corresponden a gravas, arenas y arcilla. El espesor de estos depósitos es variable, alcanzando los 6 m en las perforaciones ejecutadas para la PLMB.

5.2.1.2.7 Principales estructuras a lo largo del Trazado PLMB

En el área de influencia directa, las rocas de la Formación Bogotá y de las unidades infra-yacentes pueden están afectadas por las fallas de San Cristóbal y Santa Bárbara.

5.2.1.2.8 Falla Tunal

Es una falla de dirección N60°-65°E que se expresa morfológicamente en los cerros del sur de Bogotá y se prolonga hacia NE bajo los depósitos cuaternarios de la Sabana de Bogotá.

5.2.1.2.9 Falla San Cristóbal

Se expresa morfológicamente en la zona de los cerros orientales de Bogotá, controlando el curso del río San Cristóbal y se prolonga hacia el NW bajo los depósitos cuaternarios de la Sabana de Bogotá. Es una falla de rumbo, de desplazamiento lateral izquierdo de aproximadamente 300 m, vertical, de dirección N50°-55°W.

5.2.1.2.10 Falla Santa Bárbara

La Falla Santa Bárbara es de rumbo, de movimiento lateral izquierdo calculado aproximadamente en 100 m, vertical, de dirección EW a N70-75°W, que en los cerros orientales de Bogotá controla el curso del río San Francisco antes de llegar a la Sabana.

5.2.1.2.11 Sectorización geológica trazado primera línea Metro Bogotá

El corredor de la PLMB ha sido dividido en dos tramos: El Tramo 1 comprendido entre el Patio-Taller y la Calle 26 y el Tramo 2 comprendido entre la Calle 26 y la Calle 80. A su vez el Tramo 1 fue subdividido en cuatro sub-tramos y el Tramo 2 fue subdividido en dos sub-tramos.

Las secciones geológicas elaboradas a lo largo del trazado de la PLMB, con base en la información de las perforaciones exploratorias ejecutadas por el Consorcio L1, se presentan en el Anexo 5.2.1.7 ETPLMB-ET19-L04-PLA-G-0008_RA. Con base en esta información se describe cada uno de los sub-tramos, de los dos tramos en que fue dividido el trazado de la PLMB, con fines constructivos.

5.2.1.2.12 Tramo 1

El Tramo 1 se dividió en cuatro sub-tramos: i) Sub-tramo 1: Patio-Taller – Avenida Cali, ii) Sub-tramo 2: Avenida Cal – Avenida Boyacá, iii) Sub-tramo 3: Avenida Boyacá – Intersección entre la Calle 8 y la Calle 1ª, iv) Sub-tramo 4: Intersección entre la Calle 8 y la Calle 1ª – Calle 26.

- Sub-tramo 1:

El Sub-tramo 1, se extiende sobre la Avenida Villavicencio, desde el Patio-Taller hasta la Avenida Cali (K0+550), sobre el depósito de llanura de inundación del río Bogotá, el relleno sanitario Gibraltar y los materiales de afirmado, sub-base, base y pavimento de la Avenida Villavicencio. El depósito de llanura de inundación se dispone sobre los sedimentos de la Formación Sabana.

El relleno sanitario Gibraltar se cataloga como un depósito de origen antrópico, conformado por basuras de la ciudad. Los materiales de afirmado, sub-base, base y pavimento de la Avenida Villavicencio también constituyen un depósito de origen antrópico, constituido por fragmentos angulares de arenisca, tamaño grava, en matriz arenosa y areno-arcillosa, con un espesor variable, que en algunas de las perforaciones ejecutadas en este sub-tramo alcanza los 6,8 m de espesor.

El depósito de llanura de inundación está conformado fundamentalmente por arenas, limos y arcillas (Perfil Geotécnico Longitudinal Tramo 1, Consorcio L1, 2014). Las arenas son cuarzosas, finas a medias, ligeramente limosas, de colores café y gris. Los limos son arenosos, localmente con gravas de arenisca cuarzosa, de colores gris y café. Las arcillas son limosas de color gris.

De acuerdo a la perforación PT-ALO-01 la Formación Sabana está conformada en este sector por una secuencia de arcillas y arcillas limosas, con intercalaciones de niveles lenticulares de arenas finas a medias. Ver Anexo 5.2.1.7 ETPLMB-ET19-L04-PLA-G-0008_RA.

- Sub-tramo 2:

El Sub-tramo 2, se extiende sobre la Avenida Villavicencio y la Avenida 1° de Mayo, desde la Avenida Cali (K0+550) hasta la Avenida Boyacá (K4+850), sobre relleno de origen antrópico, depósitos de la llanura de inundación del río Bogotá y la Formación.

El relleno de origen antrópico comprende los materiales de afirmado, sub-base, base y pavimento de la Avenida Villavicencio y la Avenida 1° de Mayo, el cual está conformado por fragmentos angulares de arenisca, tamaño grava, en matriz arenosa y areno-arcillosa, con un espesor de 6,8 m acorde con las perforaciones ejecutadas en este sub-tramo.

El depósito de llanura de inundación está conformado fundamentalmente por arenas, limos y arcillas. Las arenas son cuarzosas, finas a medias, ligeramente limosas, de colores café y gris. Los

limos son arenosos, localmente con gravas de arenisca cuarzosa, de colores gris y café. Las arcillas son limosas de color gris.

La Formación Sabana está conformada por una secuencia de niveles de espesor variable e intercalados de arcillas, arcillas limosas, arcillas ricas en materia orgánica, arenas, arenas ligeramente arenosas a arenosas, gravas, y turba. Las arcillas son de color café, gris y marrón; las arenas son finas a medias, de cuarzo, de color gris y gris parduzco y las gravas son redondeadas, de arenisca.

El Anexo 5.2.1.7 ETPLMB-ET19-L04-PLA-G-0008_RA contiene la sección longitudinal del trazado de la PLMB para cada uno de los subtramos en detalle, con base en la información primaria y secundaria disponible.

- Sub-tramo 3:

El Sub-tramo 3 se extiende sobre la Avenida 1° de Mayo, la Avenida NQS y la Calle 8ª Sur, desde la Avenida Boyacá (K4+850) hasta la intersección de la Calle 8ª y la Calle 1ª (K10+000), sobre relleno de origen antrópico y la Formación Sabana.

El relleno de origen antrópico comprende los materiales de afirmado, sub-base, base y pavimento de las vías mencionadas, por fragmentos angulares de arenisca, tamaño grava, en matriz arenosa y areno-arcillosa, con un espesor variable, que en algunas de las perforaciones ejecutadas en este sub-tramo alcanza los 6,8 m de espesor.

La Formación Sabana está conformada por una secuencia de niveles de espesor variable e intercalados de arcillas, arcillas limosas, arcillas ricas en materia orgánica, arenas, arenas ligeramente arenosas a arenosas, gravas, y turba. Las arcillas son de color café, gris y marrón; las arenas son finas a medias, de cuarzo, de color gris y gris parduzco y las gravas son redondeadas, de arenisca. Ver Anexo 5.2.1.7 ETPLMB-ET19-L04-PLA-G-0008_RA.

- Sub-tramo 4:

El Sub-tramo 3 se extiende sobre la Avenida Calle 1ª y la Avenida Caracas, desde la intersección de las Calles 8ª Sur y 1ª (K10+000) hasta la Calle 26 (K14+700), sobre depósitos del Complejo de Conos y la Formación Sabana. En las Perforaciones se encontró la Formación Sabana supra-yaciendo discordantemente la Formación Bogotá

El Complejo de Conos está compuesto por bloques y gravas de areniscas, limolitas y chert, dentro de una matriz areno-arcillosa poco consolidada. Las gravas son redondeadas y gradadas, localmente presenta niveles lenticulares de arena y de limo-arcilloso.

La Formación Sabana está conformada por una secuencia de niveles de espesor variable e intercalados de arcillas, arcillas limosas, arcillas ricas en materia orgánica, arenas, arenas ligeramente arenosas a arenosas, gravas, y turba. Las arcillas son de color café, gris y marrón; las arenas son finas a medias, de cuarzo, de color gris y gris parduzco y las gravas son redondeadas, de arenisca. Ver Anexo 5.2.1.7 ETPLMB-ET19-L04-PLA-G-0008_RA.

La Formación Bogotá se encuentra conformada por estratos de arcillolita y limolita de colores marrón rojizo.

5.2.1.2.13 Tramo 2

El Tramo 1 se dividió en dos sub-tramos: i) Sub-tramo 1: Calle 26 (K14+700) – Estación de la Calle 57 de Transmilenio (K18+000), ii) Sub-tramo 2: Estación de la Calle 57 de Transmilenio (K18+000) – Calle 80 (K20+308).

- Sub-tramo 1

El Sub-tramo 1 se extiende sobre la Avenida Caracas desde Calle 26 (K14+700) hasta la Estación de la Calle 57 de Transmilenio (K18+000), sobre depósitos del Complejo de Conos y la Formación Sabana.

El Complejo de Conos está compuesto por bloques y gravas de areniscas, limolitas y chert, dentro de una matriz areno-arcillosa poco consolidada. Las gravas son redondeadas y gradadas, localmente presenta niveles lenticulares de arena y de limo-arcilloso. En algunas perforaciones se encontró la Formación Sabana apoyada discordantemente sobre la Formación Bogotá.

La Formación Sabana está conformada por una secuencia de niveles de espesor variable e intercalados de arcillas, arcillas limosas, arcillas ricas en materia orgánica, arenas, arenas ligeramente arenosas a arenosas, gravas, y turba. Las arcillas son de color café, gris y marrón; las arenas son finas a medias, de cuarzo, de color gris y gris parduzco y las gravas son redondeadas, de arenisca. Ver Anexo 5.2.1.7 ETPLMB-ET19-L04-PLA-G-0008_RA.

- Sub-tramo 2

El Sub-tramo 1 se extiende sobre la Avenida Caracas desde la Estación de la Calle 57 de Transmilenio (K18+000) hasta la Calle 80 (K20+308) sobre la Formación Sabana.

La Formación Sabana está conformada por una secuencia de niveles de espesor variable e intercalados de arcillas, arcillas limosas, arcillas ricas en materia orgánica, arenas, arenas ligeramente arenosas a arenosas, gravas, y turba. Las arcillas son de color café, gris y marrón; las arenas son finas a medias, de cuarzo, de color gris y gris parduzco y las gravas son redondeadas, de arenisca. Ver Anexo 5.2.1.7 ETPLMB-ET19-L04-PLA-G-0008_RA.

5.2.1.2.14 Características geológicas del área del Patio-Taller

El área del Patio-Taller predio El Corzo, localizado al suroccidente de la ciudad de Bogotá en la localidad de Bosa, sobre la margen izquierda del río Bogotá. El predio, tiene una extensión total de 77,6 hectáreas, limita por el norte y oriente con el río Bogotá, por el sur con el canal Cundinamarca y por el occidente con el río Bogotá y con predios privados, en la Figura 5.2.1-17 se ilustra el diseño funcional contemplado para el Patio-Taller acorde con los diseños conceptuales del proyecto PLMB.

La zona del predio El Corzo está integrada por la zona de ronda del río Bogotá, la cual tiene una extensión de 40 hectáreas que corresponde al 51,5% del área total del predio. De acuerdo con las perforaciones exploratorias ejecutadas se registra un depósito de hasta 6,0 m de espesor, conformado por arcilla localmente limosa, arcilla limosa, arcilla ligeramente arenosa y arcilla arenosa, de colores negro marrón y marrón oscuro amarillento. Estos materiales corresponden a los depósitos de inundación (Qlla) del río Bogotá. Véase Plano ETPLMB-ET19-L04-PLA-G-0001_RA.

El depósito de llanura de inundación está conformado en general por arenas ligeramente arcillosas y arcillas. Las arenas son cuarzosas, finas a medias, angulares a sub-angulares, bien seleccionadas. Las arcillas son localmente limosas, en general de color negro marrón y marrón oscuro amarillento.

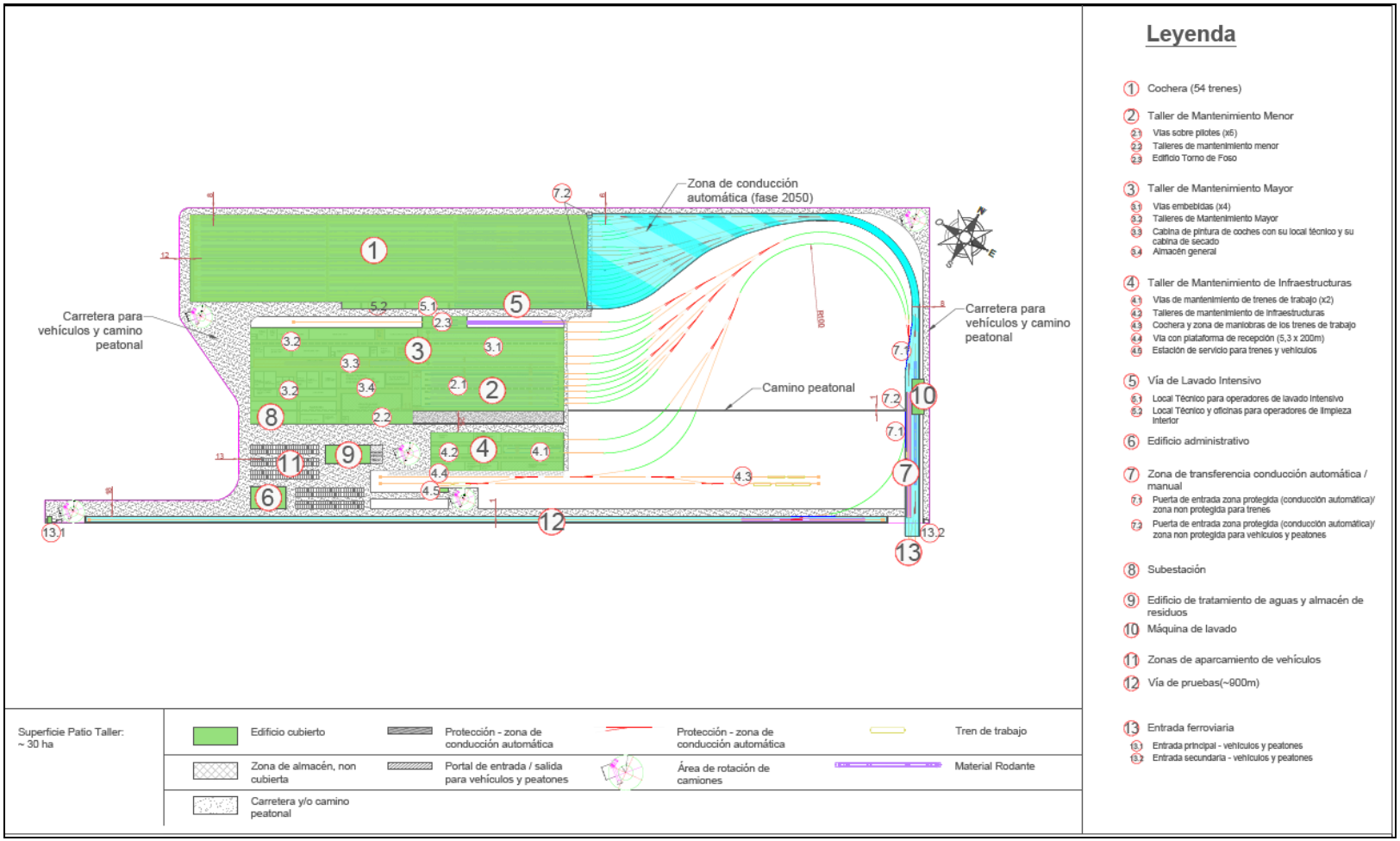


Figura 5.2.1-6 Diseño Funcional Patio-Taller PLMB
Fuente: adaptado y modificado Estructuración técnica PLMB Anexo 5.2.1.15 Plano ETPLMB-ET14-L00-PLA-J-0001_RA

5.2.1.2.15 Incidencia de las estructuras geológicas en la PLMB

De acuerdo a la información disponible publicada por el SGC, con excepción de la Falla del Río Tunjuelo, las fallas geológicas regionales de dirección NEN-SWS y las transversales de dirección NW-SE y NE-SW que afectan la secuencia de rocas sedimentarias plegadas del Cretácico y Terciario (Paleógeno y Neógeno) que conforman el basamento sobre el cual se apoya el depósito fluvio-lacustre de la Sabana de Bogotá y que además afloran tanto en los cerros que la bordean como en los localizados dentro de ella, solo afectan las rocas, más no al depósito cuaternario.

La falla Bogotá, cuya traza en el área de influencia indirecta se localiza a lo largo del piedemonte de los cerros orientales de la ciudad, desde el sur hasta el sector de Usaquén, continúa hacia el norte bajo el depósito cuaternario, sin evidencias de estar afectándolo. Igual ocurre con las fallas de dirección NW-SE y NE-SW, cuyas trazas se cartografiaron en los cerros que bordean la Sabana, se prolongan bajo el depósito cuaternario, sin afectarlo.

Las proyecciones en superficie de las fallas Tunal, San Cristóbal y Santa Bárbara que atraviesan la zona de influencia directa de la PLMB, no muestran evidencias de actividad reciente que hayan producido deformaciones en el depósito cuaternario de la Sabana, o al menos no hay información que indique lo contrario.

5.2.1.3 Geomorfología

El PLMB se ubica en la zona urbana de la ciudad de Bogotá, la cual hace parte de la región de la Sabana de Bogotá, a una altura media de 2650 msnm, sobre el eje de la Cordillera Oriental. En la región de la Sabana se diferencian por tanto dos zonas, una plana y una montañosa. La zona plana corresponde en sentido estricto a la Sabana de Bogotá y la zona montañosa a la que fundamentalmente la rodea, aunque también se encuentra al interior de ella formando cerros alargados como los de Suba, Cota y de Tabio-Tenjo. La zona plana es drenada por el río Bogotá, fluye en sentido noreste-suroeste, junto con sus afluentes (ver Anexo 5.2.1.13 Plano ETPLMB-ET19-L04-PLA-G-0003_RA).

La ciudad de Bogotá se localiza en el sector suroriental de la Sabana de Bogotá, extendiéndose principalmente sobre la zona plana, desde el río Bogotá hasta la parte baja de los cerros que la bordean por el oriente y el sur. Dentro de los cerros que bordean la Sabana de Bogotá, al igual que la ciudad, se encuentran al oriente los cerros El Cable, Monserrate y Guadalupe, y al sur, los de Quiba y Cazucá.

El sector suroriental de la Sabana de Bogotá es drenado por los afluentes de la margen izquierda del río Bogotá, dentro de los cuales se encuentran los ríos Tunjuelo, San Cristóbal, Fucha, San Francisco, Arzobispo y Juan Amarillo entre otros.

5.2.1.3.1 Unidades morfogenéticas área de influencia indirecta

De acuerdo a los lineamientos generales de la Propuesta de Estandarización de la Cartografía Geomorfológica en Colombia (Carvajal, 2011, publicación del Servicio Geológico Colombiano), los cuales se siguen para la descripción de los aspectos geomorfológicos del área de influencia indirecta del proyecto, ésta se localiza en la morfo-estructura correspondiente a la Cordillera Oriental, en la provincia geomorfológica conocida como Altiplano Cundiboyacense, en la región de la Sabana de Bogotá (ver Tabla 5.2.1-1, Figura 5.2.1-1 (ver Anexo 5.2.1.13 Plano ETPLMB-ET19-L04-PLA-G-0003_RA).

Tabla 5.2.1-1 Unidades geomorfológicas

Morfo-estructura	Provincia	Región	Relieve	Paisaje	Nom	Ambiente
Cordillera Oriental	Altiplano Cundiboyacense	Sabana de Bogotá	Zona plana	Plano inundable	Fpi	Fluvial
				Terraza alta	Fta	
				Terrazas bajas	Ftb	
				Conos aluviales coalescentes	Fcac	
				Relleno sanitario	Arb	Antropogénico
			Zona Montañosa	Coluvios de remoción	Dcr	Denudacional
				Ladera monoclinal crestada	Slmc	Estructural – Denudacional

5.2.1.3.2 Morfoestructura

La Cordillera Oriental es uno de los tres ramales en que se divide el Sistema Cordillerano de Los Andes Colombianos. Se extiende en dirección suroeste-noreste desde el Nudo de Almaguer o Macizo Colombiano en el departamento del Cauca, hasta la Serranía de Perijá en el departamento de La Guajira. Entre su relieve se destaca el Altiplano Cundiboyacense y la Sierra Nevada del Cocuy.

5.2.1.3.3 Provincia morfológica

El Altiplano Cundiboyacense es un espacio de tierras altas y planas localizado en la parte central de la Cordillera Oriental de Colombia, entre los departamentos de Cundinamarca y Boyacá. El altiplano comprende tres regiones planas bien diferenciadas: la Sabana de Bogotá, los valles de Ubaté y Chiquinquirá y los valles de Tunja, Duitama y Sogamoso.

Presenta una temperatura promedio de 14°C, con variaciones térmicas diarias elevadas que puede oscilar entre los 0°C (temperatura baja) y los 24 C (temperatura alta). Las temporadas secas y lluviosas se alternan durante el año; los meses más secos van de diciembre a marzo; durante los meses más lluviosos, abril, mayo, septiembre, octubre y noviembre la temperatura es más estable, con oscilaciones entre los 9 C y los 20 C; junio, julio y agosto son los meses de fuertes vientos y mayor oscilación de la temperatura; durante el alba se suelen presentar muy bajas temperaturas, llamadas heladas, que afectan la agricultura. También es común la presencia de lluvias de granizo.

5.2.1.3.4 Región geomorfológica

El PLMB se ubica en la región de la Sabana de Bogotá, la cual posee una altura promedio de 2600 msnm y corresponde a la parte sur del Altiplano Cundiboyacense, la altiplanicie más extensa de Los Andes colombianos. Está bordeada por cerros, dentro de los cuales se encuentran los cerros orientales y del sur de Bogotá. Adicionalmente, dentro de la sabana sobresalen algunos cerros como los de Suba, Cota-Chia y Tabio-Tenjo (ver Anexo 5.2.1.13 Plano ETPLMB-ET19-L04-PLA-G-0003_RA)

El río Bogotá, le da su nombre actual, la recorre de norte a sur y se precipita en sus estribaciones formando el Salto del Tequendama. La Sabana de Bogotá posee un sistema de lagunas naturales y ciénagas o humedales que funcionan como reguladores de la humedad. Actuando como "esponjas" de los caudales del río Bogotá y sus afluentes, sirven como depósitos y reservorios

naturales para la recolección de aguas pluviales y son un sistema natural de filtración y depuración del agua. Además, constituyen una destacada reserva de flora y fauna de la región.

Las ciénagas o humedales más importantes en la ciudad de Bogotá son los de La Conejera, El Burro, Jaboque, Santa María del Lago, Tibabuyes, Córdoba y Guaymaral. En el área metropolitana de la ciudad se encuentran la Laguna de La Herrera, el Humedal Gualí-Tres Esquinas y el sistema de humedales del municipio de Soacha, entre otros.

Tiene una temperatura promedio de 13,5°C, que puede oscilar entre los -5°C y los 26°C. Las temporadas secas y lluviosas se alternan durante todo el año; los meses más secos son diciembre, enero, febrero y marzo; durante los meses más lluviosos, abril, mayo, septiembre, octubre y noviembre la temperatura es más estable, con oscilaciones entre los 6-8 C y los 18-20 C. Junio, julio y agosto son los meses de fuertes vientos y mayor oscilación de la temperatura; durante el alba se suelen presentar temperaturas de hasta 10 C. Es la zona habitada del país con las temperaturas más bajas. Estas condiciones son muy variables debido a los fenómenos de El Niño y La Niña, que se dan en la cuenca del Océano Pacífico y producen cambios climáticos muy fuertes.

5.2.1.4 Morfogénesis

El proyecto PLMB se ubica en la región de la Sabana de Bogotá, en la cual se diferencian dos unidades genéticas de relieve: una zona plana de ambiente agradacional y una zona montañosa de ambiente estructural-denudacional (véase (ver Anexo 5.2.1.13 Plano ETPLMB-ET19-L04-PLA-G-0003_RA).

5.2.1.4.1 Zona plana agradacional

La Sabana de Bogotá, es una extensa llanura relativamente plana, en la que se reconocen principalmente dos procesos de agradación consecutivos: lacustre y fluvio lacustre, siendo este último el más predominante en el tiempo geológico reciente. El área conforma un valle en avanzado estado de senectud en el que los procesos agradacionales o constructivos de sedimentación, predominan sobre los procesos erosivos (Universidad Javeriana – EAAB, 2008-2009).

La zona plana hace parte de la Sabana de Bogotá. Se trata de una zona con ligera pendiente al sur, que llega a rodear completamente algunas zonas montañosas situadas dentro de ellas como es el Cerro de Suba.

Esta zona se corresponde con el relleno del sinclinorio de la Sabana (de origen tectónico), desde el Pleistoceno hasta la actualidad. En el inicio del relleno de esta cuenca, predominaban los procesos de ladera (complejos de conos, piedemontes, etc.) y de sedimentación fluvial (aluviales), posteriormente, la sedimentación fue de tipo lacustre, la cual es la responsable de la modelización del relieve de la zona plana.

El río Bogotá discurre de norte a sur sobre esta zona, en un sistema fluvial de alta sinuosidad tipo río meandriforme de un solo canal. En los alrededores del cauce actual se observan los restos de abundantes meandros abandonados.

En la zona plana se reconocen paisajes de ambiente agradacional correspondientes a conos aluviales coalescentes, coluvios de remoción, terraza alta, terraza baja y planos inundables.

El ambiente agradacional comprende los procesos geomorfológicos constructivos determinados por fuerzas de desplazamiento, como por agentes móviles tales como el agua de escorrentía, los

glaciares y el viento, los cuales tienden a nivelar hacia arriba la superficie terrestre, mediante el depósito de los materiales sólidos o disueltos, resultantes de la denudación de terrenos más elevados.

- Terrazas altas y bajas (Fta y Ftb)

Se forman cuando la corriente madre recorta sus propios depósitos debido a un descenso en el nivel de base de erosión, siguiendo la secuencia de incisión, ensanchamiento del nuevo valle y nueva sedimentación, lo cual puede repetirse dando lugar a dos o más niveles de terrazas.

En el área de influencia indirecta se diferencian las terrazas altas y las terrazas bajas labradas en los sedimentos de la Formación Sabana. La terraza alta (Fta) tiene escarpes de altura variable, comprendida entre 4 y 15 m (Julivert, 1961). Las terrazas bajas (Ftb) tienen escarpes igualmente de altura variable, no mayor de 5 m, que hacia la parte central de la Sabana va perdiendo altura hasta prácticamente no manifestarse (Ver plano de Geomorfología del Área de Influencia Indirecta (ver Anexo 5.2.1.13 Plano ETPLMB-ET19-L04-PLA-G-0003_RA)

- Plano inundable (Fpi)

Paisaje de edad actual o sub-actual, susceptible a inundaciones periódicas u ocasionales, en el que se destacan meandros abandonados colmatados y humedales. En el AII se diferencian los planos de inundación de los ríos Bogotá, Tunjuelo, Fucha y Juan Amarillo. El plano inundable del río Bogotá es el más amplio de los mencionados y ha sido parcialmente urbanizado, previa colocación de rellenos con desechos de excavación y de construcción (Ver plano de Geomorfología del Área de Influencia Indirecta- Planta: (ver Anexo 5.2.1.13 Plano ETPLMB-ET19-L04-PLA-G-0003_RA).

- Conos aluviales coalescentes (Fcac)

El cono aluvial conforma un paisaje de forma semicircular, con una parte superior más estrecha y empinada. El ápice o parte proximal, normalmente se extiende hacia la zona montañosa siguiendo el curso de la corriente que lo depositó. Más abajo se encuentra la parte intermedia o cuerpo, que cubre la mayor parte del paisaje y finalmente el tramo distal o base, una franja angosta suavemente inclinada que gradualmente se confunde con la llanura contigua sobre la cual se explaya la unidad.

El paisaje de conos aluviales coalescentes comprende los conos del río Tunjuelo, de Terreros, del piedemonte oriental de Bogotá, que incluye los conos de los ríos San Cristóbal, San Agustín, San Francisco y las quebradas Padre de Jesús, Arzobispo, Los Olivos Rosales y La Vieja entre otras. Estos conos están conformados por depósitos de grandes bloques y gravas redondeadas, que alcanzan hasta un metro de diámetro, derivados de las areniscas del Grupo Guadalupe, en matriz arenosa, areno arcillosa y arcillosa (Ver plano de Geomorfología del Área de Influencia Indirecta-Planta: (ver Anexo 5.2.1.13 Plano ETPLMB-ET19-L04-PLA-G-0003_RA).

- Rellenos de basuras o rellenos sanitarios (Arb)

Zonas de topografía plana conformadas por la acumulación de desechos sólidos sin diferenciar, cubiertos con suelo y escombros de construcción. Son planos hechos artificialmente para acondicionar terrenos anegadizos para la construcción de viviendas u otros proyectos de ingeniería (Ver plano de Geomorfología del Área de Influencia Indirecta- Planta (ver Anexo 5.2.1.13 Plano ETPLMB-ET19-L04-PLA-G-0003_RA).

5.2.1.4.2 Relieve montañoso estructural – denudacional

La zona plana se encuentra rodeada por los relieves montañosos de edad terciaria y cretácica, definiendo una cuenca cerrada. Se encuentran algunos cerros dentro de la zona plana como consecuencia de la existencia de estructuras anticlinales locales, producidos por la actividad tectónica. Es un relieve montañoso y colinado estructural-plegado.

Estos relieves montañosos presentan una fuerte pendiente, especialmente en el sector de los Cerros Orientales, con diferencias de cota de 500 - 700 m (zona de Monserrate y Guadalupe), con respecto a la zona plana, sobre los cuales se depositaron materiales erosionados de las laderas, dando lugar a depósitos coluviales y de piedemonte, con espesores entre 30 y 50 metros.

Estos relieves se encuentran surcados, de manera más o menos perpendicular, por una serie de ríos y quebradas que van a tributar al río Bogotá, entre los cuales se encuentra los ríos Tunjuelo, San Cristóbal (aguas abajo se le denomina como río Fucha), San Agustín, San Francisco, Juan Amarillo, etc.

Todos estos ríos así como los existentes en otros momentos de la historia geológica de la Sabana de Bogotá, son los que han dado lugar a la sedimentación de los depósitos situados en la base de estos relieves, tales como el Complejo de Conos, depósitos de piedemonte, depósitos coluviales, etc.

Al ambiente estructural corresponden los paisajes de cresta monoclinal abrupta, anticlinal excavado y anticlinal (Ver plano de Geomorfología del Área de Influencia Indirecta- Planta: Anexo 5.2.1.13 ETPLMB-ET19-L04-PLA-G-0003_RA). En este grupo se incluyen las montañas y colinas cuya altura y formas se deben al plegamiento de los estratos rocosos superiores de la corteza terrestre, que aún conservan rasgos reconocibles de las estructuras originales a pesar de haber sido afectadas en grado variable por los procesos de denudación.

- Ladera monoclinal crestada (Slmc)

Paisaje monoclinal constituido por estratos alternos de diferente consistencia como arcillolitas y areniscas, dispuestas en un patrón escalonado en la parte inferior de la ladera estructural de crestas monoclinales abruptas y del anticlinal excavado localizadas en los cerros orientales y suroriente de la ciudad, apenas separados de estas por depósitos coluviales, en las que no se destaca un escarpe bien definido. El buzamiento de la ladera estructural es variable de unas unidades a otras. Este paisaje se desarrolla en rocas de las formaciones Guaduas, Cacho y Bogotá (Ver plano de Geomorfología del Área de Influencia Indirecta- Planta: Anexo 5.2.1.13 ETPLMB-ET19-L04-PLA-G-0003_RA).

- Coluvios de remoción (Ccr)

Comprende los depósitos de ladera procedente de deslizamientos, flujos terrosos y desprendimientos o desplomes de tierra, compuestos por suelos mezclados con fragmentos de roca, de tamaño variado, que carecen de una forma externa característica (Ver plano de Geomorfología del Área de Influencia Indirecta- Planta: Anexo 5.2.1.13 ETPLMB-ET19-L04-PLA-G-0003_RA).

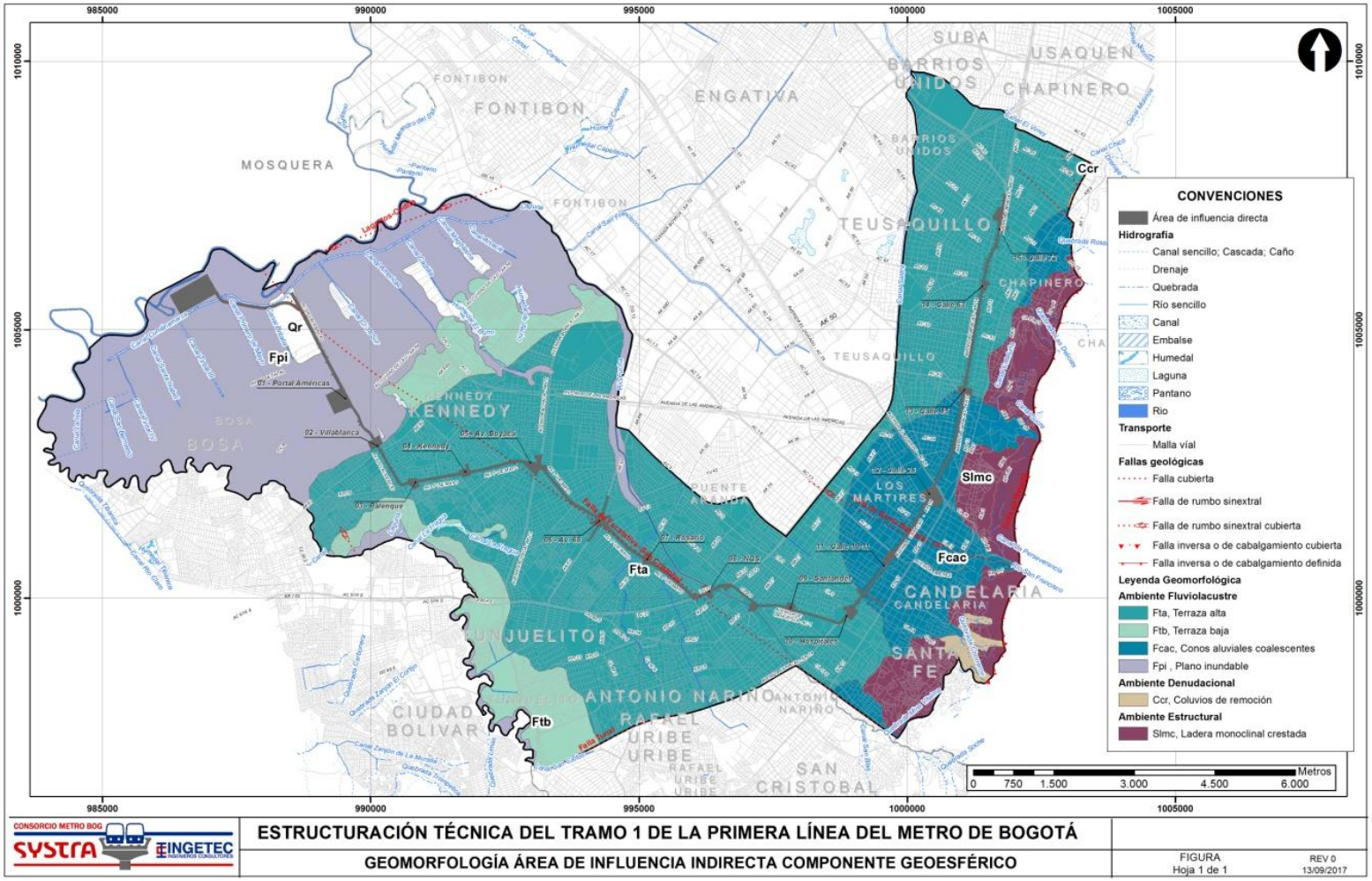


Figura 5.2.1-7 Geomorfología del área de influencia indirecta del proyecto PLMB

5.2.1.5 Morfografía

En el análisis geomorfológico donde se desarrollara el proyecto PLMB se incluye la morfografía; lo anterior, hace referencia al análisis de las formas de las laderas de la zona donde se localiza el proyecto, mediante la descripción cuantitativa de parámetros relacionados con la longitud, ángulo de inclinación y altura, determinados mediante la generación de un mapa de pendientes. Esta mapa indica si las laderas son suaves, abruptas, escarpadas, cóncavas, convexas, etc.

El mapa de pendientes del área de influencia indirecta del proyecto Metro se generó a partir de las curvas de nivel utilizando el método de los intervalos móviles, (Dense, B. 1976). Para la elaboración del mapa de pendientes se tuvieron en cuenta rangos indicados en la Tabla 5.2.1-2.

Tabla 5.2.1-2 Categorías de los rangos de pendientes para el área de influencia indirecta del Proyecto Primera Línea del Metro de Bogotá

ID	Color	Pendiente (%)	Descripción
1		0 – 1	A nivel
2		1 – 3	Ligeramente plana
3		3 – 7	Ligeramente inclinada
4		7 – 12	Moderadamente inclinada
5		12 – 25	Fuertemente Inclinada
6		25 – 50	Ligeramente escarpada o ligeramente empinada
7		50 – 75	Moderadamente escarpada o moderadamente empinada
8		75 – 100	Fuertemente escarpada o fuertemente empinada
9		>100	Totalmente escarpada

El mapa de pendientes indica que en general la zona donde se localiza el proyecto, es predominantemente plana y localmente, en el borde oriental, montañosa. La zona plana, correspondiente a la Sabana de Bogotá presenta en general pendiente ligeramente inclinada (de 3 al 7%) y localmente, en los sectores occidental y oriental, correspondientes respectivamente a la llanura de inundación del río Bogotá y a la zona de piedemonte de los Cerros Orientales de Bogotá, pendientes fuertemente inclinadas (del 12 al 25%). La zona montañosa, correspondiente a la parte baja de los Cerros Orientales de Bogotá, presenta laderas de pendiente ligeramente a moderadamente empinadas (del 25 al 75%) y muy localmente laderas fuertemente empinadas (del 75 a 100%).

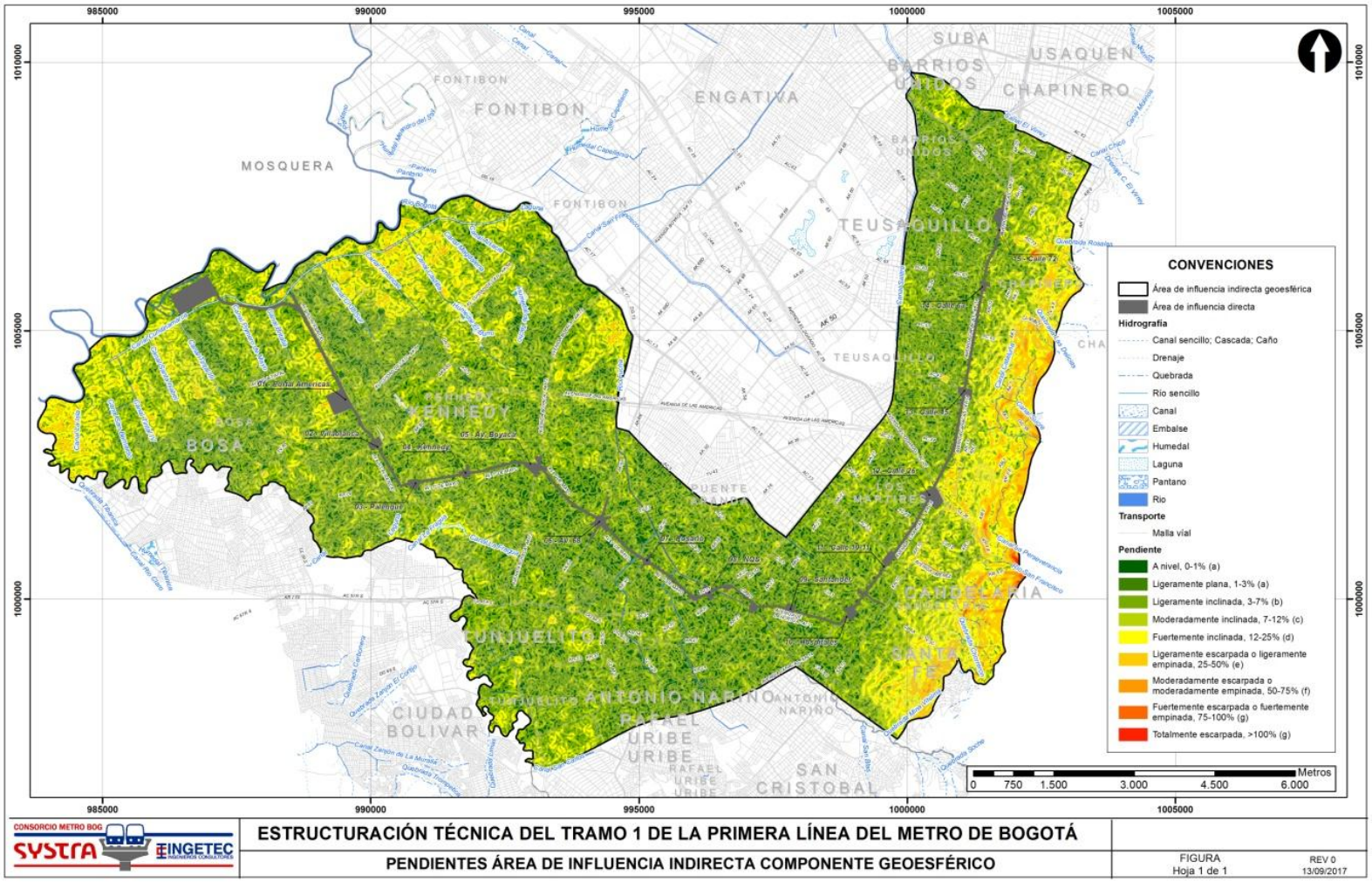


Figura 5.2.1-8 Mapa de pendientes del área de influencia indirecta del proyecto PLMB

5.2.1.6 Procesos morfodinámicos en el área de influencia indirecta

Todos los elementos móviles, determinados por las fuerzas de cambio, capaces de desprender, transportar y depositar los productos incoherentes de la meteorización y de la sedimentación se conocen como agentes geomorfológicos, dentro de los cuales se encuentran el agua de las lluvias, el agua de escorrentía y el viento, con ayuda de la gravedad. A estos pueden agregarse los animales y el mismo hombre. Estos agentes son los responsables directos de la mayoría de procesos morfodinámicos que afectan la superficie terrestre, ya degradándola o construyendo nuevos paisajes (Villota, 2005). Los principales procesos morfodinámicos que se presentan en el área de influencia indirecta corresponden a la remoción en masa, a la erosión pluvial y a la sedimentación fluvial. También se encuentra la actividad antrópica puesta de manifiesto en la extracción de materiales de construcción y la conformación de zonas para la disposición de escombros y sobrantes de excavación, al igual que las zonas destinadas a rellenos sanitarios.

Algunos fenómenos de remoción en masa correspondientes a deslizamientos y desprendimientos de roca se presentan en la parte baja de las laderas de los cerros orientales, de Suba, suroriente y del sur de Bogotá, por fuera del corredor de la PLMB. Estos procesos ocurren especialmente durante las temporadas de lluvias fuertes, en terrenos desarrollados sobre rocas blandas y duras de las formaciones Labor-Tierna, Guaduas, Cacho, Bogotá, Arenisca de La Regadera y Usme.

Procesos de erosión pluvial se presenta en las zonas desprovistas de vegetación como consecuencia de la actividad extractiva de materiales de construcción (arenas y arcillas) en canteras ubicadas en los cerros orientales y del sur de Bogotá en terrenos desarrollados principalmente en rocas de las formaciones Labor-Tierna y Bogotá. Durante las temporadas de fuertes lluvias, el agua desprende y arrastra el material suelto localizado en estas canteras, transportándolo hasta zonas bajas.

De igual manera, durante algunas temporadas de lluvias fuertes que dieron lugar al desbordamiento de algunos de los cursos superficiales de agua que drenan la Sabana de Bogotá, principalmente los ríos Bogotá, Tunjuelo y Fucha, con la subsecuente inundación de las zonas bajas aledañas o planicies de inundación y depósito de delgadas capas de lodo.

5.2.1.7 Unidades geomorfológicas asociadas al trazado de la PLMB

En el área de influencia directa se encuentran las geoformas correspondientes a plano de inundación, terraza alta, terraza baja y coluvios de remoción Plano: Anexo 5.2.1.13 ETPLMB-ET19-L04-PLA-G-0003_RA.

5.2.1.7.1 Tramo 1

- Sector comprendido entre el Patio-Taller y la abscisa K1+500

El tramo 1, en el sector comprendido entre el Patio-Taller y la abscisa K1+500, se localiza sobre el plano inundable o llanura de inundación del río Bogotá (Fpi). Esta es una zona amplia, baja y plana, localmente pantanosa y eventualmente inundable, que se presenta bordeando el cauce del río Bogotá, limitada por los escarpes de la terraza alta (Fta).

La llanura de inundación del río Bogotá se desarrolla sobre un depósito de arcillas y limos sedimentados durante las inundaciones producidas por el desbordamiento del río Bogotá. En este plano inundable se encuentran zonas pantanosas pobremente drenadas, que acumulan las aguas de las precipitaciones y de los desbordes del río Bogotá y sus tributarios. En las zonas pantanosas se decantan materiales arcillosos con abundante materia orgánica.

Sobre la llanura de inundación se encuentra el Relleno Sanitario Gibraltar (de origen antrópico), conformado por residuos de excavación y desechos de construcción. El propósito de estos rellenos era el de acondicionar terrenos anegadizos para la construcción.

- Sector comprendido entre las abscisas K1+500 y K12+500

El Tramo 1, en el sector comprendido entre las abscisas K1+500 y K12+500, se localiza sobre la unidad de paisaje denominada terraza alta (Fta). El paisaje de terraza alta (Fta) está conformada sobre el depósito de arcillas y limos con intercalaciones de niveles de arenas, gravas y turba, de la Formación Sabana (Plano Anexo 5.2.1.13 ETPLMB-ET19-L04-PLA-G-0003_RA).

- Sector comprendido entre las abscisas K12+500 y K14+700

El Tramo 1, en el sector comprendido entre las abscisas K12+500 y K14+700, se localiza sobre la unidad de paisaje denominada como Conos Aluviales Coalescentes (Fcac).

5.2.1.7.2 Tramo 2

- Sector comprendido entre las abscisas K14+700 y K16+500

El tramo 2, en el sector comprendido entre las abscisas K14+700 y K16+500, se localiza sobre la unidad de paisaje denominada como Conos Aluviales Coalescentes (Fcac) de los ríos San Cristóbal, San Agustín, San Francisco y las quebradas Padre de Jesús y Arzobispo, conformados por depósitos de grandes bloques y gravas redondeadas, que alcanzan hasta un metro de diámetro, derivados de las areniscas del Grupo Guadalupe, en matriz arenosa, areno arcillosa y arcillosa.

- Sector comprendido entre las abscisas K16+500 y K20+308

El tramo 2, en el sector comprendido entre las abscisas K16+500 y K20+308, se localiza sobre la unidad de paisaje de terraza alta. El paisaje de terraza alta (Fta) está conformada sobre el depósito de arcillas y limos con intercalaciones de niveles de arenas, gravas y turba, de la Formación Sabana.

El paisaje de conos aluviales coalescentes comprende los conos del piedemonte oriental de Bogotá, de los ríos San Cristóbal, San Agustín, San Francisco y las quebradas Padre de Jesús y Arzobispo, conformados por depósitos de grandes bloques y gravas redondeadas, que alcanzan hasta un metro de diámetro, derivados de las areniscas del Grupo Guadalupe, en matriz arenosa, areno arcillosa y arcillosa.

El paisaje de terraza alta (Fta) está conformada sobre el depósito de arcillas y limos con intercalaciones de niveles de arenas, gravas y turba, de la Formación Sabana.

5.2.1.8 Amenazas Naturales

Por estar ubicada la ciudad de Bogotá en el Altiplano Cundiboyacense, en la parte central de la Cordillera Oriental, presenta diferentes amenazas naturales que se refieren específicamente a todos los fenómenos atmosféricos, hidrológicos, geológicos que por su ubicación, severidad y frecuencia, tienen el potencial de afectar adversamente al ser humano, a sus estructuras y a sus actividades. A continuación se describe las amenazas naturales que pueden afectar la PLMB, relacionadas con terremotos, inundaciones y procesos de remoción en masa.

El Instituto Distrital de Gestión de Riesgos y Cambio Climático (IDIGER) cuenta con un registro de 10.501 eventos desde primer semestre de 2002 al segundo semestre de 2013, de los cuales el 50.4% corresponde a inundaciones y el restante 49.6% a procesos de remoción en masa, ocurridos estos últimos durante las temporadas de lluvias. La Secretaría Distrital de Planeación, (2013) registra que durante el periodo comprendido entre el 2002 y el 2012, se presentaron en Bogotá aproximadamente 4.169 procesos de remoción en masa

5.2.1.8.1 Remoción en masa

En la ciudad de Bogotá el riesgo por la ocurrencia de procesos de remoción en masa se presenta principalmente en los cerros orientales, del suroriente, sur y de Suba, como consecuencia de la localización de asentamientos en zonas de antiguas canteras dedicadas a la explotación de materiales de construcción, en taludes que no fueron intervenidos técnicamente, rellenos e incluso en las rondas de quebradas (en áreas montañosas).

Procesos de remoción en masa por deslizamientos y caída de rocas se concentran principalmente en las localidades de Usaquén, Chapinero, Santa Fe, San Cristóbal, Rafael Uribe Uribe, Usme, Ciudad Bolívar y Suba, como se muestra en el Mapa de Amenaza por Fenómenos de Remoción en Masa de la Secretaría Distrital de Planeación (2013).

El trazado de PLMB, discurre fundamentalmente sobre la zona plana de la ciudad o de la Sabana de Bogotá, específicamente sobre la superficie de las unidades de paisaje de terraza alta, terraza baja y llanura de inundación del río Bogotá, tan solo traslapando la parte occidental de la unidad de paisaje de conos aluviales coalescentes localizada en las áreas adyacentes alas ríos San Agustín, San Francisco y Arzobispo. Las unidades de paisaje de terraza alta, terraza baja y llanura de inundación no presentan riesgo por procesos de remoción en masa, en tanto que en la unidad de conos aluviales coalescentes este riesgo es catalogado como bajo.

Se establece por tanto que en los sub-tramos 1, 2 y 3 del Tramo 1 y en los sub-tramos 1 y 2 del Tramo 2, no existe riesgo por procesos de remoción en masa, en tanto que en el Sub-tramo 4 del Tramo 1 y el Sub-tramo 1 del Tramo 2, se presenta un riesgo bajo por este fenómeno.

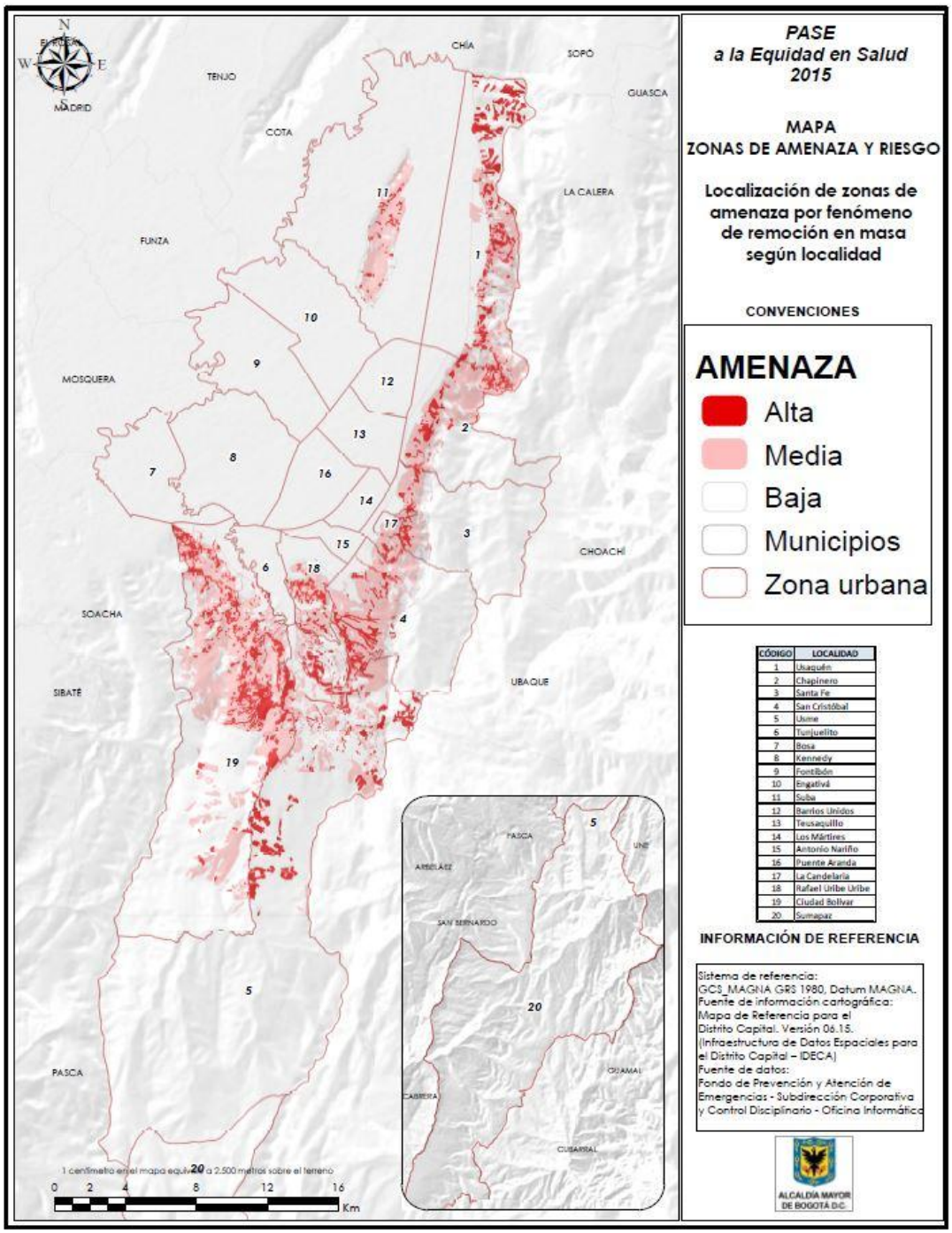


Figura 5.2.1-9 Mapa de Amenaza por Procesos de Remoción en Masa
Fuente: Tomado de Secretaría Distrital de Planeación, 2013

5.2.1.8.2 Amenaza de inundación por desbordamiento

La ciudad de Bogotá se localiza en gran parte sobre la superficie plana de la Sabana de Bogotá, donde se pueden diferenciar una zona baja e inundable correspondiente a la llanura de inundación

de los ríos Bogotá, Tunjuelo, Fucha y Torca, y la zona de terrazas alta y baja. La zona correspondiente a llanura de inundación de los ríos que la drenan, es susceptible a inundaciones durante las temporadas de lluvias fuertes y prolongadas. La zona de terrazas, por su morfología plana y un poco más alta con relación a la llanura de inundación, es susceptible a inundaciones y encharcamientos por aguaceros torrenciales.

El mapa de isoyetas de la Sabana muestra que al occidente de la ciudad de Bogotá el promedio anual de lluvias es de aproximadamente 500 mm/año, pasando a 800 mm/año en el centro de la ciudad y ascendiendo a 1300 mm/año en la zona de los cerros orientales. Esto indica que en la zona oriental de la ciudad, son comunes los fuertes y prolongados aguaceros durante las temporadas de lluvias, produciendo encharcamientos e inundaciones frecuentemente. Contribuyen a este fenómeno, el cambio climático puesto de manifiesto por los fenómenos de La Niña y El Niño, y las deficiencias del sistema de alcantarillado.

Periódicamente, durante las temporadas de lluvias, de mediados de marzo a mediados de junio y de mediados de septiembre a mediados de diciembre, se presentan encharcamiento e inundaciones en Bogotá. Durante los últimos años, dos eventos de inundación por desbordamiento de grandes proporciones han ocurrido en la ciudad, el primero acaecido en el 2002, por desbordamiento del río Tunjuelo y el segundo en diciembre de 2011, por desbordamiento del río Fucha. El desbordamiento del río Tunjuelo causó la inundación de las partes más bajas de Kennedy y Bosa, en tanto que el desborde del río Fucha produjo inundaciones en Fontibón.

Las localidades con afectación directa por inundaciones debidas al desbordamiento de los ríos que drenan la ciudad corresponden a las de Suba, Engativá, Fontibón, Kennedy, Bosa, Tunjuelito, Ciudad Bolívar, Usme, Rafael Uribe Uribe y Usaquén, localizadas al occidente, sur y nororiente de la ciudad.

Con base en caudales de creciente de tres periodos de retorno, se han establecido para Bogotá, tres zonas de amenaza por inundación, alta, media y baja, que se muestra en el Mapa de Amenazas por Inundaciones y Procesos de Remoción en Masa de IDIGER del 2013, con las siguientes características:

- La zona de amenaza alta, delimitada por la proyección de la línea de inundación producida por el desborde de una corriente de agua, calculado para el caudal creciente de un periodo de retorno menor o igual a 10 años, sea por causas naturales o intervención no intencional por el hombre, no aptas para el desarrollo de zonas urbanas, restringidas para la construcción hasta tanto no se adelanten las obras de protección.

- La zona de amenaza media, delimitada por la proyección de la línea de inundación con caudal de creciente de periodos de retorno entre 10 y 100 años, con probabilidad del el 10% al 65%durante la vida útil delas estructuras de protección (jarillones). Para estos sectores no hay restricción; sin embargo, es importante el manejo adecuado para evitar que se generen situaciones de riesgo alto.

- La zona de amenaza baja, delimitada por la línea de inundación producida por el desborde de la corriente de agua, calculado para el caudal de creciente de un periodo de retorno mayor o igual a 100 años, sea por causas naturales o por intervención no intencional del hombre; con una profundidad de lámina de agua con efectos leves potencialmente dañinos. Esta franja tiene una probabilidad de estar inundada por lo menos una vez cada cien años durante la vida útil delas estructuras de protección (jarillones) y probabilidad de ocurrencia menor al 10%. Para estos sectores no hay ningún tipo de restricción, ni tratamiento especial.

En el Mapa de Amenazas por Inundaciones y Procesos de Remoción en Masa, se aprecia que las tres zonas inundables por desbordamiento son las correspondientes a las llanuras de inundación

de los ríos Bogotá, Tunjuelo y Fucha. De igual manera muestra que en la localidad de Bosa, en la zona donde se encuentran el predio previsto para Patio-Taller, la parte inicial del trazado de la PLMB y la estación Portal Las Américas, puede verse afectada por eventos de inundación por el desbordamiento de los ríos Bogotá y Tunjuelo. El predio del Patio-Taller se encuentra en las zonas de amenaza alta y media por inundación, el sub-tramo 1 y parte del sub-tramo 2 del Tramo 1, al igual que las estaciones Portal Las Américas y Villa Blanca, se localizan en la zona de amenaza media por inundación.

La experiencia muestra adicionalmente que amplios sectores de la localidad de Bosa pueden verse afectados por inundaciones o encharcamientos de aguas residuales, debido al taponamiento de vallados o redes de alcantarillado y drenajes de aguas lluvias, por la ausencia o deficiencia de las redes de alcantarillado o por elevación del nivel de agua y fallas en las estaciones de bombeo de aguas residuales.

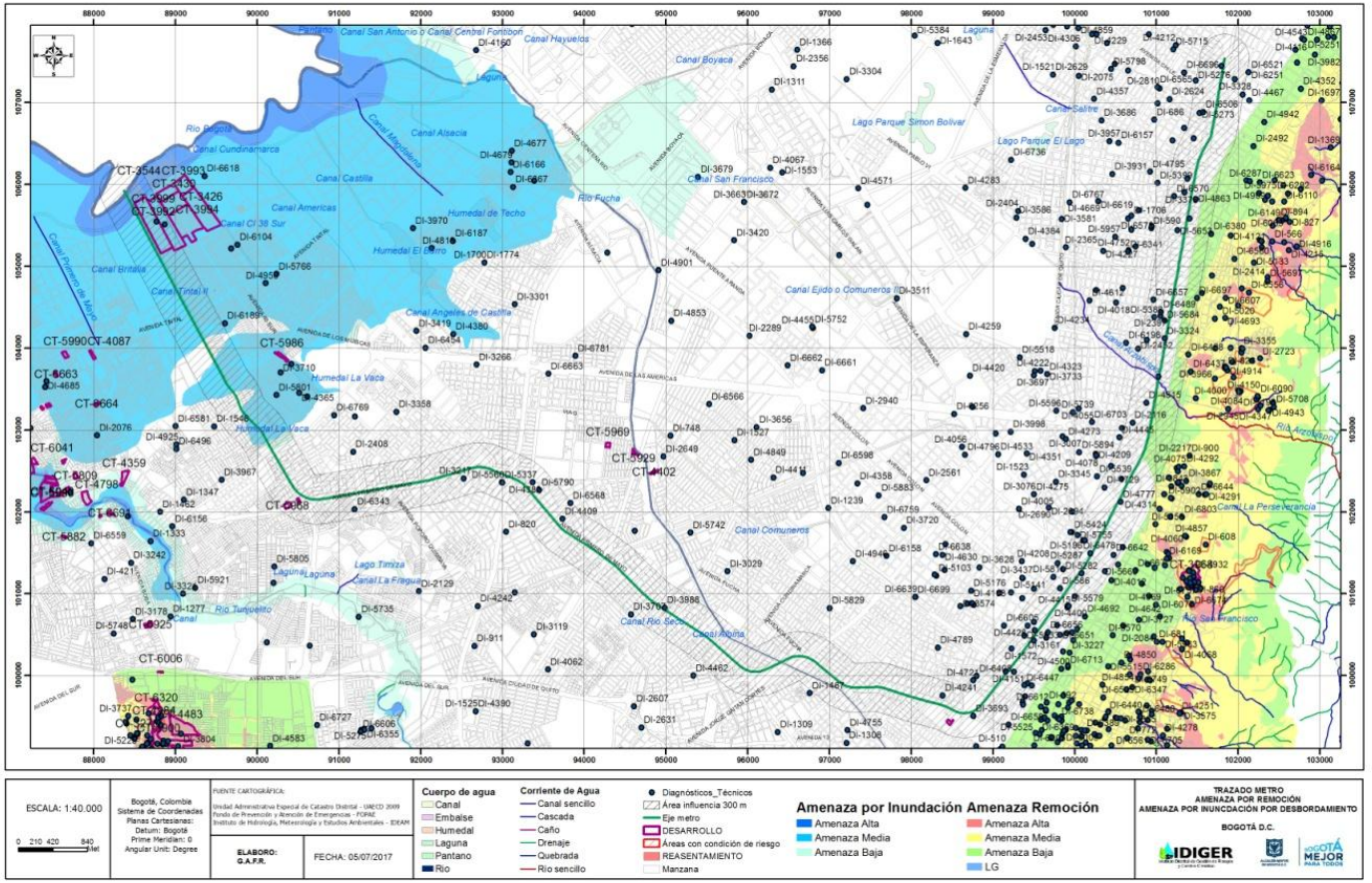


Figura 5.2.1-10 Amenazas por remoción en masa e inundación por desbordamiento
Fuente: EAB, IDIGER

5.2.1.8.3 Amenaza por actividad sísmica

Según el Estudio General de Amenaza Sísmica de Colombia (AIS, 1997), Bogotá se encuentra ubicado en una zona de amenaza sísmica intermedia con valores de aceleración máxima probable en roca entre 0,1 y 0.2 g. La principal fuente sismogénica es el Sistema de Fallas del Borde Llanero de la Cordillera Oriental, donde se esperan sismos de magnitud 7.2, a una distancia de 80 km de la ciudad (Universidad Javeriana – EAAB,2008-2009). En la Tabla 5.2.1-3 se relacionan los valores de aceleración pico efectivo para cada una de las zonas en que se encuentra dividido el país

Tabla 5.2.1-3 Valores de aceleración As (g)

Baja	Intermedia	Alta
0,05 – 0,10	0,10 – 0,20	0,20 – 0,4

En la figura a continuación, se muestra el Mapa de Zonificación Sísmica de Colombia.

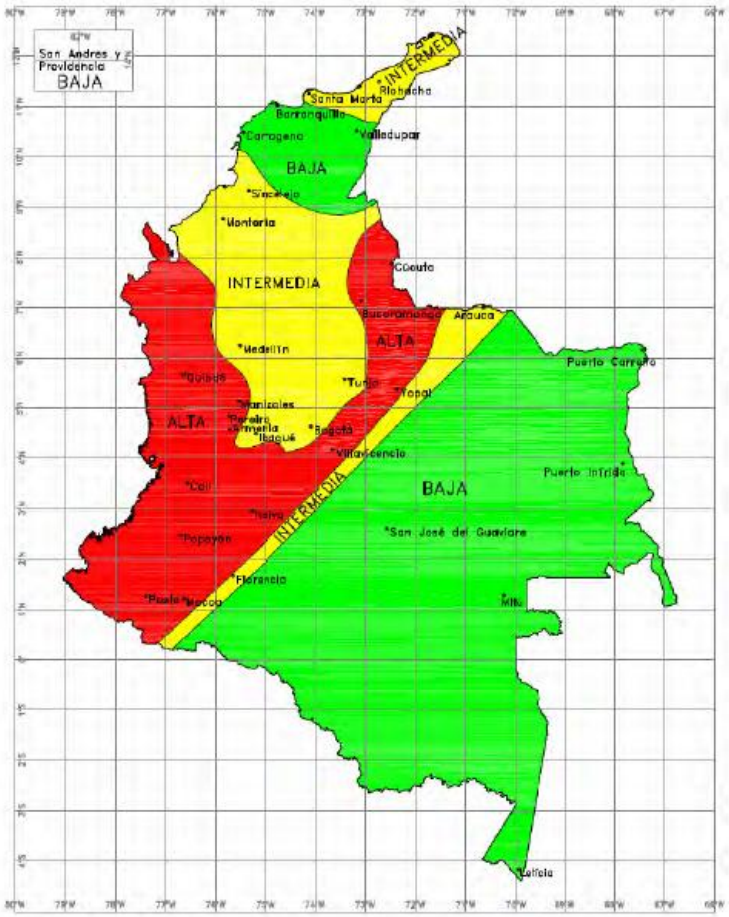


Figura 5.2.1-11 Mapa de zonificación sísmica de Colombia
Fuente: AIS, 2009

Para la ciudad de Bogotá se han planteado cuatro grandes zonas sísmicas: cerros, piedemonte, lacustre y aluvial, que al combinarse con el mapa de zonificación geotécnica, teniendo en cuenta el espesor de los depósitos lacustre y aluvial, genera un total de 16 zonas de respuesta sísmica homogénea, con características definidas, de acuerdo a los planteamientos del Decreto 523 de 2010 para la ciudad de Bogotá (Tabla 5.2.1-4).

Tabla 5.2.1-4 Descripción de las zonas de respuesta sísmica

Zona	Espesor del depósito (m)	Periodo fundamental del suelo (s)	Descripción Geotécnica General	Velocidad onda promedio 50m Vs (m/s)	Humedad promedio 50m Hn (%)	Efectos de sitio relacionados
Cerros		<0,3	Rocas sedimentarias y depósitos de ladera con espesores menores a 6 m	<750	<10	Topográfico
Piedemonte A	<50	0,3 - 0,6	Depósitos coluviales y aluviales conformados por bloques, cantos y gravas en matriz arcillo-arenosa	200 - 750		Topográfico, amplificación
Piedemonte B	<50	0,3 - 0,6	Depósitos coluviales y aluviales con espesor superior a 12 m	300 - 750		Topográfico, amplificación
Piedemonte C	<50	0,3 - 0,6				
Lacustre 50	<50	1,0 - 1,5	Depósito lacustre blando conformado por arcillas limosas o limos arcillosos, con intercalaciones locales de turbas	<175	>80	Amplificación
Lacustre 100	50-100	1,5 - 2,5				
Lacustre 200	100-200	2,5 - 3,5				
Lacustre 300	200-300	3,5 - 4,5				
Lacustre 500	300-500	4,5 - 6,5				
Lacustre-Aluvial 200	100-200	2,0 - 3,0	Depósito fluvio-lacustre conformado por intercalaciones de arcillas limosas o limos arcillosos, con lentes de turba y niveles de arenas compactas	<200	>60	Amplificación
Lacustre-Aluvial 300	200-300	3,0 - 4,0				
Aluvial 50	<50	0,4 - 0,8	Depósito aluvial duro conformado por arcillas limosas o arenas arcillosas o limos arenosos localmente con lentes de arenas limpias	175 -300	25 - 50	Amplificación, licuación
Aluvial 100	50-100	0,8 - 1,2				
Aluvial 200	100-200	1,2 - 2,5				
Aluvial 300	200-300	2,5 - 4,0				
Depósitos de Ladera		<0,3	Depósitos de ladera de composición variable y espesor superior a 6 m	Variable según el tipo de depósito	Variable según el tipo de depósito	Topográfico

Fuente: Fondo de Prevención y Atención de Emergencias - FOPAE, 2010

En la Figura 5.2.1-12 se presenta el Mapa de Zonas de Respuesta Sísmica de la ciudad de Bogotá, de la Secretaría Distrital de Planeación (2010) elaborado según la normativa del Decreto 523 de 2010.

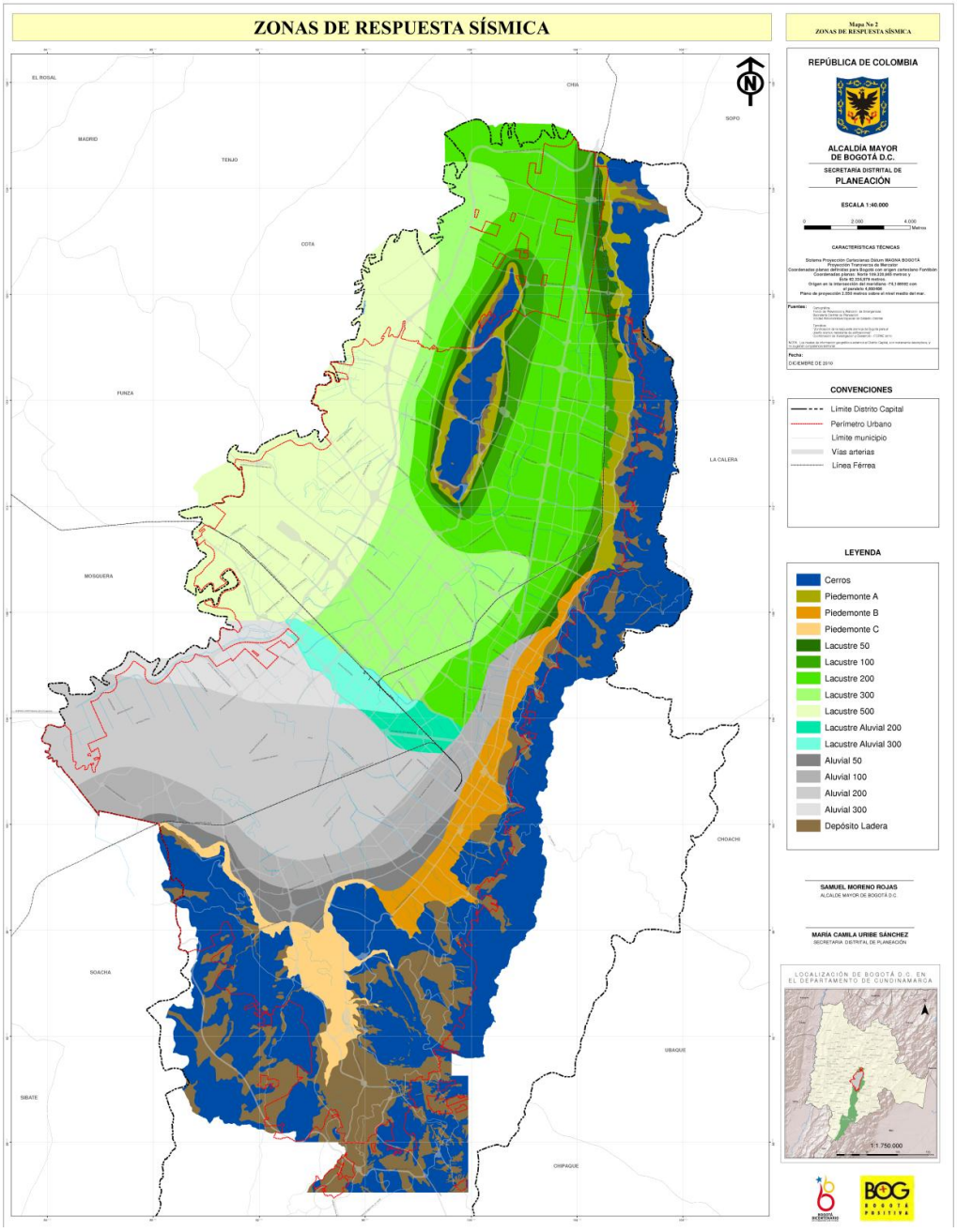


Figura 5.2.1-12 Mapa de microzonificación sísmica de Bogotá
Fuente: Secretaria Distrital de Planeación, FOPAE, 2010

El trazado de la PLMB atraviesa básicamente seis zonas sísmicas: Aluvial 300, Aluvial 200, Aluvial 100, Aluvial 50, Piedemonte B y Lacustre 200. El tramo 1 atraviesa las zonas de respuesta sísmica

Aluvial 300, Aluvial 200, Aluvial 100, Aluvial 50 y Piedemonte B, en tanto que el Tramo 2 atraviesa las zonas de respuesta sísmica Piedemonte B, Aluvial 50 y Lacustre 200..

El Patio-Taller y la parte final del Ramal Técnico, en el sub-tramo 1 del Tramo 1, se localizan sobre la zona de respuesta sísmica Aluvial 300, donde el espesor del depósito cuaternario está comprendido entre los 200 y 300 m, la humedad promedio es del 25 al 50%, el periodo fundamental del depósito es de 2,5 a 4,0 s, la velocidad promedio de las ondas de cizalla (Vs) a 50 m de profundidad es de 175 a 300 m/s y se pueden producir los efectos de sitio de amplificación y licuación. Esta zona se desarrolla sobre la llanura de inundación del río Bogotá.

Los sub-tramos 1, 2 y 3 del Tramo 1, desde inmediaciones del predio del Patio-Taller hasta la abscisa K9+300, se localizan sobre la zona de respuesta sísmica Aluvial 200, donde el espesor del depósito cuaternario está comprendido entre los 100 y 200 m, la humedad promedio es del 25 al 50%, el periodo fundamental del depósito es de 1,2 a 2,5 s, la velocidad promedio de las ondas de cizalla (Vs) es de 175 a 300 m/s y se pueden producir los efectos de sitio de amplificación y licuación. Esta zona se desarrolla sobre la llanura de inundación del río Bogotá y la terraza alta.

Los sub-tramos 3 y 4 del Tramo 1, entre las abscisas K9+300 y K11+000, se localizan sobre la zona de respuesta sísmica Aluvial 100, donde el espesor del depósito cuaternario está comprendido entre los 50 y 100 m, la humedad promedio es del 25 al 50%, el periodo fundamental del depósito es de 0,8 a 1,2 s, la velocidad promedio de las ondas de cizalla (Vs) es de 175 a 300 m/s y se pueden producir los efectos de sitio de amplificación y licuación. Esta zona se desarrolla sobre la terraza alta.

El sub-tramo 4 del Tramo 1, entre las abscisas K11+000 y K12+300, se localiza sobre la zona de respuesta sísmica Aluvial 50, donde el espesor del depósito cuaternario es menor de 50 m, la humedad promedio es del 25 al 50%, el periodo fundamental del depósito es de 0,4 a 0,8 s, la velocidad promedio de las ondas de cizalla (Vs) es de 175 a 300 m/s y se pueden producir los efectos de sitio de amplificación y licuación. Esta zona se desarrolla sobre la terraza alta.

El sub-tramo 4 del Tramo 1, entre las abscisas K12+300 y K14+700, se localiza sobre la zona de respuesta sísmica Piedemonte B, donde el espesor del depósito cuaternario es menor de 50 m, el periodo fundamental es de 0,3 a 0,6 s, la velocidad promedio de las ondas de cizalla (Vs) es de 300 a 750 m/s y los efectos de sitio son topográficos y de amplificación. Esta zona se desarrolla sobre coluvios de remoción y la terraza alta.

El sub-tramo 1 del Tramo 2, entre las abscisas K14+700 y K17+500, se localiza sobre la zona de respuesta sísmica Piedemonte B, donde el espesor del depósito cuaternario es menor de 50 m, el periodo fundamental es de 0,3 a 0,6 s, la velocidad promedio de las ondas de cizalla (Vs) es de 300 a 750 m/s y los efectos de sitio son topográficos y de amplificación. Esta zona se desarrolla sobre coluvios de remoción y la terraza alta.

El sub-tramo 1 (entre las abscisas K17+500 y K18+000) y el sub-tramo 2 (entre las abscisas K18+000 y K19+750) del Tramo 2, se localizan sobre la zona de respuesta sísmica Aluvial 100, donde el espesor del depósito cuaternario está comprendido entre los 50 y 100 m, la humedad promedio es del 25 al 50%, el periodo fundamental del depósito es de 0,8 a 1,2 s, la velocidad promedio de las ondas de cizalla (Vs) es de 175 a 300 m/s y se pueden producir los efectos de sitio de amplificación y licuación. Esta zona se desarrolla sobre la terraza alta.

El sub-tramo 2 del Tramo 2, entre las abscisas K19+750 y K20+308, se localiza sobre la zona de respuesta sísmica Lacustre 200, donde el depósito cuaternario cuenta con un espesor de 100 a 200 m, humedad promedio mayor del 80%, periodo fundamental de 2,5 a 3,5 s, velocidad promedio de las ondas de cizalla (Vs) menor de 175 m/s. Esta zona se desarrolla sobre la terraza alta de la Sabana.

El trazado de la PLMB atraviesa básicamente seis zonas sísmicas: Aluvial 300, Aluvial 200, Aluvial 100, Aluvial 50, Piedemonte B y Lacustre 200 (Figura 5.2.1-13). El tramo 1 atraviesa las zonas de respuesta sísmica Aluvial 300, Aluvial 200, Aluvial 100, Aluvial 50 y Piedemonte B, en tanto que el Tramo 2 atraviesa las zonas de respuesta sísmica Piedemonte B, Aluvial 50 y Lacustre 200..

El Patio-Taller y la parte final del Ramal Técnico, en el sub-tramo 1 del Tramo 1, se localizan sobre la zona de respuesta sísmica Aluvial 300, donde el espesor del depósito cuaternario está comprendido entre los 200 y 300 m, la humedad promedio es del 25 al 50%, el periodo fundamental del depósito es de 2,5 a 4,0 s, la velocidad promedio de las ondas de cizalla (Vs) a 50 m de profundidad es de 175 a 300 m/s y se pueden producir los efectos de sitio de amplificación y licuación. Esta zona se desarrolla sobre la llanura de inundación del río Bogotá.

Los sub-tramos 1, 2 y 3 del Tramo 1, desde inmediaciones del predio del Patio-Taller hasta la abscisa K9+300, se localizan sobre la zona de respuesta sísmica Aluvial 200, donde el espesor del depósito cuaternario está comprendido entre los 100 y 200 m, la humedad promedio es del 25 al 50%, el periodo fundamental del depósito es de 1,2 a 2,5 s, la velocidad promedio de las ondas de cizalla (Vs) es de 175 a 300 m/s y se pueden producir los efectos de sitio de amplificación y licuación. Esta zona se desarrolla sobre la llanura de inundación del río Bogotá y la terraza alta.

Los sub-tramos 3 y 4 del Tramo 1, entre las abscisas K9+300 y K11+000, se localizan sobre la zona de respuesta sísmica Aluvial 100, donde el espesor del depósito cuaternario está comprendido entre los 50 y 100 m, la humedad promedio es del 25 al 50%, el periodo fundamental del depósito es de 0,8 a 1,2 s, la velocidad promedio de las ondas de cizalla (Vs) es de 175 a 300 m/s y se pueden producir los efectos de sitio de amplificación y licuación. Esta zona se desarrolla sobre la terraza alta.

El sub-tramo 4 del Tramo 1, entre las abscisas K11+000 y K12+300, se localiza sobre la zona de respuesta sísmica Aluvial 50, donde el espesor del depósito cuaternario es menor de 50 m, la humedad promedio es del 25 al 50%, el periodo fundamental del depósito es de 0,4 a 0,8 s, la velocidad promedio de las ondas de cizalla (Vs) es de 175 a 300 m/s y se pueden producir los efectos de sitio de amplificación y licuación. Esta zona se desarrolla sobre la terraza alta.

El sub-tramo 4 del Tramo 1, entre las abscisas K12+300 y K14+700, se localiza sobre la zona de respuesta sísmica Piedemonte B, donde el espesor del depósito cuaternario es menor de 50 m, el periodo fundamental es de 0,3 a 0,6 s, la velocidad promedio de las ondas de cizalla (Vs) es de 300 a 750 m/s y los efectos de sitio son topográficos y de amplificación. Esta zona se desarrolla sobre coluvios de remoción y la terraza alta.

El sub-tramo 1 del Tramo 2, entre las abscisas K14+700 y K17+500, se localiza sobre la zona de respuesta sísmica Piedemonte B, donde el espesor del depósito cuaternario es menor de 50 m, el periodo fundamental es de 0,3 a 0,6 s, la velocidad promedio de las ondas de cizalla (Vs) es de 300 a 750 m/s y los efectos de sitio son topográficos y de amplificación. Esta zona se desarrolla sobre coluvios de remoción y la terraza alta.

El sub-tramo 1 (entre las abscisas K17+500 y K18+000) y el sub-tramo 2 (entre las abscisas K18+000 y K19+750) del Tramo 2, se localizan sobre la zona de respuesta sísmica Aluvial 100, donde el espesor del depósito cuaternario está comprendido entre los 50 y 100 m, la humedad promedio es del 25 al 50%, el periodo fundamental del depósito es de 0,8 a 1,2 s, la velocidad promedio de las ondas de cizalla (Vs) es de 175 a 300 m/s y se pueden producir los efectos de sitio de amplificación y licuación. Esta zona se desarrolla sobre la terraza alta.

El sub-tramo 2 del Tramo 2, entre las abscisas K19+750 y K20+308, se localiza sobre la zona de respuesta sísmica Lacustre 200, donde el depósito cuaternario cuenta con un espesor de 100 a 200 m, humedad promedio mayor del 80%, periodo fundamental de 2,5 a 3,5 s, velocidad promedio de las ondas de cizalla (Vs) menor de 175 m/s. Esta zona se desarrolla sobre la terraza alta de la

Sabana.Las consideraciones técnicas de las estructuras del proyecto PLMB están contenidas en detalle en los estudios de Ingeniería de diseño del proyecto.

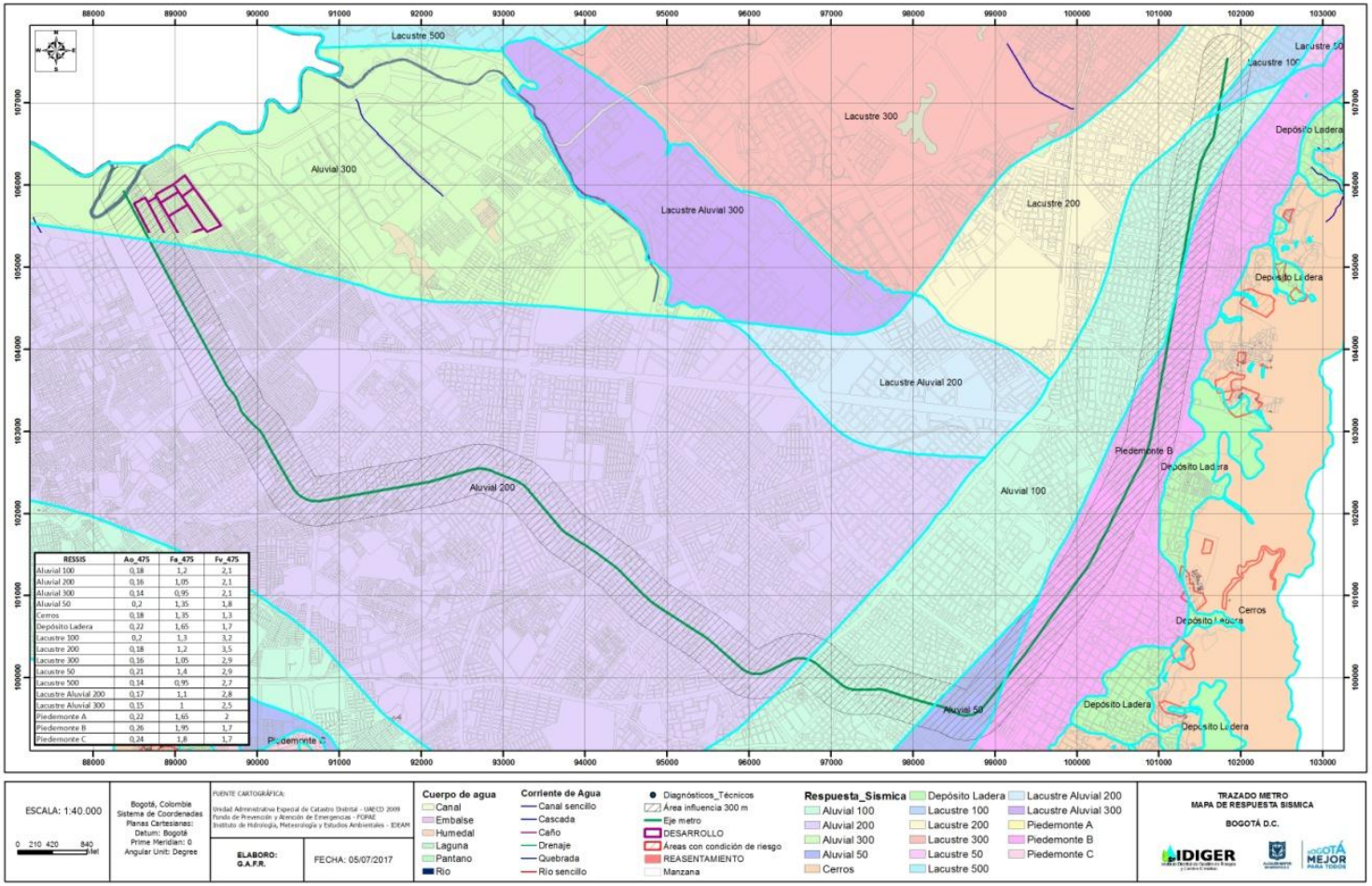


Figura 5.2.1-13 Zonas de respuesta sísmica que atraviesa el corredor de la PLMB

5.2.1.9 Caracterización geotécnica

Con base en parámetros geotécnicos de diseño, establecidos a partir de los resultados de las investigaciones geotécnicas, información geotécnica secundaria del corredor, correlaciones y parámetros geotécnicos típicos recomendados en la bibliografía de referencia para los tipos de material que se encuentran en la zona del proyecto, se realizó la caracterización geotécnica del corredor del Proyecto de la PLMB.

5.2.1.9.1 Metodología

Para la caracterización del corredor de la PLMB, se determinó el comportamiento de los diferentes estratos de suelos (cohesivos y granulares) considerando que todos los suelos que presenten finos en una proporción mayor al 12% e índice de plasticidad mayor al 7%, son considerados suelos cohesivos.

A partir de información primaria y secundaria, de mediciones directas o indirectas de nueve ensayos diferentes, se obtuvieron valores de la resistencia al corte no drenado $S_{u.}$ Los ensayos en consideración son:

- Resistencia a la compresión Inconfinada (C.I.)
- Resultados de Veletas de campo corregidos (VST-Campo)
- Resultados de Veletas de laboratorio realizados con veletas de bolsillo (VST-Lab)
- Resultados correlacionados a partir de medidas del DMT, basado en la modificación de la correlación de Marchetti (1980).
- Resultados a partir de correlaciones del ensayo CPTu, basado en la correlación de Robertson (2006), tomando un N_{kt}=14.
- Resultados correlacionados a partir del DMT, según correlación de Frank, R.
- Correlación a partir del esfuerzo de sobre-consolidación ($Su = 0.22\sigma_p'$).
- Correlaciones a partir del valor de SPT e Índice de plasticidad del Suelo, a partir de correlación de Schmertmann (1975).

Dadas las características predominantemente cohesivas de los materiales presentes a lo largo del corredor, se dio especial énfasis a la determinación de los parámetros de resistencia no drenada con el fin de emplearlos en el diseño de las cimentaciones profundas previstas en el proyecto. Adicionalmente, con el propósito de establecer parámetros geotécnicos representativos de aquellos estratos con un volumen significativo de información, se realizó un análisis estadístico de los datos recopilados a través de los 9 ensayos previamente mencionados.

En los análisis estadísticos se tuvo en cuenta la tendencia central de los datos, su variabilidad y valores extremos. Como medida de tendencia central se empleó la mediana teniendo en cuenta que los parámetros geotécnicos tienden a presentar sesgos en su distribución y que la mediana tiene una mayor sensibilidad a esta condición en comparación con la media; adicionalmente, es un parámetro que se afecta en menor medida por los valores extremos. Por su parte, la variabilidad se analizará a partir del rango entre cuartiles, el cual permite medir la variabilidad de la mitad central de los datos y tiene igualmente, una menor afectación por datos extremos. Por último, se revisó el valor del percentil 33 de cada uno de los ensayos analizados.

El objetivo del análisis estadístico es el de obtener a partir de la distribución y calidad de los datos de cada uno de los ensayos, una ponderación para evaluar el valor de resistencia al corte de cada estrato. Los tres criterios utilizados en este análisis son:

- **Mediana (Tendencia central):** El peso relativo de cada medición es definido a partir de la distancia entre el promedio de las medianas de los ensayos disponibles y la mediana individual de cada ensayo. De esta manera, el factor de peso de cada medición es mayor en la medida en que su mediana se acerque al promedio de las medianas.
- **Intercualtil (Variabilidad):** El peso relativo de cada medición es definido a partir de la relación entre el rango entre cuartiles de cada ensayo y la suma de los rangos entre cuartiles de los ensayos disponibles. De esta manera, el factor de peso de cada medición es mayor en la medida en que el rango entre cuartiles sea menor.
- **Percentil 33 (Valores extremos):** Se incluirá el percentil 33 como valor extremo de las mediciones. En este caso, tendrá mayor peso el percentil que más se acerque al promedio de los percentiles individuales de los ensayos disponibles.

Por último, el parámetro de resistencia al corte no drenado de cada estrato, corresponde el valor promedio de los datos obtenidos a partir de la ponderación de los ensayos basada en los tres criterios previamente explicados.

Los estratos de comportamiento granular se caracterizaron a partir del ángulo de fricción, obtenido a partir de los siguientes ensayos:

- Pruebas de corte directo.
- Pruebas triaxiales.
- Correlaciones a partir de los datos de SPT, en la cual el percentil 40 corresponde a las correlaciones *Japanaise Railway Standards* (1982), Meyerhof (1965), Peck et. alt. (1974), Schmertmann (1975) y Hatanaka & Uchida (1996).

El valor de diseño se tomó a partir de los promedios de los tres ensayos descritos, priorizando los datos tomados de ensayos de laboratorio.

Como parámetros de deformación se determinaron los módulos de elasticidad de los estratos de suelo (granulares y cohesivos) y el valor de ε_{50} de cada uno de los estratos estudiados. Para la determinación del módulo de elasticidad de los diferentes materiales se tuvo en cuenta los ensayos directos e indirectos, correspondientes a.

- Módulo secante medido de ensayos de compresión inconfinada.
- Correlaciones a partir de datos de CPTu, suponiendo $\nu = 0.33$.
- Correlaciones a partir del módulo presiométrico, suponiendo $\nu = 0.33$ y $E_s = 2E_p$
- Correlaciones a partir de datos medidos con el DMT, suponiendo $\nu = 0.33$.
- Correlaciones en el caso de suelos con comportamiento cohesivo, a partir de valores de S_u y índice de plasticidad, y en el caso de suelos cohesivos a partir del valor de N_{60} utilizando el promedio de las correlaciones de Bowles (1968) y Schmertmann (1970).

Los valores de diseño se obtuvieron a partir de los valores promedios de los 5 ensayos previamente mencionados.

Los parámetros de ε_{50} se calcularon a partir de los datos obtenidos en los ensayos de compresión inconfinada, siendo el valor de $\varepsilon_{50,}$ el valor de la deformación unitaria (%) obtenida al 50% de la resistencia máxima del ensayo (q_u). Para cada estrato se promediaron los diferentes valores de ε_{50} obtenidos. En los estratos que no se tuvieron valores, se utilizaron valores típicos dados por la literatura según el tipo de suelo.

Los parámetros de consolidación fueron determinados a través de los ensayos de consolidación. En los casos de estratos en los que no se contó con ensayos, se evaluaron los coeficientes de consolidación (C_c) a partir del promedio de los coeficientes de las correlaciones propuestas por Terzahi and Peck (1967), Koppula (1981), Nagaraj and Srinivasa Murthy (1985), Nakase et al. (1988) y Koppula (1985). El coeficiente (C_s) en los casos en los que no se contó con ensayos de laboratorio, se evaluó a partir del promedio de la las correlaciones propuestas por Nagaraj and Srinivasa Murthy (1985) y Nakase et al. (1988).

Para caracterizar las rocas blandas encontradas en el corredor en el tramo de la Avenida Caracas, se realizaron ensayos de compresión simple, ensayos de *slake durability test* para determinar la resistencia cualitativa a la alteración de la roca. Adicionalmente, se realizó muestreo continuo con barrenas saca-núcleos con sistema *wire-line* triple tubo, tipo HQ3, para tener una idea del estado de la roca in-situ y determinar el índice RQD.

Para calcular los módulos de las rocas se calcularon valores a partir de ensayos de compresión simple y se utilizaron datos de correlaciones y parámetros típicos de acuerdo al material encontrado.

5.2.1.9.2 Zonas homogéneas

Con base en la descripción y clasificación geológica y geotécnica de los suelos presentes en el corredor, el tipo de estructura geotécnica, la propiedad índice, la resistencia con sus correspondientes variaciones en profundidad y la presencia de roca en el subsuelo, con sus características y profundidad a la que se encuentra, se definieron veintitrés (23) zonas homogéneas. En la Tabla 5.2.1-5 se indica la ubicación de estas zonas, incluyendo las perforaciones y piezóconos ubicados en cada una de ellas.

Tabla 5.2.1-5 Zonas homogéneas del trazado del metro

Zona Homogénea	Inicio	Final	Microzonificación Sísmica	Perforaciones	CPTu
Ramal Técnico – 1			Aluvial 200	SRT-26,SRT-27,SRT-28,SRT-29,SRT-30,SRT-31,SRT-32,SRT-33,SRT-34,SRT-35,SRT-36,SRT-37,SRT-38,SRT-39	
Ramal Técnico – 2		Avenida Villavicencio - Carrera 90	Aluvial 200	SRT-40,SRT-41,SRT-42,SRT-43,SRT-44,SRT-45,SRT-46	
1,1	Avenida Villavicencio - Carrera 90	Avenida Villavicencio - Avenida Ciudad de Cali	Aluvial 200	SL1-01,SL1-02,SL1-03,SL1-04,SL1-05;SL1-06;SL1-07,SL1-08,SL1-09,SL1-10,SL1-11,SE1-01,SE-02,SE1-03,SE1-04	PZSL1-3,PZL1-7,PZSE1-1,PZSE1-2A,PZSE1-2,PZL1-8
1,2	Avenida Villavicencio - Avenida Ciudad de Cali	Avenida Villavicencio - Carrera 80d	Aluvial 200	SL1-12,SL1-13,SL1-14,SL1-15,SL1-16,SL1-17,SL1-18,SE1-05,SE1-06,SE1-07,SE1-08	PZL1-10,PZSL1-5,PZSE1-4,PZL1-11,PZL1-12

Zona Homogénea	Inicio	Final	Microzonificación Sísmica	Perforaciones	CPTu
1,3	Avenida Villavicencio - Carrera 80d	Avenida Villavicencio - Transversal 78h	Aluvial 200	SL1-20,SL1-21,SL1-22,SL1-23,SL1-24,SE1-09,SE1-10,SE1-11,SE1-12,PT-VIBLA-01	PZL1-14,PZL1-15,PZL1-16,PZL1-17,PZSL1-6,PZSL1-7,PZSE1-5,PZSE1-6
1,4	Avenida Villavicencio - Transversal 78h	Avenida Primera de Mayo - Calle 4 Sur	Aluvial 200	SL1-25,SL1-26,SL1-27,SL1-28	PZL1-18,PZSL1-8
1,5	Avenida Primera de Mayo - Calle 4 Sur	Avenida Primera de Mayo - Carrera 73	Aluvial 200	SL1-29,SL1-30,SL1-31,SL1-32,SL1-33,SL1-34,SL1-35,SL1-36,SL1-37,SL1-38,SL1-39,SL1-40,SE1-13,SE1-14,SE1-15,SE1-16,SE1-17,SE1-18,SE1-19,SE1-20	PZSL1-10,PZSL1-11,PZSL1-12,PZSL1-13,PZL1-19,PZL1-20,PZL1-21,PZL1-22,PZL1-23,PZL1-24,PZL1-25,PZL1-26
1,6	Avenida Primera de Mayo - Carrera 73	Avenida Primera de Mayo - Carrera 68h	Aluvial 200	SL1-41,SL1-42,SL1-43,SL1-44,SL1-45,SL1-46,SL1-47,SL1-48,SL1-49,SL1-50,SL1-51,SL1-52,SL1-53,SE1-21,SE1-22,SE1-23,SE1-24,SE1-25,SE1-26,SE1-27,SE1-28	PZL1-27,PZL1-28,PZL1-29,PZL1-30,PZL1-30,PZL1-31,PZL1-32,PZL1-33,PZL1-34,PZL1-35,PZSL1-14,PZSL1-15,PZSL1-16,PZSL1-17,PZSL1-18,PZSE1-11,PZSE1-12,PZSE1-13,PZSE1-14
2,1	Avenida Primera de Mayo - Carrera 68h	Avenida Primera de Mayo - Carrera 51a	Aluvial 200	SL2-01,SL2-02,SL2-03,SL2-04,SL2-05,SL2-06,SL2-07,SL2-08,SL2-09,SL2-10,SL2-11,SL2-12,SE2-01,SE2-02,SE2-03,SE2-04,PT-AV68-01,PT-AV68-02	PZL2-1,PZL2-2,PZL2-3,PZL2-4,PZL2-4,PZL2-5,PZL2-3,PZL2-7,PZL2-8,PZSL2-1,PZSL2-1,PZL2-5,PZSL2-2,PZL2-6,PZSL2-3,PZSL2-4,PZL2-7,PZSE2-1,PZSE2-2,CPT-AV68-01
2,2	Avenida Primera de Mayo - Carrera 51a	Avenida Primera de Mayo - Carrera 41bis	Aluvial 200	SL2-13,SE2-05,SE2-06,SE2-07,SE2-08,PT-ROS-01	PZL2-09,PZL2-10,PZSE2-03,PZSE2-04
2,3	Avenida Primera de Mayo - Carrera 41bis	Avenida Primero de Mayo - NQS	Aluvial 200	SL2-14,SL2-15,SL2-16,SL2-17,SL2-18,SL2-19,SL2-20,SL2-21,SL2-22,SL2-23,SL2-24	PZL2-11,PZL2-12,PZL2-13,PZL2-14,PZL2-15,PZL2-16,PZL2-17,PZSL2-05,PZSL2-

Zona Homogénea	Inicio	Final	Microzonificación Sísmica	Perforaciones	CPTu
					06,PZSL2-07
2,4	Avenida Primero de Mayo - NQS	Calle 8 Sur - Carrera 28	Aluvial 200 - Aluvial 100	SL2-27,SL2-28,SL2-29,SL2-30,SL2-31,SL2-32,SL2-33,SE2-09,SE2-10,SE2-11,SE2-12,PT-NQS-01	PZL2-18,PZL2-19,PZL2-20,PZL2-21,PZL2-22,PZL2-23,PZSL2-08,PZSL2-09,PZSE2-05,PZSE2-06
2,5	Calle 8 Sur - Carrera 28	Av. Caracas - Calle 1	Aluvial 100 - Aluvial 50	SL2-34,SL2-35,SL2-36,SL2-37,SL2-38,SL2-39,SL2-40,SL2-41,SL2-42,SL2-43,SL2-44,SL2-45,SL2-46,SE2-13,SE2-14,SE2-15,SE2-16,SE2-17,SE2-18,SE2-19,SE2-20,PT-SAN-01	PZL2-24,PZL2-26,PZL2-27,PZL2-28,PZL2-29,PZL2-30,PZL2-31,PZSL2-10,PZSL2-11,PZSL2-12,PZSL2-14,PZSE2-7,PZSE2-8
3,1	Av. Caracas - Calle 1	Av. Caracas - Calle 9	Aluvial 50 - Piedemonte B	SL2-47,SL2-48,SL2-49,SL2-50,SL2-51,SE2-21,SE2-22,SE2-23,SE2-24,PT-HOS-01,PT-HOS-02,PT-PLMB-VDT-01	PZL2-33,PZL2-34,PZL2-35,PZL2-28,PZL2-29,PZL2-30,PZL2-31,PZSL2-10,PZSL2-11,PZSL2-12,PZSL2-14,PZSE2-7,PZSE2-8
3,2,1	Av. Caracas - Calle 9	Av. Caracas - Calle 13	Piedemonte B	PT-CLL10-01,PT-CLL10-03	CPT-CLL10-02
3,2,2	Av. Caracas - Calle 13	Av. Caracas - Calle 31	Piedemonte B	PT-PLMB-VDT-02,PT-PLMB-VDT-03,PT-PLMB-VDT-04,PT-CLL26-01,PT-CLL26-03	CPT-PLMB-VDT-02,CPT-PLMB-VDT-03,CPT-PLMB-VDT-05,CPT-PLMB-VDT-06
3,2,3	Av. Caracas - Calle 31	Av. Caracas - Calle 39	Piedemonte B	PT-PLMB-VDT-05,PT-PLMB-VDT-06	CPT-PLMB-VDT-07,CPT-PLMB-VDT-08
3,3	Av. Caracas - Calle 39	Av. Caracas - Calle 51	Piedemonte B	PT-PLMB-VDT-07,PT-PLMB-VDT-08,PT-CLL45-01,PT-CLL45-03	CPT-PLMB-VDT-09,CPT-PLMB-VDT-10,CPT-CLL45-02
3,4,1	Av. Caracas - Calle 51	Av. Caracas - Calle 53	Aluvial 100	PT-PLMB-VDT-09	
3,4,2	Av. Caracas - Calle 53	Av. Caracas - Calle 60	Aluvial 100	PT-PLMB-VDT-10	CPT-PLMB-VDT-11,CPT-PLMB-VDT-04
3,4,3	Av. Caracas - Calle 60	Av. Caracas - Calle 64	Aluvial 100	PT-CLL63-01,PT-CLL63-03	CPT-CLL63-02

Zona Homogénea	Inicio	Final	Microzonificación Sísmica	Perforaciones	CPTu
3,4,4	Av. Caracas - Calle 64	Av. Caracas - Calle 71	Aluvial 100	PT-PLMB-VDT-11,PT-PLMB-VDT-12	CPT-PLMB-VDT-12
3,5	Av. Caracas - Calle 71	Av. Caracas - Calle 77	Lacustre 200	PT-CLL72-01,PT-CLL72-03,PT-PLMB-VDT-13	CPT-CLL72-02,CPT-PLMB-VDT-13

- Ramal Técnico 1

El Ramal Técnico 1 se ubica entre el lote del Patio-Taller y la Avenida Villavicencio con Carrera 97b, en la zona Aluvial 200, de acuerdo a la microzonificación sísmica de Bogotá (Decreto 523 del 2010).

El perfil estratigráfico definido a partir de las perforaciones se caracteriza por presentar niveles esencialmente cohesivos. En los primeros 18 m (U1) se encuentran intercalaciones de arcilla y arena limosa. En profundidad se evidencia la continuidad del perfil cohesivo de consistencia blanda a medio firme, humedades muy altas con valores entre 140 y 160%, índices de plasticidad mayores a 100% y N_{60} de 5 golpes a 50 m de profundidad. En la Tabla 5.2.1-6 se presenta la estratigrafía de este tramo.

Tabla 5.2.1-6. Estratigrafía del Ramal Técnico 1.

Estrato	Prof. (m)		Descripción
U1	0	18	(Qsa) Arcilla y arena limosa con lentes de limo, humedad media, plasticidad alta, consistencia medio firme.
U2	18	32	(Qsa) Arcillas y limos, humedad muy alta, plasticidad muy alta, consistencia blanda.
U3	32	75	(Qsa) Arcillas y limos, humedad alta, plasticidad muy alta consistencia medio firme.

En la Tabla 5.2.1-7 se relacionan los valores de Su en kilo Pascales (kPa) obtenidos para cada uno de los niveles estratigráficos definidos para el Ramal Técnico 1.

Tabla 5.2.1-7 Valores de Su obtenidos por los 3 casos de análisis estadísticos estudiados.

Estrato	Prof. (m)		Su (kPa)		
	de	a	Mediana	Intercuartil	Percentil 33
U1	0	18	40.29	25.68	38.23
U2	18	32	12.11	6.21	10.26
U4	32	75	14.69	10.96	13.44

- Ramal Técnico 2

El Ramal Técnico se dividió en dos (2) tramos debido a los cambios en los parámetros de resistencia encontrados en las perforaciones, a medida que estas se ubicaban a distancias mayores de la zona de influencia del río Bogotá. El Ramal Técnico 2 se encuentra ubicado sobre el corredor de la Avenida Villavicencio, entre las Carreras 97b y 90, sobre la zona Aluvial 200, de acuerdo a la microzonificación sísmica de Bogotá. Este tramo presenta un perfil estratigráfico principalmente cohesivo, consistente en limos con intercalaciones de arena limosa en los primeros 20.0m (Tabla 5.2.1-8).

Entre 20 y 31 m de profundidad, se encuentra un nivel de arcilla blanda con valores de N_{60} menores a 10 golpes, de humedad y plasticidad muy alta, seguido por un estrato de arcillas más competente, con N_{60} promedio del orden de 20 golpes, mayor que en el nivel anterior, con humedades y plasticidades menores.

Tabla 5.2.1-8 Estratigrafía del Ramal Técnico 2.

Estrato	Prof. (m)		Descripción
U1	0	16	(Qsa) Limo con lentes de arcilla y arena limosa, humedad media, plasticidad alta, consistencia medio firme.
U2	16	31	(Qsa) Limo con lentes de arcilla, humedad muy alta, plasticidad muy alta, consistencia blanda.
U3	31	75	(Qsa) Limos y arcillas con lentes de arenas limosas, humedad baja, plasticidad alta, consistencia medio firme.

Con base en el análisis estadístico de los valores de compresión inconfinada, veleta de campo, penetrómetro de bolsillo, correlaciones a partir de los valores de esfuerzo de pre-consolidación y correlaciones a partir de SPT, se obtuvieron los valores de S_u para cada uno de los niveles estratigráficos del Ramal Técnico 2 l (Tabla 5.2.1-9)

Tabla 5.2.1-9 Valores de Su obtenidos por los 3 niveles estratigráficos del Ramal 2

Estrato	Prof. (m)		Su (kPa)		
	de	a	Mediana	Intercuartil	Percentil 33
U1	0	16	28,34	27,17	27,37
U2	16	31	19,48	18,89	19,35
U4	31	75	64,60	63,02	59,50

Teniendo en cuenta los valores de los parámetros de diseño de resistencia, deformación y consolidación que se presentan en la Tabla 5.2.1-10, utilizados para el diseño de la cimentación del Ramal Técnico 2 del proyecto, se determinó un perfil de suelo tipo E, según la clasificación de los perfiles de suelo de la NSR-10.

Tabla 5.2.1-10 Resumen de parámetros de diseño de Ramal Técnico 2

Estrato	Prof (m)	N_{60}	Su (kPa)	ϕ (°)	Es (MPa)	C_c	C_c	e_0
U1	0,00 - 16,00	7	27		8,5	2,61	0,20	2,85
U2	16,00 - 31,00	3	19		5,8	1,29	0,15	2,59
U3	31,00 - 75,00	17	49		19,4	1,23	0,15	2,01

- Tramo 1.1

El Tramo 1.1 se encuentra ubicado sobre la Avenida Villavicencio entre las Carrera 90 y la Avenida Ciudad de Cali: De acuerdo a la microzonificación sísmica de la ciudad de Bogotá, el tramo se encuentra en la zona Aluvial 200. La estratigrafía del tramo se caracteriza por presentar un comportamiento principalmente cohesivo con lentes de arena a diferente profundidad. Las características geotécnicas de este tramo son:

- En los primeros 9 m se presenta un nivel arcilloso con lentes de arena, humedad promedio de 30%, índice de plasticidad promedio de 22%, valor de N_{60} promedio de 8 golpes, con lentes limo-arenosos no plásticos.
- De 9 a 32 m se presenta un nivel limo arcilloso de mayor humedad, comprendida entre 100 y 140%, índice de plasticidad promedio de 54%, alcanzado valores de hasta 110%, además de valores de N_{60} promedio de 11 golpes.
- Entre 32 y 43 m se destaca la presencia de un nivel granular, evidenciado por el aumento en los valores de N_{60}, que alcanza un valor promedio de 28 golpes, disminución de la humedad natural con un valor promedio de 20% y un índice de plasticidad promedio de 10, con presencia de varios estratos no plásticos.
- Entre los 43 y 70 m, se presenta arcilla arenosa que muestra un valor promedio N_{60} de 23 golpes, humedades entre 25 y 40% e índices de plasticidad entre 20 a 30%.

En la Tabla 5.2.1-11 se resumen la estratigrafía del Tramo 1.1:

Tabla 5.2.1-11 Estratigrafía del Tramo 1.1

Estrato	Prof. (m)		Descripción
U1	0	9	(Qsa) Arcillas y limos con tonalidad marrón, gris y habano, lentes de arenas limosas, humedad baja, plasticidad media a alta, consistencia medio firme.
U2	9	32	(Qsa) Limo con tonalidades marrón y gris, lentes de arcilla y arena limo-arcillosa, humedad media, plasticidad alta, consistencia medio firme.
U3	32	43	(Qsa) Arena limosa con tonalidades marrón y gris, lentes de arcilla, humedad baja, plasticidad baja a no plástica, medio suelta
U4	43	70	(Qsa) Arcilla con tonalidades marrón a marrón oscuro, lentes de arenas limosas, humedad baja, plasticidad media, consistencia firme.

Los parámetros de resistencia de diseño de los niveles cohesivos, U1, U2 y U4 del tramo, se evaluaron mediante análisis estadístico de los valores de compresión inconfinada, veleta de campo, correlaciones a partir del valor de esfuerzo de pre-consolidación, CPTu y correlaciones a partir de SPT, obteniéndose los valores presentados en la Tabla 5.2.1-12.

Tabla 5.2.1-12 Valores de Su obtenidos por los 3 casos de análisis estadísticos estudiados.

Estrato	Prof. (m)		Su (kPa)		
	de	a	Mediana	Intercuartil	Percentil 33
U1	0	9	50,2	31,0	59,7
U2	9	32	45,5	35,7	47,8
U4	43	70	75,2	48,2	74,7

En Tabla 5.2.1-13 se presentan los parámetros de diseño de resistencia, deformación y consolidación utilizados para el diseño de la cimentación de viaducto en el Tramo 1.1, a partir de la cual se determinó que el perfil es tipo E de acuerdo a la clasificación de perfiles de suelos propuesta por la NSR-10. Para aquellos estratos caracterizados como suelos granulares no se reporta resistencia no drenada (Su).

Tabla 5.2.1-13 Resumen de parámetros de diseño de Tramo 1.1

Estrato	Prof (m)	N_{60}	Su (kPa)	ϕ (°)	Es (MPa)	C_c	C_c	e_0
U1	0,00 - 9,00	8	47		18,3	0,32	0,03	0,93
U2	9,00 - 32,00	11	43		18,5	0,82	0,09	1,50
U3	32,00 - 43,00	20		32	15,7			
U4	43,00 - 70,00	23	66		14,9	0,39	0,04	1,49

- Tramo 1.2

El Tramo 1.2 se encuentra ubicado sobre el corredor de la Avenida Villavicencio entre la Avenida Ciudad de Cali y la Carrera 80d, sobre la zona Aluvial 200, de acuerdo a la microzonificación sísmica de Bogotá, presentando un perfil de comportamiento cohesivo (Tabla 5.2.1-14). En la totalidad de los estratos considerados se presentan lentes de arena limosa de plasticidad baja a no plástica, con espesores menores a 2m.

La estratigrafía cohesiva del Tramo 2.1 muestra un aumento de resistencia en profundidad, evidenciado en los valores de N_{60}, desde 6 golpes en promedio en los primeros 6 m, hasta 25 golpes en promedio a 50 m de profundidad. Los estratos U3 y U4 tienen presencia de materia orgánica, evidenciada en el aumento de los valores de humedad natural y plasticidad en dichos estratos.

Tabla 5.2.1-14 Estratigrafía del Tramo 1.2

Estrato	Prof. (m)		Descripción
U1	0	3	(Qsa) Arcilla gris a marrón oscuro de media a alta plasticidad con trazas de arena media, con presencia de materia orgánica, consistencia medio firme.
U2	3	15	(Qsa) Arcillas y arenas limosas con tonalidades marrón, humedad baja, plasticidad media, consistencia firme.
U3	15	25	(Qsa) Arcillas y limos con tonalidades marrón a gris, lentes de arenas limo-arcillosas, presencia de materia orgánica, humedad media a alta, plasticidad alta, consistencia firme.
U4	25	35	(Qsa) Arcillas con tonalidades marrón, lentes de limo y arena limosa, humedad media a alta, plasticidad alta, consistencia firme.
U5	35	70	(Qsa) Arcillas con tonalidades marrón a marrón oscura y arcillas limosas con lentes de arenas limosas, humedad baja, plasticidad media, consistencia firme.

Para determinar el parámetro de diseño S_u, se realizó un análisis estadístico en cada uno de los estratos definidos, a partir de los resultados de ensayos de compresión inconfinada, VST de campo, correlación a partir del valor de esfuerzo de pre-consolidación, penetrómetro de bolsillo, correlaciones de SPT y valores de CPTu. En la Tabla 5.2.1-15 se presentan los valores obtenidos en los diferentes análisis estadísticos realizados, siendo el valor de diseño el valor promedio dichos datos.

Tabla 5.2.1-15 Resultados del análisis estadístico para el tramo 1.2

Estrato	Prof. (m)		Su (kPa)		
	de	A	Mediana	Intercuartil	Percentil 33
U1	0	3	44,0	44,0	44,0
U2	3	15	64,0	64,0	64,0
U3	15	25	75,3	45,5	74,3
U4	25	35	63,7	36,2	65,1
U5	35	70	99,4	66,7	92,0

En la tabla de Tabla 5.2.1-16 se presentan los parámetros de diseño de resistencia, deformación y consolidación utilizados para el diseño de la cimentación de viaducto en el Tramo 1.2, a partir de la cual se determinó que el perfil es tipo D, de acuerdo a la clasificación de perfiles de suelos propuesta por la NSR-10.

Tabla 5.2.1-16 Resumen de parámetros de diseño de Tramo 1.2

Estrato	Prof (m)	N_{60}	Su (kPa)	Es (MPa)	C_c	C_c	e_0
U1	0,00 - 3,00	6	44	6,1	0,32	0,03	0,95
U2	3,00 - 15,00	11	64	24,1	0,32	0,03	0,95
U3	15,00 - 25,00	14	65	18,7	0,63	0,06	1,53
U4	25,00 - 35,00	18	55	18,8	0,56	0,06	1,29
U5	35,00 - 70,00	25	86	32,0	0,32	0,03	0,95

- Tramo 1.3

El Tramo 1.3 se encuentra ubicado sobre el corredor de la Avenida Villavicencio, entre la Carrera 80d y la Carrera 78h, en la zona Aluvial 200, de acuerdo a la microzonificación sísmica de Bogotá, presentando un perfil de comportamiento principalmente cohesivo, de suelos arcillosos en los 75m de exploración. Debido a que el perfil corresponde a un depósito aluvial, todos los estratos definidos cuentan con la presencia de lentes de arenas de plasticidad muy baja o no plástica. Las características de los estratos definidos para el Tramo 1.3 son:

- El estrato U1 corresponde a un nivel arcilloso con plasticidad promedio de 23% e índice de plasticidad promedio de 15%.
- El estrato U2 presentan menor cantidad de lentes de arena, por lo cual muestra una humedad mayor, valor promedio de 51%, presentando estratos con contenido de materia orgánica y humedades cercanas al 100%.
- Los estratos U3, U4 y U5 presentan humedades similares von valores promedio de 20% e índices de plasticidad de 22%, 35 y 48%, respectivamente.

En la Tabla 5.2.1-17 se presentan la estratigrafía del Tramo 1.3.

Tabla 5.2.1-17 Estratigrafía del Tramo 1.3

Estrato	Prof. (m)		Descripción
U1	0	10	(Qsa) Arcillas con tonalidades café a café rojiza, lentes de arenas, humedad baja, plasticidad baja, consistencia firme.
U2	10	15	(Qsa) Arcillas con tonalidades café, lentes de limo, humedad media, plasticidad muy alta, consistencia firme.
U3	15	30	(Qsa) Arcillas con tonalidades café a gris, lentes de limo y arena limosa, humedad baja, plasticidad media, consistencia muy firme.
U4	30	40	(Qsa) Arcillas con tonalidades café a gris, lentes de limo y arena limosa, humedad baja, plasticidad media, consistencia firme.
U5	40	70	(Qsa) Arcillas y limos con ton tonalidad amarilla a gris, lentes de arenas limosas, humedad baja, plasticidad alta, consistencia firme.

Para determinar el parámetro de diseño S_u, se realizó un análisis estadístico en cada uno de los estratos a partir de los resultados de ensayos de compresión inconfinada, VST de campo, Veleta de Laboratorio, correlación a partir del valor de esfuerzo de pre-consolidación, correlaciones de SPT y valores de CPTu, En la Tabla 5.2.1-18 se presentan los valores obtenidos en los diferentes análisis estadísticos realizados, siendo el valor de diseño el valor promedio dichos datos.

Tabla 5.2.1-18 Valores de S_u obtenidos del análisis estadístico.

Estrato	Prof. (m)		S_u (kPa)		
	de	a	Mediana	Intercuartil	Percentil 33
U1	0	3	49,3	69,5	61,2
U2	3	15	68,1	67,4	68,5
U3	15	25	108,7	91,7	111,6
U4	25	35	100,1	76,8	99,1
U5	35	70	90,8	78,2	92,0

El estrato U1 presenta un valor promedio de Su de 60kPa, la resistencia al corte no drenada promedio del estrato U2 es de 68kPa, el estrato U3 presenta un valor de S_u promedio de 104kPa, por su parte el valor promedio del estrato U5 es de 92kPa y el valor promedio de S_u del estrato U6 es de 87kPa.

En la Figura 5.2.1-14 se presenta el perfil de velocidad de onda de corte obtenido a partir de la línea MASM-MAM LS-PLMB-VIBLA, en la cual se obtiene una velocidad de onda promedio de 205.4 m/s en los primeros 30m. Esta velocidad es característica de un perfil de Suelo tipo D – Suelos Rígidos.

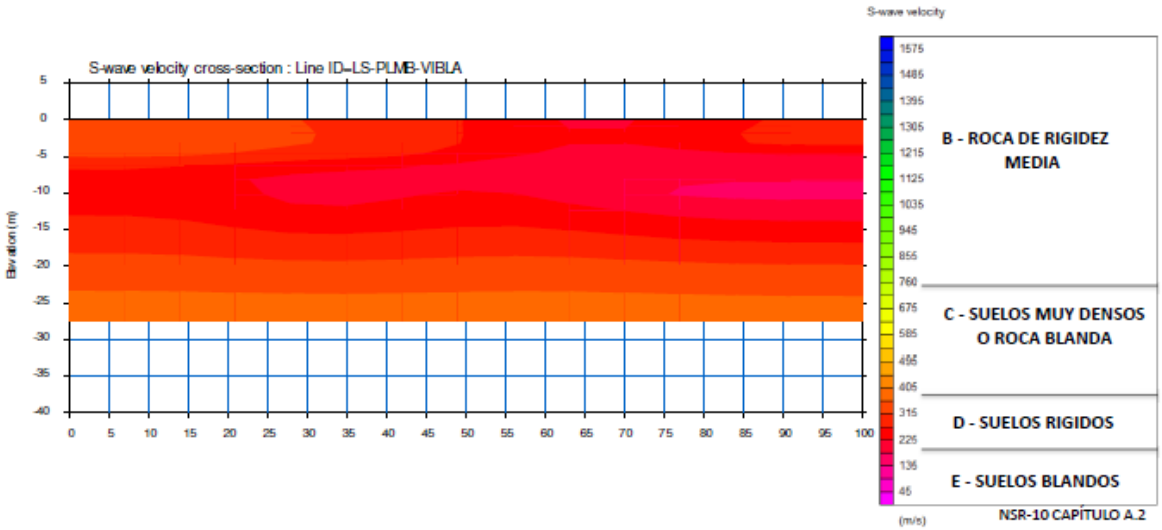


Figura 5.2.1-14 Resultados de línea MASW-MAM LS-PLMB-VIBLA

En la Tabla 5.2.1-19 se presentan los parámetros de diseño de resistencia, deformación y consolidación utilizados para el diseño de la cimentación de viaducto en el Tramo 1.3. El perfil de suelo obtenido a partir de los parámetros de resistencia coincide con el perfil de tipo D-Suelos Rígidos, obtenido con base en las líneas sísmicas.

Tabla 5.2.1-19 Resumen de parámetros de diseño de Tramo 1.3

Estrato	Prof (m)	N_{60}	Su (kPa)	ϕ (°)	Es (MPa)	C_c	C_c	e_0
U1	0,00 - 10,00	11	60		29,8	0,23	0,02	0,81
U2	10,00 - 15,00	13	68		19,5	0,62	0,07	1,37
U3	15,00 - 30,00	16	104		16,8	0,39	0,04	1,02
U4	30,00 - 40,00	25	92		20,3	0,53	0,04	1,00
U5	40,00 - 60,00	24	87		20,0	0,49	0,06	1,05

- Tramo 1.4

El Tramo 1.4 se encuentra ubicado entre la Avenida Villavicencio con Transversal 78h y la Avenida Primero de Mayo con Calle 4 Sur. De acuerdo a la microzonificación sísmica de la ciudad de Bogotá el tramo se encuentra en la zona Aluvial 200. La estratigrafía del tramo se caracteriza por presentar un comportamiento principalmente cohesivo con lentes de arena a diferente profundidad, como se describe a continuación:

- Los primeros 15 metros un estrato arcilloso con presencia de lentes de arena limosa, humedad promedio de 28%, índice de plasticidad promedio de 16%, evidenciándose lentes areno-limosos no plásticos, el valor de N_{60} promedio de este primer estrato es de 16 golpes.
- De 15 a 20m se presenta un estrato arcilloso de humedades un poco mayores que el estrato anterior, presentándose una humedad promedio de 33%, índice de plasticidad promedio de 46% y valores de N_{60} promedio de 20 golpes.

- Entre 20 y 30m se observa el mismo estrato anterior, el cual evidencia una disminución en los valores de N_{60}, valor promedio de 14 golpes, así como de la humedad natural con un valor promedio por el estrato de 25% y un índice de plasticidad promedio de 12%.
- El estrato U4, presentado entre los 30 y 40m de profundidad, hace parte de una serie de arcillas y arcillas limosas que presentan un número de golpes N_{60} promedio de 33, humedades promedio del 22% e índices de plasticidad promedio del 9%.
- Por último, de 40 a 70m de profundidad, se encuentra un estrato conformado por arcillas con lentes de limos y arenas limosas, los cuales presentan una humedad promedio de 32%, índices de plasticidad promedio de 18% y un valor promedio de golpes N_{60} = 19.

Tabla 5.2.1-20 Estratigrafía del Tramo 1.4

Estrato	Prof. (m)		Descripción
U1	0	15	(Qsa) Arcilla con tonalidad amarilla a gris, lentes de arena limosa, humedad baja, plasticidad media, consistencia medio firme.
U2	15	20	(Qsa) Arcilla con tonalidad café a gris, lentes de arena limosa, humedad baja, plasticidad muy alta, consistencia medio firme.
U3	20	30	(Qsa) Arcilla con tonalidades café a gris, lentes de arena limosa, humedad baja, plasticidad media, consistencia medio firme.
U4	30	40	(Qsa) Arcillas y arcillas limosas con tonalidades café a gris, lentes de arena limosa, humedad baja, plasticidad baja, consistencia firme.
U5	40	70	(Qsa) Arcillas con tonalidad café, lentes de limos y arenas limosas, humedad baja, plasticidad media, consistencia firme.

El comportamiento cohesivo en los diferentes estratos del Tramo 1.4 evidencia un aumento de resistencia en profundidad, la cual presenta en los primeros 30 metros un valor promedio 16, 20 y 14 golpes por estrato y a profundidades mayores a 30m valores promedios de 33 golpes. Los valores de plasticidad en los estratos disminuyen a mayor profundidad, variando de 46% al 9% en los estratos U2, U3 y U4.

Para determinar el parámetro de diseño de S_u se realizó un análisis estadístico en cada uno de los estratos a partir de los resultados de ensayos de compresión inconfinada, VST de campo, correlación a partir del valor de esfuerzo de pre-consolidación, penetrómetro de bolsillo, correlaciones de SPT y valores de CPTu. En la Tabla 5.2.1-21 se presentan los valores obtenidos en los diferentes análisis estadísticos realizados, siendo el valor de diseño el valor promedio dichos datos.

Tabla 5.2.1-21 Resultados del análisis estadístico para el Tramo 1.4

Estrato	Prof. (m)		Su (kPa)		
	de	a	Mediana	Intercuartil	Percentil 33
U1	0	15	63,8	29,3	38,2
U2	15	20	55,7	37,6	48,4
U3	20	30	49,5	10,6	49,8
U4	30	40	55,2	77,5	49,6
U5	40	70	62,5	48,7	66,2

Los valores de S_u fueron obtenidos de los diferentes ensayos. El estrato U1 presenta un valor promedio de S_u de 44kPa, evaluado con los valores de los piezóconos; el estrato U2 posee una resistencia al corte no drenada promedio de 47kPa; el estrato U3 (entre los 20 y los 30 m de profuniddad) presenta un valor de S_u promedio de 37kPa; por su parte estrato U4 presenta un valor promedio de Su de 61kPa y el estrato U5 un valor promedio de S_u de 54kPa.

Para la determinación del valor de S_u en cada uno de los estratos, se dio prioridad a los ensayos de compresión inconfinada, veletas de campo, correlación a partir del valor de esfuerzo de pre-consolidación y correlaciones con SPT, ya que los valores de CPTu no presentaban valores coherentes con los datos evidenciados en laboratorio e in-situ.

En la Tabla 5.2.1-22 se presentan los parámetros de diseño de resistencia, deformación y consolidación utilizados para el diseño de la cimentación de viaducto en el Tramo 1.4, a partir de la cual se determinó que el perfil es tipo D de acuerdo a la clasificación de perfiles de suelos propuesta por la NSR-10.

Tabla 5.2.1-22 Resumen de parámetros de diseño de Tramo 1.4

Estrato	Prof (m)	N_{60}	Su (kPa)	Es (MPa)	C_c	C_c	e_0
U1	0,00 - 15,00	11	44	7,2	0,37	0,04	1,00
U2	15,00 - 20,00	13	47	14,0	0,62	0,08	1,13
U3	20,00 - 30,00	9	37	11,6	0,31	0,03	0,94
U4	30,00 - 40,00	22	61	17,9	0,27	0,03	0,87
U5	40,00 - 70,00	15	59	21,1	0,40	0,04	1,02

- Tramo 1.5

Este tramo se encuentra ubicado sobre la Avenida Primera de Mayo entre la Calle 4 Sur y la Carrera 73. Según la microzonificación sísmica de la ciudad de Bogotá, este tramo se encuentra en la zona Aluvial 200. Las características estratigráficas de este tramo son:

- Entre los 0 y 11 m se encuentran arcillas y arenas limosas con una humedad promedio de 22%, un índice de plasticidad promedio de 7% y un promedio de goldes N_{60} de 19.
- Entre los 11 y 16 m se presentan arcillas y limos con lentes de arena arcillo-limosa, con humedad promedio del 42%, índice de plasticidad del 31%, valor promedio de $N_{60\ de}$ 17 golpes.
- Entre los 16 y 30 m, se encuentra el mismo material observado en el anterior estrato, sin embargo en esta unidad, se presenta una humedad promedio menor de 26%, un índice de plasticidad promedio menor de 14% y un número de golpes promedio un poco mayor, con N_{60} igual a 28.
- El estrato U4, presenta arcillas con lentes de arena arcillo-limosa con valores de humedad entre 22 y 23%, índice de plasticidad entre 10 y 11% y N_{60} promedio de 40 golpes.
- Entre los 39 y 45 m se presentan arcillas con lentes de arena limosa, con 26% de humedad promedio, 15% de índice de plasticidad promedio y un número de golpes de 36.
- Por último, el estrato ubicado entre los 45 y 70 m de profundidad, presenta arcillas con lentes de arena arcillo limosa, con humedad promedio de 21%, índice de plasticidad promedio de 8% y un número de golpes promedio N_{60} = 46.

En la Tabla 5.2.1-23 se describe la estratigrafía considerada para este tramo.

Tabla 5.2.1-23 Estratigrafía del Tramo 1.5

Estrato	Prof. (m)		Descripción
U1	0	11	(Qsa) Arcillas y arenas limosas, humedad baja, plasticidad baja, consistencia firme.

Estrato	Prof. (m)		Descripción
U2	11	16	(Qsa) Arcillas y limos con lentes de arena arcillo-limosa, humedad media, plasticidad alta, consistencia firme.
U3	16	30	(Qsa) Arcillas y limos con lentes de arena arcillo-limosa, humedad media, plasticidad media, consistencia firme.
U4	30	39	(Qsa) Arcillas con lentes de arena arcillo-limosa, humedad baja, plasticidad media, consistencia firme.
U5	39	45	(Qsa) Arcillas con lentes de arena limosa, humedad baja, plasticidad media, consistencia muy firme.
U6	45	70	(Qsa) Arcillas con lentes de arena arcillo-limosa, humedad baja, plasticidad baja, consistencia firme.

En el Tramo 1.5, los índices de plasticidad encontrados entre los 11 y 16 m de profundidad, presentan una gran variación de valores entre suelos no plásticos e índices de plasticidad del 90%. Los estratos restantes presentan una variación de sus índices de plasticidad entre no plásticos e índices de plasticidad del 30%.

En base al análisis estadístico de los valores de compresión inconfinada, veleta de campo, correlaciones a partir del valor de esfuerzo de pre-consolidación, CPTu y correlaciones a partir de SPT, fueron obtenidos los valores de Su para el Tramo 1.5 (Tabla 5.2.1-24).

De acuerdo a esta información, se evidencia que el estrato U1 presenta una consistencia firme con valor promedio de Su de 84kPa. El estrato U2 presenta un valor de Su de 63kPa, el estrato U3 presenta una consistencia firme con un valor Su de diseño de 71kPa, el estrato ubicado entre 30 y 39 m presenta una resistencia Su de 92kPa y el estrato U5 un Su de 105kPa encontrándose dentro de una consistencia muy firme. Por último, entre los 45 y 70 m, la resistencia Su es de 95kPa.

Tabla 5.2.1-24 Valores de Su obtenidos por los 3 casos de análisis estadísticos estudiados

Estrato	Prof. (m)		Su (kPa)		
	de	a	Mediana	Intercuartil	Percentil 33
U1	0	11	90,3	71,7	90,9
U2	11	16	68,0	54,0	66,3
U3	16	30	79,4	56,3	78,1
U4	30	39	94,8	83,8	96,3
U5	39	45	115,8	89,7	110,8
U6	45	70	88,3	118,9	77,4

Los módulos de elasticidad fueron obtenidos a partir de los resultados de DMT, PMT, CPTu, ensayos de compresión inconfinada y correlaciones.

En la Tabla 5.2.1-25 se presentan los parámetros de diseño de resistencia, deformación y consolidación utilizados para el diseño de la cimentación de viaducto en el tramo 1.5, a partir de la cual se determinó que el perfil es tipo D de acuerdo a la clasificación de perfiles de suelos propuesta por la NSR-10.

Tabla 5.2.1-25 Resumen de parámetros de diseño de Tramo 1.5

Estrato	Prof (m)	N_{60}	Su (kPa)	Es (MPa)	C_c	C_c	e_0
U1	0,00 - 11,00	12	84	16,2	0,85	0,12	1,70
U2	11,00 - 16,00	11	63	24	0,59	0,06	1,29
U3	16,00 - 30,00	18	71	21,8	0,33	0,03	0,95
U4	30,00 - 39,00	26	92	30,1	0,28	0,03	0,88
U5	39,00 - 45,00	23	105	21	0,34	0,04	0,94
U6	45,00 - 70,00	29	95	28	0,25	0,03	0,82

- Tramo 1.6

El tramo 1.6 se encuentra ubicado sobre la Avenida Primero de Mayo, entre la Carrera 73 y la Carrera 68h. Según la microzonificación sísmica de la ciudad de Bogotá, este tramo se encuentra en la zona Aluvial 200, con la siguiente composición:

- Entre los 0 y 10 m de profundidad, arcillas con lentes de limo y arenas limosas, con una humedad promedio de 26%, un índice de plasticidad promedio de 13% y un número de golpes promedio N_{60} de 17.
- Entre 10 y 17 m de profundidad, arcillas y limos con lentes de arenas limosas, con valores de humedad que varían entre 30 y 40%, índices de plasticidad entre 20 y 30% y un número de golpes promedio de 19.
- Entre 17 y 26 m de profundidad, arcillas y arenas limosas con una humedad promedio de 24%, un índice de plasticidad promedio de 11% y N_{60} promedio igual a 33 golpes.
- Entre los 26 y 41 m de profundidad, arcillas con lentes de arena limosa con humedad promedio de 38%, índice de plasticidad promedio de 17% y número de golpes N_{60} promedio de 30.
- Entre los 31 y 41 m de profundidad, arcillas con lentes de limo y arenas limosas con humedades que varían entre 20 y 30%, índices de plasticidad entre 10 y 20% y N_{60} promedio de 40 golpes.
- Entre los 41 y 70 m de profundidad, se encuentra el mismo tipo de litología del estrato anterior, con humedades similares que varían entre 20 y 30% e índices de plasticidad promedio de 15%; sin embargo N_{60} varía con número de golpes promedio de 33.

En la Tabla 5.2.1-26 se describe la estratigrafía de este tramo.

Tabla 5.2.1-26 Estratigrafía del Tramo 1.6

Estrato	Prof. (m)		Descripción
U1	0	10	(Qsa) Arcilla con lentes de limo y arenas limosas, humedad baja, plasticidad media, consistencia firme.
U2	10	17	(Qsa) Arcillas y limos con lentes de arenas limosas, humedad baja, plasticidad alta, consistencia medio firme.
U3	17	26	(Qsa) Arcillas y arenas limosas, humedad baja, plasticidad media, consistencia firme.
U4	26	31	(Qsa) Arcilla con lentes de arena limosa, humedad baja, plasticidad media, consistencia firme.
U5	31	41	(Qsa) Arcilla con lentes de limo y arenas limosas, humedad baja, plasticidad media, consistencia firme.

Estrato	Prof. (m)		Descripción
U6	41	70	(Qsa) Arcilla con lentes de limo y arenas limosas, humedad baja, plasticidad media, consistencia firme.

Los valores de las humedades presentes en los diferentes estratos del Tramo 1.6, varían entre 10 y 40%; sin embargo se pueden presentar ciertos lentes donde se encuentren humedades por encima del 80%. El número de golpes N_{60} varía de 0 a 30, sin embargo se pueden presentar ciertos lentes con valores de 40 a 80 golpes.

En la Tabla 5.2.1-27 se presentan los valores de Su obtenidos a partir del análisis estadístico de los valores de compresión inconfinada, veleta de campo, correlaciones a partir del valor de esfuerzo de pre-consolidación, CPTu y correlaciones a partir de SPT. De acuerdo a esta información, se establece que el estrato U1 presenta una consistencia firme con valor promedio de Su de 59kPa, el estrato U2 un valor de Su de 73kPa, el estrato U3 una consistencia firme con un valor Su de diseño de 83kPa, el estrato U4 una resistencia Su de 84kPa y el estrato U5 un Su de 99kPa, con una consistencia firme. Por último, U6, presenta una resistencia Su de 95kPa.

Tabla 5.2.1-27 Valores de Su obtenidos por los 3 casos de análisis estadísticos estudiados

Estrato	Prof. (m)		Su (kPa)		
	de	a	Mediana	Intercuartil	Percentil 33
U1	0	10	62,8	52,3	62,7
U2	10	17	75,7	65,8	74,1
U3	17	26	88,3	84,8	80,2
U4	26	31	89,1	72,7	89,6
U5	31	41	101,9	96,9	97,4
U6	41	70	96,1	92,3	95,0

Los valores de resistencia S_u obtenidos para los estratos con profundidades mayores a 30 m, no incluyeron la realización de CPTu, por lo que su valor se ve influenciado por pruebas in-situ, correlaciones y resultados de laboratorio. Los módulos de elasticidad fueron obtenidos a partir de los resultados de DMT, PMT, CPTu, ensayos de compresión inconfinada y correlaciones.

En la Tabla 5.2.1-28 se presentan los parámetros de diseño de resistencia, deformación y consolidación utilizados para el diseño de la cimentación de viaducto en el tramo 1.6, a partir de la cual se determinó que el perfil es tipo D de acuerdo a la clasificación de perfiles de suelos propuesta por la NSR-10.

Tabla 5.2.1-28 Resumen de parámetros de diseño de Tramo 1.6

Estrato	Prof (m)	N_{60}	Su (kPa)	Es (MPa)	C_c	C_c	e_0
U1	0,00 - 10,00	11	59	14	0,32	0,03	0,99
U2	10,00 - 17,00	12	72	12,6	0,44	0,05	1,15
U3	17,00 - 26,00	21	84	24,4	0,29	0,03	0,90
U4	26,00 - 31,00	19	84	13,4	0,48	0,05	1,32
U5	31,00 - 41,00	26	99	19,9	0,31	0,03	0,93
U6	41,00 - 70,00	22	95	35,4	0,34	0,04	0,92

- Tramo 2.1

El tramo 2.1 se encuentra ubicado sobre la calle 26 sur entre las Carrera 68g bis y la Carrera 51. De acuerdo a la microzonificación sísmica de la ciudad de Bogotá este tramo se encuentra en la zona Aluvial 200. La estratigrafía del tramo se caracteriza por presentar un comportamiento principalmente cohesivo con lentes de arena a diferentes profundidades.

- En los primeros 5 metros se presenta un estrato arcilloso con humedad promedio de 25%, índice de plasticidad promedio de 30% y valores de N_{60} promedio de 21 golpes. De 5 a 24 m se presenta un estrato limo arcilloso con algo de arena, con valores de humedad del 25 %, índice de plasticidad promedio de 14% y valores de N_{60} promedio de 23 golpes.
- Entre 24 y 33 m se evidencia un estrato de comportamiento cohesivo, donde la humedad natural se mantiene con un valor promedio por el estrato de 25% y un índice de plasticidad promedio de 22%.
- Entre 33 y 40 m se encuentra una arcilla arenosa que presenta un número de golpes N_{60} promedio de 33, humedades entre 25 y 40% e índices de plasticidad entre 8 y 10%.
- Entre 40 y 75 m se presenta una arcilla limosa con algo de arena, un porcentaje de humedad del 20%, índice de plasticidad de 7% y valores de N_{60} promedio de 43 golpes, lo que caracteriza este estrato como el más competente de este tramo.

En la Tabla 5.2.1-29 se resume la estratigrafía del Tramo 2.1.

Tabla 5.2.1-29 Estratigrafía del Tramo 2.1

Estrato	Prof. (m)		Descripción
U1	0	5	(Qsa) Arcilla con algo de limo con tonalidades gris claro y marrón amarillento, humedad baja, plasticidad alta, consistencia firme.
U2	5	24	(Qsa) Arcilla con lentes de limo y arena con tonalidades gris verdoso, verde oliva y marrón oliva, humedad baja, plasticidad media, consistencia medio firme.
U3	24	33	(Qsa) Arcilla con algo de limo de tonalidades marrón oliva a marrón oscuro amarillento, humedad media, plasticidad alta, consistencia firme.
U4	33	40	(Qsa) Arcilla de tonalidades gris pardusco a marrón oscuro amarillento con lentes de arena limosa, humedad baja, plasticidad alta, consistencia firme.
U5	40	75	(Qsa) Arcilla con lentes de limo y arenas limosas de tonalidades marrón oliva a marrón oscuro, humedad baja, plasticidad media, consistencia muy firme.

Los parámetros de resistencia de diseño de los estratos del tramo, relacionados en la Tabla 5.2.1-30, se evaluaron a partir de los valores de compresión inconfinada, veleta de campo, correlaciones a partir del valor de esfuerzo de pre-consolidación, CPTu, penetrómetro de bolsillo, veleta de mano y correlaciones a partir de SPT. En cada uno de los estratos se realizó el análisis estadístico para la obtención de Su, estableciéndose que el estrato U1 presenta una consistencia firme con valor promedio de Su de 68kPa, el estrato U2 presenta un valor de Su de 43kPa, el estrato U3 presenta una consistencia firme con un valor Su de diseño de 64kPa, la unidad U4 presenta un valor de Su de 77 kPa presentando una consistencia firme y por último la unidad U5 con una consistencia muy firme al obtener un valor promedio de 109 kPa.

Tabla 5.2.1-30 Valores de Su obtenidos por los 3 casos de análisis estadísticos estudiados.

Estrato	Prof. (m)		Su (kPa)		
	de	a	Mediana	Intercuartil	Percentil 33
U1	0	5	68	54	81
U2	5	24	50	31	48
U3	24	33	69	57	66
U4	33	40	88	55	88
U5	40	75	136	75	115

Los módulos de elasticidad fueron obtenidos a partir de los resultados de DMT, PMT, CPTu, ensayos de compresión inconfinada y correlaciones

En las figuras a continuación, se presenta el perfil de velocidades de ondas de corte, obtenidas a partir de las líneas MASW-MAM LS-PLMB-AV68-1 y LS-PLMB-AV68-2, en las cuales se obtuvo una velocidad de onda promedio en los primeros 30m de 221 m/s, que se considera correspondiente a un perfil de Suelo tipo D – Suelos Rígidos.

Adicionalmente, se presenta en la Figura 5.2.1-16 la velocidad de onda obtenida del ensayo Down-Hole ejecutado en la perforación PT-AV68-01, en la cual se puede evidenciar que la velocidad de onda (Vs) promedio de 220 m/s en los primeros 30 m, concuerda con la del ensayo geofísico MASW-MAM tomado sobre el mismo sitio del sondeo.

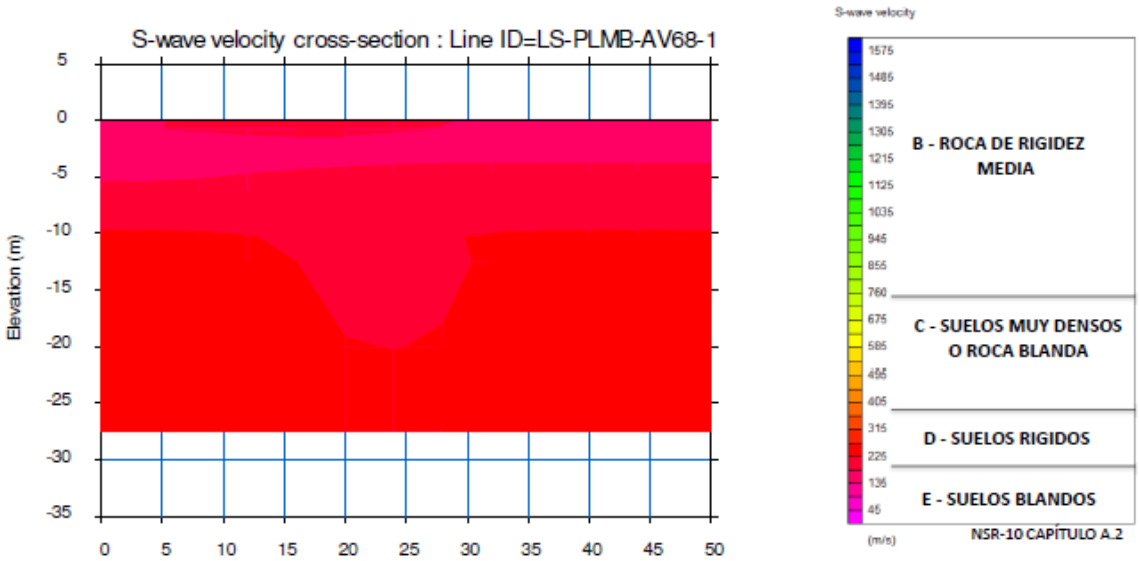


Figura 5.2.1-15 Resultados de línea MASW-MAM LS-PLMB-AV68-2

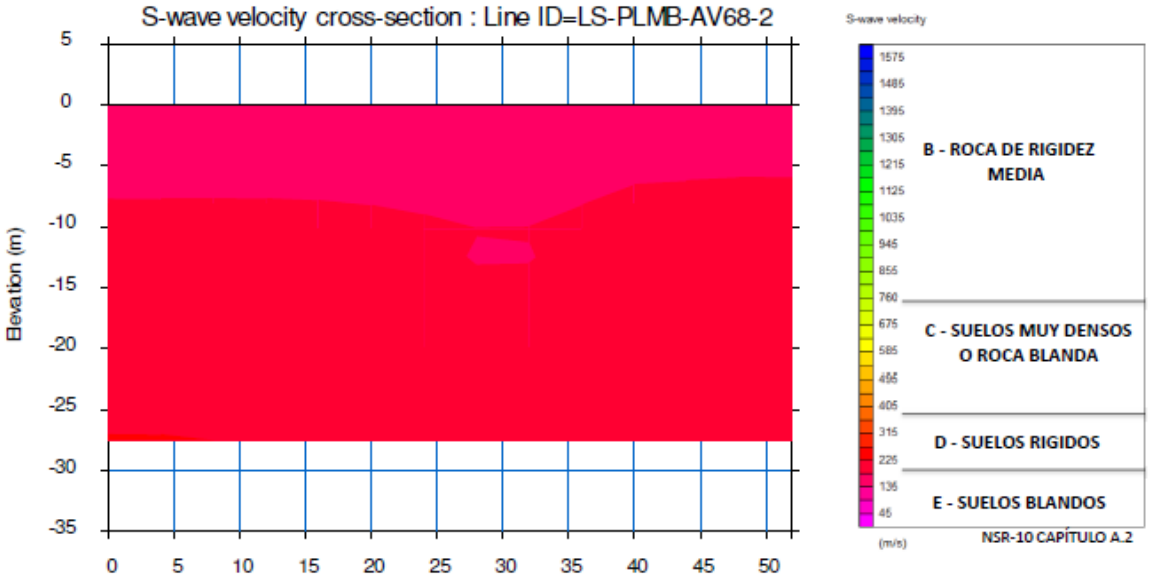


Figura 5.2.1-16 Resultados de línea MASW-MAM LS-PLMB-AV68-1

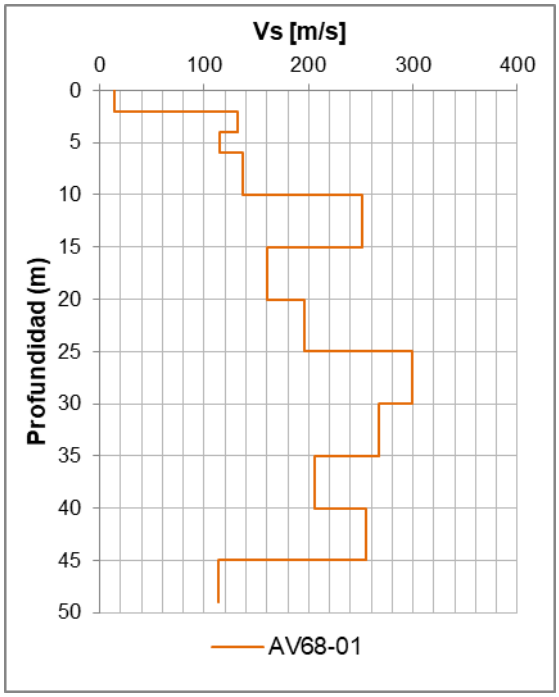


Figura 5.2.1-17 Perfil de V_s evaluado a partir de ensayo Down-Hole PT-AV68-1.

Los resultados de los ensayos dinámicos ayudan a rectificar la caracterización del suelo, teniendo en cuenta sin embargo que los resultados pueden variar dependiendo de la zona donde se ejecute el ensayo, las condiciones de ruido ambiental al realizar ensayos in-situ y su contraste con los ensayos de laboratorio, ya que estos últimos suelen ser realizados con muestras alteradas.

Tabla 5.2.1-31 Resumen de parámetros de diseño de Tramo 2.1

Estrato	Prof (m)	N_{60}	Su (kPa)	ϕ (°)	Es (MPa)	C_c	C_c	e_0
U1	0,00 - 5,00	37	68		48,6	0,25	0,09	0,62
U2	5,00 - 24,00	12	43		20,1	0,28	0,02	0,80
U3	24,00 - 33,00	20	64		24,5	0,72	0,13	1,41
U4	33,00 - 40,00	27	77		24,5	0,37	0,04	1,17
U5	40,00 - 75,00	36	109		46,6	0,32	0,04	1,09

- Tramo 2.2

El tramo 2.2 se encuentra ubicado sobre la calle 26 sur entre las Carrera 51 y la Carrera 41 bis. De acuerdo a la microzonificación sísmica de la ciudad de Bogotá, este tramo se encuentra en la zona Aluvial 200. La estratigrafía del tramo se caracteriza por presentar un comportamiento principalmente cohesivo con lentes de arena a diferentes profundidades. En la Tabla 5.2.1-32 se relaciona la estratigrafía considerada, presentándose:

- En los primeros 7 metros un estrato arcilloso con humedad promedio de 20%, índice de plasticidad promedio de 23% y valor de N_{60} promedio de 12 golpes.
- De 7 a 16 m, un estrato arcillo-limoso con algo de arena, con valores de humedad del 30 %, índice de plasticidad promedio de 16% y valores de N_{60} promedio de 18 golpes. Entre 16 y 25 m se encuentra un estrato de comportamiento cohesivo, donde la humedad natural se mantiene con un valor promedio de 25% y un índice de plasticidad promedio de 25%.
- Entre 25 y 37 m, una arcilla limosa que presenta un número de golpes N_{60} promedio de 27, humedades del 25% e índice de plasticidad de 28%.
- De 50 a 75 m, una arcilla, con un porcentaje de humedad del 25%, índice de plasticidad de 24% y valores de N_{60} promedio de 48 golpes, lo que caracteriza este estrato como el más competente de los estratos de comportamiento cohesivo.

Entre 37 y 50 m se destaca la presencia de un estrato granular, evidenciado por el aumento en los valores de N_{60}, cuyo valor promedio es de 50 golpes, disminución de la humedad natural con un valor promedio de 15% y un índice de plasticidad promedio de 8, con intercalaciones de varios niveles no plásticos. Este tramo está conformado por una arena limosa con lentes de arcilla.

Tabla 5.2.1-32 Estratigrafía del Tramo 2.2

Estrato	Prof. (m)		Descripción
U1	0	7	(Qsa) Arcillas con lentes de limo, humedad baja, plasticidad alta, consistencia muy firme.
U2	7	16	(Qsa) Arcillas y limos con lentes de arenas limo-arcillosas, humedad baja, plasticidad alta, consistencia medio firme.
U3	16	25	(Qsa) Arcillas con lentes de limo y arenas limosas, humedad baja, plasticidad alta, consistencia medio firme.
U4	25	37	(Qsa) Arcillas con lentes de limo, humedad media, plasticidad alta, consistencia firme.
U5	37	50	(Qsa) Arenas limosas con lentes de arcilla, humedad muy baja, plasticidad media.
U6	50	75	(Qsa) Arcillas de humedad baja, plasticidad alta, consistencia firme.

Los parámetros de resistencia de diseño de los estratos cohesivos del tramo, U1, U2, U3, U4 y U6, se evaluaron a partir del análisis estadístico de los valores de compresión inconfinada, veleta de

campo, correlaciones a partir del valor de esfuerzo de pre-consolidación, CPTu y correlaciones a partir de SPT, obteniéndose los valores relacionados en la Tabla 5.2.1-33. A partir de estos valores se evidencia que el estrato U1 presenta una consistencia muy firme, con un valor de Su promedio de 113 kPa. El estrato U2 presenta un valor de Su de 49 kPa, el estrato U3 presenta una consistencia medio firme con un valor Su de 51 kPa, el estrato U4 tiene una consistencia firme con un valor de 71 kPa y el U6 presenta una consistencia de firme de 69 kPa.

Tabla 5.2.1-33 Valores de Su obtenidos por los 3 casos de análisis estadísticos estudiados.

Estrato	Prof. (m)		Su (kPa)		
	de	a	Mediana	Intercuartil	Percentil 33
U1	0	7	125	52	162
U2	7	16	52	44	50
U3	16	25	58	39	54
U4	25	37	81	60	78
U6	50	75	95	16	95

Los valores de resistencia al corte no drenada fueron obtenidos mediante ensayos in-situ realizados en el Tramo 2.2 y mediante ensayos de laboratorio. Dentro los parámetros de diseño seleccionados, el ángulo de fricción fue obtenido a partir de correlaciones y ensayos triaxiales, evidenciándose la presencia de lentes de arena en los estratos U2 y U5. El parámetro de ángulo de fricción seleccionado para el estrato U5 es de 38°.

Los módulos de elasticidad fueron obtenidos a partir de los resultados de PMT, CPTu, ensayos de compresión inconfinada y de correlaciones. En la Tabla 5.2.1-34 se relacionan los parámetros de resistencia, deformación y consolidación, a partir de la cual se determinó que el perfil es tipo D, de acuerdo a la clasificación de perfiles de suelos propuesta por la NSR-10.

En la siguiente figura se presenta el perfil de velocidad de ondas de corte obtenidos a partir de la línea MASW-MAM LS-PLMB-ROS-1, en la cual se presenta una velocidad de onda promedio en los primeros 30m de 315 m/s, por lo cual se presenta un perfil de Suelo tipo D – Suelos Rígidos. Adicionalmente, se presenta la velocidad de onda obtenida del ensayo Down-Hole ejecutado en la perforación PT-ROS-01, en la cual se puede evidenciar que la velocidad de onda (Vs) promedio es de 340 m/s en los primeros 30 m, que concuerda con la del ensayo geofísico MASW-MAM tomado sobre el mismo sitio del sondeo.

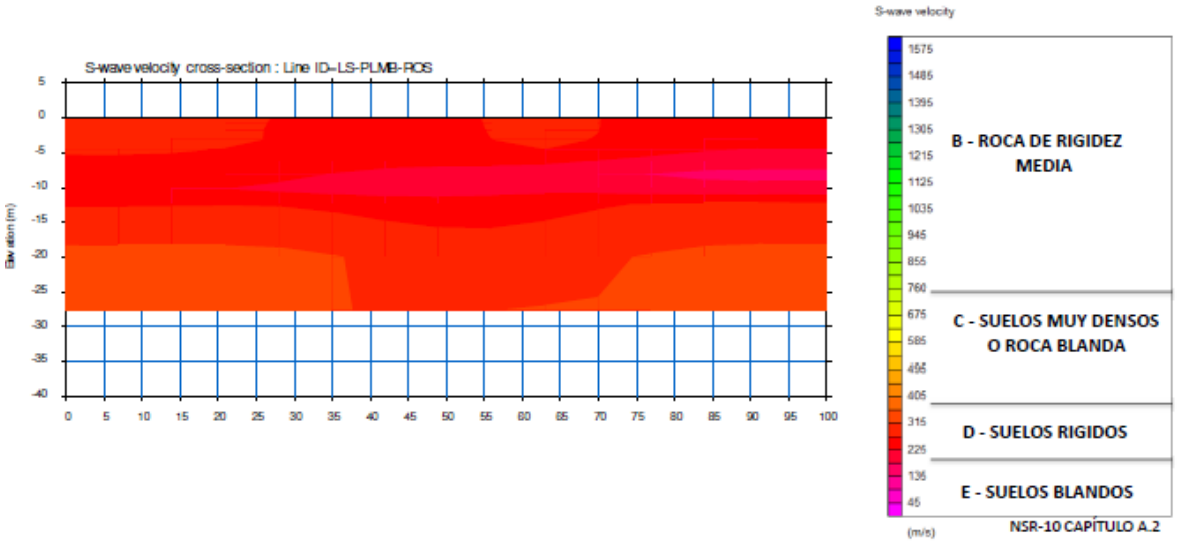


Figura 5.2.1-18 Resultados de línea MASW-MAM LS-PLMB-ROS-1

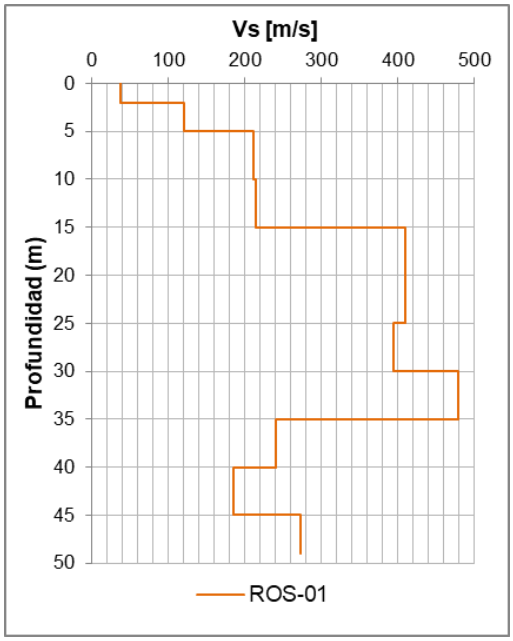


Figura 5.2.1-19 Perfil de V_s evaluado a partir de ensayo Down-Hole PT-ROS-1.

Los resultados de los ensayos dinámicos ayudan a rectificar la caracterización del suelo, teniendo en cuenta que los resultados pueden variar dependiendo de la zona en donde se ejecuta el ensayo, el ruido ambiental al realizar ensayos in-situ y el contraste con los ensayos de laboratorio, ya que estos suelen ser hechos con muestras alteradas.

Tabla 5.2.1-34 Resumen de parámetros de diseño de Tramo 2.2

Estrato	Prof (m)	N_{60}	Su (kPa)	ϕ (°)	Es (MPa)	C_c	C_c	e_0
U1	0,00 - 7,00	23	113		29,0	0,42	0,05	1,14
U2	7,00 - 16,00	17	49		47,3	0,24	0,05	0,46
U3	16,00 - 25,00	28	51		33,7	0,19	0,04	0,86
U4	25,00 - 37,00	37	73		31,0	0,69	0,11	2,12
U5	37,00 - 50,00	50		38	28,0			
U6	50,00 - 75,00	64	69		20,7	0,33	0,04	1,13

- Tramo 2.3

El tramo 2.3 se encuentra ubicado sobre la Calle 26 sur entre las Carrera 49 bis y la Transversal 35 Autopista Sur. De acuerdo a la microzonificación sísmica de la ciudad de Bogotá el tramo se encuentra en la zona Aluvial 100. La estratigrafía del tramo se caracteriza por presentar un comportamiento principalmente cohesivo con lentes de arena a diferentes profundidades.

- En los primeros 5,5 metros se presenta un estrato arcilloso con presencia de lentes de arena, humedad promedio de 25%, índice de plasticidad promedio de 21%, valor de N_{60} promedio de 8 golpes, evidenciándose la presencia de lentes arenosos no plásticos.
- De 5,5 a 17,5 m se encuentra un estrato de arcilla limosa con algo de arena, con una humedad de 21%, índice de plasticidad promedio de 20% y valores de N_{60} promedio de 8 golpes.
- Entre 17,5 y 29,5 m se presenta un estrato de arcilla limosa y algo de arena, el cual se evidencia con el aumento en los valores de N_{60}, valor promedio de 13 golpes, un valor de humedad natural del 25% y un índice de plasticidad promedio de 29%.
- De 29,5 a 34 m, se tiene una arcilla con lentes de limo que presenta un número de golpes N_{60} promedio de 19, humedades de 25% e índices de plasticidad de 20%.
- De 34 a 42,5 m, se encuentra arcilla con lentes de arena, se evidencia una humedad natural promedio del 30%, con un número de golpes N_{60} de 20 y el índice de plasticidad promedio de 23%.
- Entre 42,5 y 70 m, se presenta arcilla con lentes de limo y arena con humedad natural promedio de 30%, número de golpes promedio N_{60} de 17 golpes e índices de plasticidad que varían entre 8 y 12%.

En la Tabla 5.2.1-35 se describe la estratigrafía del Tramo 2.3:

Tabla 5.2.1-35 Estratigrafía del Tramo 2.3

Estrato	Prof. (m)		Descripción
U1	0	5,5	(Qsa) Arcillas con lentes de arena, humedad baja, plasticidad alta, consistencia medio firme.
U2	5,5	17,5	(Qsa) Arcillas con lentes de limos, arenas y algo de materia orgánica, humedad baja, plasticidad media a alta, consistencia medio firme.
U3	17,5	29,5	(Qsa) Arcillas con lentes de limos, arenas y algo de materia orgánica, humedad baja, plasticidad alta, consistencia firme.
U4	29,5	34	(Qsa) Arcillas y limos, humedad baja, plasticidad alta, consistencia muy firme.
U5	34	42,5	(Qsa) Arcilla con lentes de arena arcillo-limosa, humedad baja, plasticidad alta, consistencia muy firme.
U6	42,5	70	(Qsa) Arcillas con lentes de limos y arenas, humedad baja, plasticidad media, consistencia firme.

Los parámetros de resistencia de diseño de los estratos se evaluaron con base en de los valores de compresión inconfinada, veleta de campo, correlaciones a partir del valor de esfuerzo de pre-consolidación, CPTu y correlaciones a partir de SPT.

En cada uno de los estratos se realizó el análisis estadístico, obteniéndose los valores presentados en la Tabla 5.2.1-36, en los cuales se evidencia que el estrato U1 presenta una consistencia firme con un valor promedio de Su de 74 kPa. El estrato U2 presenta un valor de Su de 49 kPa con una consistencia medio firme, el estrato U3 presenta una consistencia firme con un valor Su de diseño de 79 kPa, el estrato U4 tiene una consistencia muy firme con un valor de 134 kPa, la unidad U5 de consistencia muy firme con 168 kPa en promedio del valor de Su y el U6 presenta una consistencia firme con un valor de Su de 72 kPa.

Tabla 5.2.1-36 Valores de Su obtenidos por los 3 casos de análisis estadísticos estudiados.

Estrato	Prof. (m)		Su (kPa)		
	de	A	Mediana	Intercuartil	Percentil 33
U1	0	5,5	77	67	77
U2	5,5	17,5	50	49	49
U3	17,5	29,5	90	61	86
U4	29,5	34	171	88	143
U5	34	42,5	238	91	177
U6	42,5	70	77,6	67,0	71,9

En la Tabla 5.2.1-36 se grafican todos los valores de resistencia al corte no drenada obtenidos por los ensayos de laboratorio e in-situ realizados en el tramo 2.3 y los parámetros de diseño seleccionados para cada uno de ellos que incluyen los módulos de elasticidad obtenidos a partir de los datos de compresiones inconfinadas, PMT, DMT y correlaciones de Su.

En la Tabla 5.2.1-37 se presentan los parámetros de diseño de resistencia, deformación y consolidación utilizados para el diseño de la cimentación de viaducto en el tramo 2.3, a partir de los cuales se determinó que el perfil es tipo D, de acuerdo a la clasificación de perfiles de suelos propuesta por la NSR-10.

Tabla 5.2.1-37 Resumen de parámetros de diseño de Tramo 2.3

Estrato	Prof (m)	N_{60}	Su (kPa)	Es (MPa)	C_c	C_c	e_0
U1	0,00 - 5,50	20	74	20.5	0.418	0.047	1.057
U2	5,50 - 17,50	9	49	13.6	0.396	0.051	0.765
U3	17,50 - 29,50	15	79	20.5	0.764	0.097	1.638
U4	29,50 - 34,00	20	134	29.7	0.437	0.046	1.431
U5	34,00 - 42,50	27	168	35.0	0.384	0.042	1.267
U6	42,50 - 70,00	27	72	36.1	0.312	0.029	1.174

- Tramo 2.4

Este tramo se encuentra entre la Avenida Primero de Mayo con NQS y la Calle 8 Sur con Carrera 28. Según la microzonificación sísmica de la ciudad de Bogotá, este tramo se encuentra en la zona Aluvial 200 y Aluvial 100, presentando:

- Entre 0 y 10 m de profundidad (estrato U1), arcillas con lentes de arena y gravas. Los materiales del estrato U1 presentan humedad promedio de 26%, índice de plasticidad promedio de 14% y número de golpes N_{60} promedio de 14.
- Entre 10 y 21 m de profundidad, arcillas y limos con algo de arena, con humedades que varían entre 30 y 40%, índice de plasticidad promedio de 22% y número de golpes N_{60} promedio de 14.
- Entre 21 y 32 m de profundidad, arcillas y limos con lentes de arena y gravas. Estos materiales tienen humedad promedio de 40%, índice de plasticidad promedio de 21% y número de golpes N_{60} promedio de 18.

- Entre 32 y 40 m de profundidad, arcillas con algo de limos y arenas, las cuales presentan humedad promedio de 28%, índice de plasticidad entre 18 y 19% y número de golpes N_{60} promedio de 22.
- Por último, entre 40 y 70 m de profundidad, arcillas, arenas limosas y arenas arcillosas con lentes de limos, los cuales presentan humedad promedio de 24%, índice de plasticidad promedio de 13% y un número de golpes promedio N_{60} de 42.

En la Tabla 5.2.1-38 se describe la estratigrafía definida para este tramo.

Tabla 5.2.1-38 Estratigrafía del Tramo 2.4

Estrato	Prof. (m)		Descripción
U1	0	10	(Qsa) Arcillas con lentes de arena y gravas, humedad baja, plasticidad media, consistencia medio firme.
U2	10	21	(Qsa) Arcillas y limos con algo de arena, humedad baja, plasticidad alta, consistencia firme.
U3	21	32	(Qsa) Arcillas y limos con lentes de arena y gravas, humedad media, plasticidad alta, consistencia firme.
U4	32	40	(Qsa) Arcillas con algo de limos y arenas, humedad baja, plasticidad alta, consistencia firme.
U5	40	70	(Qsa) Arcillas, arenas limosas y arenas arcillosas con lentes de limos, humedad baja, plasticidad media, consistencia firme.

Se determinó que la cantidad de finos presentes en los diferentes estratos del Tramo 2.4, es mayor por encima de los 40 m de profundidad, reduciéndose significativamente entre los 40 y 70 m de profundidad. Situación similar se presenta con los valores de N_{60}, manifestándose por encima de los 40 m, un mayor número de valores comprendido entre 0 y 25 golpes, mientras que entre 40 y 70 m de profundidad se presentan valores de N_{60} entre 10 y 70 golpes.

En la Tabla 5.2.1-39 se relacionan los valores de S_u obtenidos mediante análisis estadístico de los datos de compresión inconfinada, veleta de campo, correlaciones a partir del valor de esfuerzo de pre-consolidación, CPTu y correlaciones a partir de SPT. De acuerdo a esta información, se evidencia que el estrato U1 presenta una consistencia firme presentando un valor promedio de Su de 50kPa. El estrato U2 presenta un valor de Su de 82kPa, el estrato U3 presenta una consistencia firme con un valor Su de diseño de 63kPa, el estrato ubicado entre 32 y 40 m presenta una resistencia Su de 74kPa y el estrato U5 un Su de 90kPa equivalente a una consistencia firme.

Tabla 5.2.1-39 Valores de S_u obtenidos por los 3 casos de análisis estadísticos estudiados

Estrato	Prof. (m)		Su (kPa)		
	de	A	Mediana	Intercuartil	Percentil 33
U1	0	10	57,6	48,5	43,0
U2	10	21	83,0	81,4	80,4
U3	21	32	64,0	61,7	61,9
U4	32	40	84,2	58,6	80,6
U5	40	70	99,1	75,0	95,7

Es de anotar que no se realizaron ensayos de CPTu a profundidades mayores de 35 m, lo que se refleja en el valor de S_u, que se ve influenciado por pruebas in-situ, correlaciones y resultados de laboratorio. Los módulos de elasticidad fueron obtenidos a partir de los valores de DMT, PMT, CPTu, ensayos de compresión inconfinada y correlaciones.

En la siguiente figura, se presenta el perfil de velocidad de ondas de corte obtenidos a partir de la línea MASM-MAM LS-PLMB-NQS, en la cual se presenta una velocidad de onda promedio en los primeros 30m de 211.9 m/s. Adicionalmente, se presenta la velocidad de onda (V_s) evaluada a partir de ensayo Down-Hole PT-NQS-01, donde se puede observar que los primeros 45 m la velocidad de onda varían de 120 a 200 m/s. De acuerdo a los análisis realizados anteriormente, se evidencia que se presenta un perfil de Suelo tipo D – Suelos Rígidos.

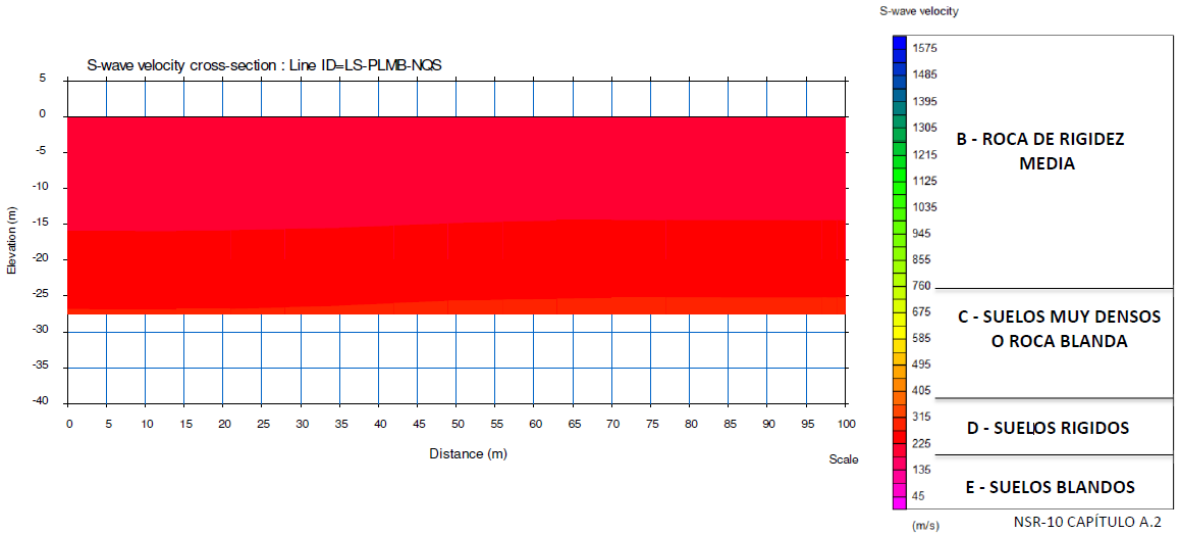


Figura 5.2.1-20 Resultados de línea MASW-MAM LS-PLMB-NQS

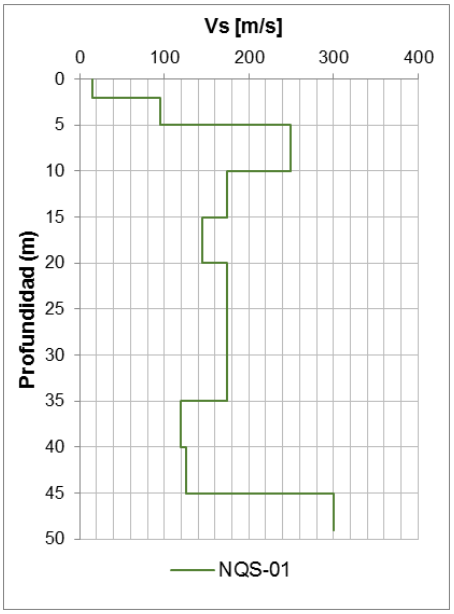


Figura 5.2.1-21 Perfil de V_s evaluado a partir de ensayo Down-Hole PT-NQS-01

En la Tabla 5.2.1-40 se presentan los parámetros de diseño de resistencia, deformación y consolidación utilizados para el diseño de la cimentación de viaducto en el Tramo 2.4.

Tabla 5.2.1-40 Resumen de parámetros de diseño de Tramo 2.4

Estrato	Prof (m)	N_{60}	Su (kPa)	Es (MPa)	C_c	C_c	e_0
U1	0,00 - 10,00	18	50	17,2	0.358	0.036	1.14
U2	10,00 - 21,00	19	82	20,9	1.2	0.22	1.96
U3	21,00 - 32,00	24	63	18,2	0.487	0.048	2.20
U4	32,00 - 40,00	29	74	22,3	0.391	0.042	1.14
U5	40,00 - 70,00	55	90	31,7	0.298	0.033	1.00

- Tramo 2.5

El tramo 2.5 se encuentra ubicado entre la Calle 8 Sur con Carrera 28 y la Avenida Caracas con Calle 1. Según la microzonificación sísmica de la ciudad de Bogotá, este tramo se encuentra en la zona Aluvial 100 y Aluvial 50, presentando:

- Hasta los 4 m de profundidad, arcilla con poca arena, con humedad promedio de 27%, índice de plasticidad promedio de 22% y número de golpes promedio N_{60} de 15.
- Entre 4 y 16 m de profundidad, arcilla con algo de arena y grava, con humedad alrededor del 30%, índice de plasticidad promedio de 20% y número de golpes promedio N_{60} de 15.
- Entre 16 y 34,5 m, arcilla y limo con lentes de arena y grava, con humedad promedio de 35%, índice de plasticidad promedio de 22% y número de golpes promedio N_{60} de 28.
- De 34,5 a 45m de profundidad, arcillas con humedades del 20%, índices de plasticidad del 15% y número de golpes promedio de N_{60} de 37.
- Por último, entre 45 y 70m de profundidad, el mismo material del anterior estrato, con humedad promedio del 18%, índice de plasticidad promedio de 14% y número de golpes N_{60} promedio de 53.

La estratigrafía del Tramo 2.5 se resume en la Tabla 5.2.1-41:

Tabla 5.2.1-41 Estratigrafía del Tramo 2.5

Estrato	Prof. (m)		Descripción
U1	0	4	(Qsa) Arcilla de tonalidades marrón amarillento con poca arena, humedad baja, plasticidad alta, consistencia firme, medio suelta.
U2	4	16	(Qsa) Arcilla con algo de arena y gravas de tonalidades gris oscuro a claro, humedad baja, plasticidad media a alta, consistencia blanda.
U3	16	34,5	(Qsa) Arcillas y limos con lentes de arena y gravas de tonalidades negro marrón a gris pardusco, humedad baja, plasticidad alta, consistencia medio firme.
U4	34,5	45	(Qsa) Arcillas de tonalidades gris oliva a gris pardusco con algo de arena, humedad baja, plasticidad media, consistencia firme.
U5	45	70	(Qsa) Arcillas de tonalidad negra a gris claro con trazas de arenas limosas, humedad muy baja, plasticidad media, consistencia firme.

Con relación a la cantidad de finos presentes en los diferentes estratos del Tramo 2.5, se estableció que a profundidades menores de 34,5 m, se presenta un gran porcentaje de finos, mientras que entre los 34,5 y 70 m de profundidad se presenta una menor cantidad. El índice de plasticidad varía entre 10 y 40% en los estratos superiores a 45 m, mientras que por debajo de esta profundidad se presentan índices de plasticidad menores al 30%.

En la Tabla 5.2.1-42 se presentan los valores de S_u obtenidos a partir del análisis estadístico de los datos de compresión inconfinada, veleta de campo, correlaciones a partir del valor de esfuerzo de pre-consolidación, CPTu y correlaciones a partir de SPT, en base al análisis estadístico. De acuerdo con esta información, se evidencia que el estrato U1 presenta una consistencia firme, con valor promedio de Su de 69kPa. El estrato U2 presenta un valor de Su de 24kPa, el estrato U3 presenta una consistencia firme con un valor Su de diseño de 51kPa, el estrato ubicado entre 32 y 40 m presenta una resistencia Su de 57kPa y el estrato U5 un Su de 88kPa, caracterizándose por una consistencia firme.

Tabla 5.2.1-42 Valores de Su obtenidos por los 3 casos de análisis estadísticos estudiados

Estrato	Prof. (m)		Su (kPa)		
	de	a	Mediana	Intercuartil	Percentil 33
U1	0,0	4,0	58,2	72,9	75,9
U2	4,0	16,0	25,1	21,3	25,6
U3	16,0	34,5	55,8	42,3	55,0
U4	34,5	45,0	63,6	45,7	61,8
U5	45,0	70,0	93,0	78,8	92,1

La resistencia S_u correspondientes a profundidades mayores de 40 m, fueron obtenidas sin información de CPTu, por lo que se aclara que los valores obtenidos están influenciados por las pruebas in-situ, correlaciones y resultados de laboratorio. Los módulos de elasticidad fueron obtenidos a partir de los resultados de DMT, PMT, CPTu, ensayos de compresión inconfinada y correlaciones.

En la siguiente figura, se presenta el perfil de velocidad de ondas de corte obtenidos a partir de la línea MASM-MAM, LS-PLMB-SAN, en la cual se presenta una velocidad de onda promedio en los primeros 30m de 223.7 m/s. Adicionalmente, se presenta la velocidad de onda (V_s) evaluada a partir de ensayo Down-Hole PT-SAN-01, donde se puede observar que los primeros 40 m la velocidad de onda varía de 200 a 280 m/s. De acuerdo a los análisis realizados, se establece que se presenta un perfil de Suelo tipo D – Suelos Rígidos.

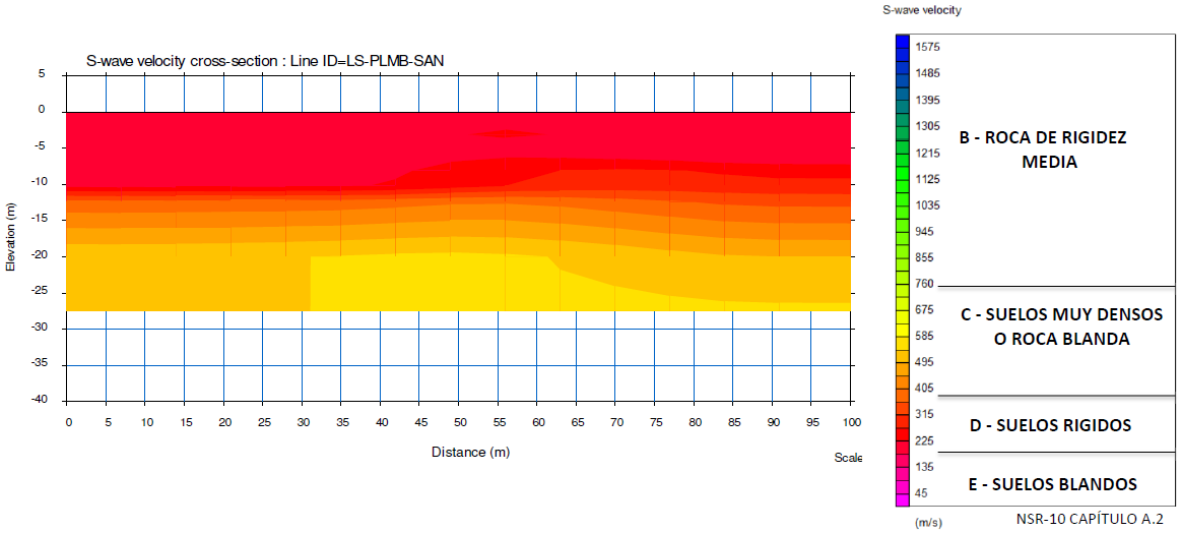


Figura 5.2.1-22 Resultados de línea MASW-MAM LS-PLMB-SAN

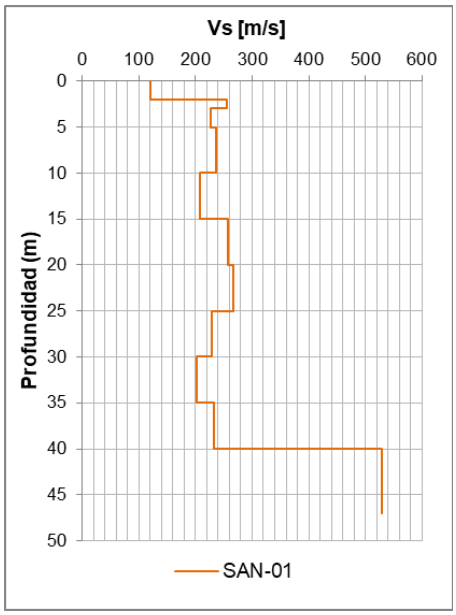


Figura 5.2.1-23 Perfil de V_s evaluado a partir de ensayo Down-Hole PT-SAN-01

En la Tabla 5.2.1-43 se presentan los parámetros de diseño de resistencia, deformación y consolidación utilizados para el diseño de la cimentación de viaducto en el tramo 2.5.

Tabla 5.2.1-43 Resumen de parámetros de diseño de Tramo 2.5

Estrato	Prof (m)	N_{60}	Su (kPa)	Es (MPa)	C_c	C_c	e_0
U1	0,00 - 4,00	15	69	20,8	0.41	0.05	1.62
U2	4,00 - 16,00	24	24	12	0.31	0.05	0.91
U3	16,00 - 34,50	30	51	15,3	0.48	0.07	1.16
U4	34,50 - 45,00	33	57	28,7	0.36	0.06	0.54
U5	45,00 - 70,00	37	88	26,3	0.40	0.04	1.40

- Tramo 3.1

El Tramo 3.1 se ubica sobre el corredor de la Avenida Caracas entre la Calle 1ra y la Calle 9, en la zona Aluvial 50 y parte en Piedemonte B, según la microzonificación sísmica de Bogotá. Este tramo se dividió en 6 sub-zonas debido a los diferentes perfiles de suelo encontrados, a la presencia de roca a diferentes profundidades o la aparición de niveles de gravas. El Tramo 3.1 se caracteriza por presentar un suelo cohesivo, conformado predominantemente por arcilla y arcilla arenosa de consistencia firme a muy firme, con intercalaciones de arena y lentes de materia orgánica. La estratigrafía de este tramo se resume en la Tabla 5.2.1-44.

Tabla 5.2.1-44 Estratigrafía del Tramo 3.1

Estrato	Prof. (m)		Descripción
U1	0	15	(Qsa) Arcillas limosas color gris pardusco a marrón oscuro con intercalaciones de turba limo-arcillosa, con presencia de gravas de arenisca cuarzosa de hasta 6cm, humedad media, plasticidad alta a muy alta, consistencia firme.
U2	15	38	(Qsa) Arcillas de tonalidades grisáceas y marrones, con intercalaciones de arena fina gris claro entre 15 y 20m, a partir de los 22,0m se presentan intercalaciones de turba con arcilla limosa y alto contenido de materia orgánica, humedad media a alta, plasticidad muy alta, consistencia medio firme.
U3	38	54	(Qsa) Gravas a bloques sub-redondeados de arenisca en matriz areno arcillosa, muy densa.
U4	54	75	(Qsa) Gravas a bloques sub-redondeados de arenisca en matriz areno arcillosa, muy densa.

Para determinar el parámetro de diseño de S_u se realizó un análisis estadístico en cada uno de los estratos a partir de los resultados de ensayos de compresión inconfinada, VST de campo, Veleta de Laboratorio, correlación a partir del valor de esfuerzo de pre-consolidación, valores de DMT, valores de PMT, correlaciones de SPT y valores de CPTu. En la Tabla 5.2.1-45 se presentan los valores obtenidos en los diferentes análisis estadísticos realizados.

Tabla 5.2.1-45 Resultado del análisis estadístico realizado a los estratos cohesivos del Tramo 3.1

Estrato	Prof. (m)		Su (kPa)		
	de	a	Mediana	Intercuartil	Percentil 33
U1	0	15	45	38	69
U2	15	38	58	45	58

Los valores de S_u fueron obtenidos en los diferentes ensayos. El estrato U1 presenta un valor promedio de Su de 69 kPa y la resistencia al corte no drenada promedio del estrato U2 es de 58 kPa. Los datos de ángulo de fricción interna para los estratos granulares U3 y U4, fueron obtenidos de correlaciones a partir del valor de SPT. Se seleccionó el valor mínimo como parámetro de diseño, presentándose un valor de ϕ de 31° para la unidad U3 y ϕ de 37° para el estrato U4. Los módulos de elasticidad fueron obtenidos a partir de los datos de DMT, PMT, CPTu, ensayos de compresión inconfinada y de correlaciones.

Para el Tramo 3.1 se realizó la línea MASM-MAM LS-PLMB-HOS, cuyos resultados se muestran en la figura, obteniéndose una velocidad de onda de corte promedio en los primeros 30 metros de 225 m/s, a partir del cual se determina un perfil de suelo tipo D (NRS-10).

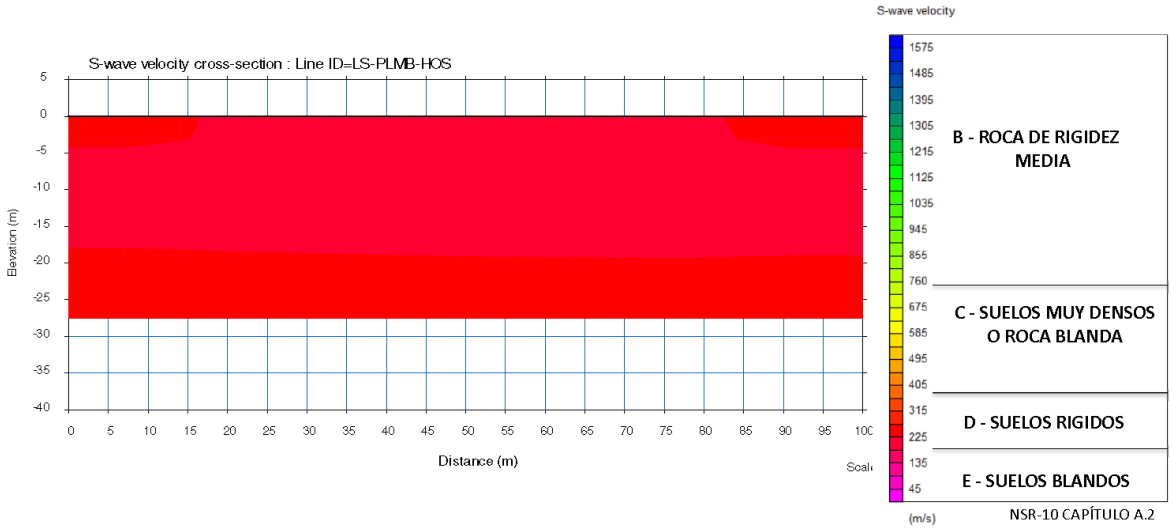


Figura 5.2.1-24 Resultados de línea MASW-MAM LS-PLMB-HOS

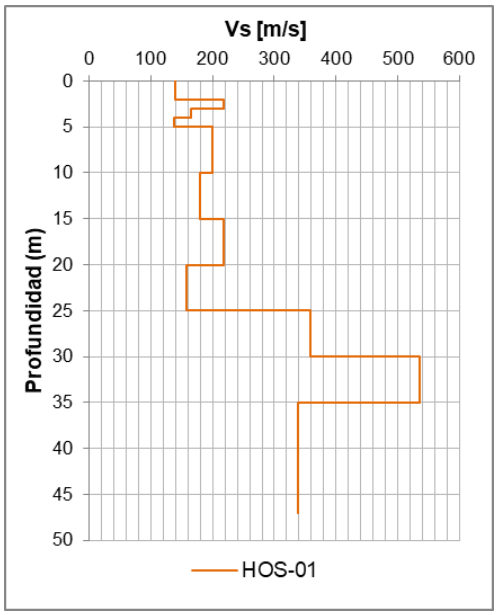


Figura 5.2.1-25 Perfil de V_s evaluado a partir de ensayo Down-Hole PT-HOS-1.

Los ensayos geofísicos MASW-MAM, Down-Hole y Bender Element son coherentes en sus resultados, obteniendo valores de aproximadamente 200 m/s en los primeros 30 metros de análisis.

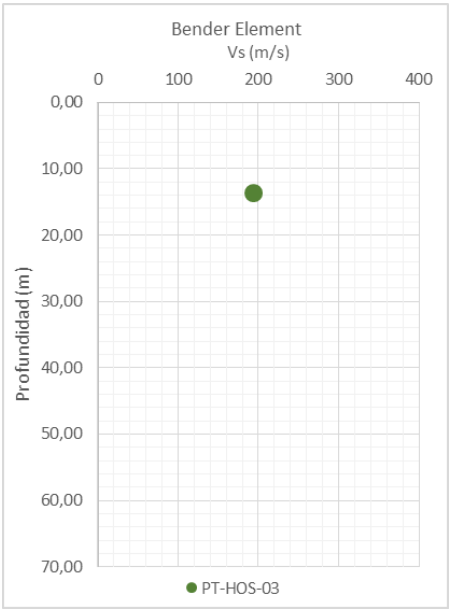


Figura 5.2.1-26 Velocidad de onda Vs (m/s) de ensayo Bender Element.

En la Tabla 5.2.1-46 se presentan los parámetros de diseño de resistencia, deformación y consolidación del Tramo 3.1. El perfil de suelo definido a partir de los parámetros de resistencia, coincide con el perfil de suelo obtenido con base en la línea sísmica, correspondiente a un perfil tipo D-Suelos Rígidos.

Tabla 5.2.1-46 Resumen de parámetros de diseño de Tramo 3.1

Estrato	Prof (m)	N_{60}	Su (kPa)	ϕ (°)	Es (MPa)	C_c	C_c	e_0
U1	0,00 - 15,00	4	73		6,37	0,74	0,06	0,75
U2	15,00 - 38,00	8	38		7,39	0,46	0,11	1,30
U3	38,00 - 54,00	40		31,00	21,40			
U4	54,00 - 70,00	50		37,00	53,60			

- Tramo 3.2.1

El tramo 3.2.1 se encuentra ubicado sobre la Avenida Caracas entre la Calle 9 y la Calle 13. Según la microzonificación sísmica de la ciudad de Bogotá, este tramo se encuentra en la zona Piedemonte B presentando las siguientes características:

- Entre 0 y 16 m de profundidad, está conformado por arcillas y arcillas limosas, con gravas de hasta 4 cm, humedad promedio de 26%, índice de plasticidad promedio de 20% y número de golpes promedio N_{60} de 25.
- El estrato U2 ubicado entre 16 y 31 m de profundidad, presenta arcillas y limos arcillosos con gravas y guijos de arenisca cuarzosa y algo de arena, humedad promedio de 37%, índice de plasticidad promedio de 22% y número de golpes promedio N_{60} de 24.
- Entre 31 y 55 m de profundidad se encuentran arcillas y limos arcillosos con gravas de arenisca cuarzosa y algo de arena, humedad promedio de 49%, índice de plasticidad promedio de 18% y número de golpes promedio N_{60} de 19.

- Por último, entre 55 y 70 m de profundidad se encuentran arcillolitas abirragadas, en contacto con suelo tipo IC, seguido de roca tipo IIA, que presenta RQD de 79%.

En la Tabla 5.2.1-47 se presenta la estratigrafía encontrada para del Tramo 3.2.1:

Tabla 5.2.1-47 Estratigrafía del Tramo 3.2.1

Estrato	Prof. (m)		Descripción
U1	0	16	(Qsa) Arcilla y arcilla limosa con tonalidades marrón amarilla a marrón oscura, con presencia de gravas de hasta 4 cm y contenido bajo a medio de materia orgánica, humedad baja a medio, plasticidad media a alta, consistencia medio firme.
U2	16	31	(Qsa) Arcilla y limo arcilloso color marrón oscuro a marrón amarillento, contenido de materia orgánica medio, con presencia de gravas y guijos de arenisca cuarzosa y algo de arena, humedad media a alta ,plasticidad alta a muy alta, consistencia medio firme.
U3	31	55	(Qsa) Arcilla y limo arcilloso con presencia de gravas de arenisca cuarzosa y algo de arena, contenido de materia orgánica de medio a alto, humedad media, plasticidad media, consistencia medio firme.
U4	55	70	(Tpb) Arcillolita abigarrada, con evidencia de contacto de contacto transicional con suelo tipo IC a Roca tipo IIA, RQD 79%.

Los valores de S_u relacionados en la Tabla 5.2.1-48 fueron obtenidos a partir del análisis estadístico de los valores de compresión inconfinada, veleta de campo, correlaciones a partir del valor de esfuerzo de pre-consolidación, CPTu y correlaciones a partir de SPT

Tabla 5.2.1-48 Valores de Su obtenidos por los 3 casos de análisis estadísticos estudiados

Estrato	Prof. (m)		Su (kPa)		
	de	a	Mediana	Intercuartil	Percentil 33
U1	0	16	39,8	27,5	43,7
U2	16	31	57,2	24,4	56,3
U3	31	55	23,9	49,1	17,0

En la siguiente figura, se presenta el perfil de velocidad de ondas de corte obtenidos a partir de la línea MASM-MAM LS-PLMB-CLL10. Adicionalmente, se presenta la velocidad de onda (V_s) obtenida a partir de ensayo Down-Hole en la perforación PT-CLL10-01. De acuerdo a los análisis realizados anteriormente, se evidencia que se presenta un perfil de Suelo tipo D – Suelos Rígidos.

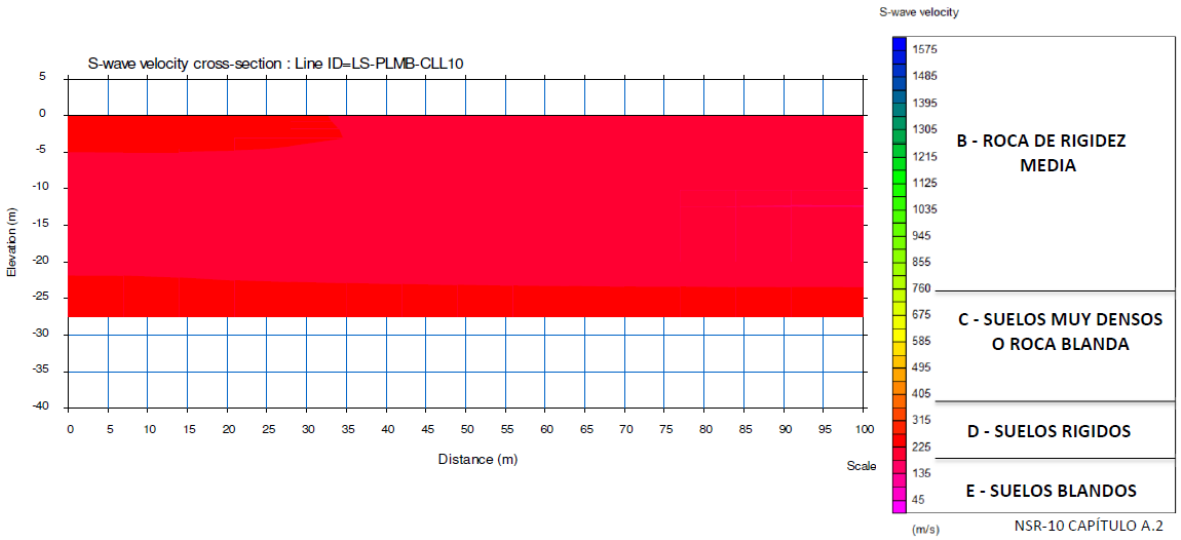


Figura 5.2.1-27 Resultados de línea MASW-MAM LS-PLMB-CLL10.

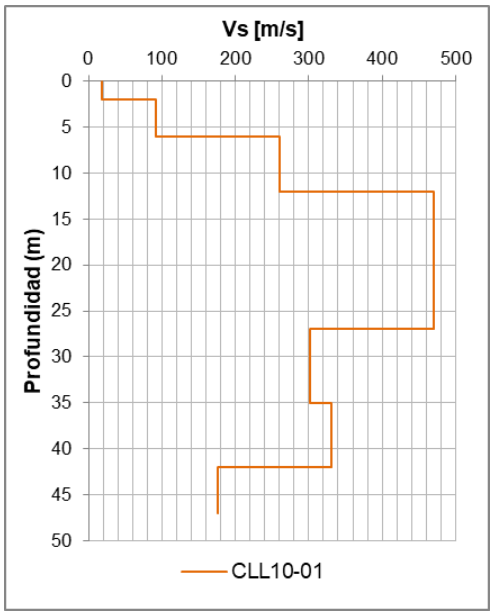


Figura 5.2.1-28 Perfil de V_s evaluado a partir de ensayo Down-Hole PT-Cll10-01

En la Tabla 5.2.1-49 se presentan los parámetros de diseño de resistencia, deformación y consolidación utilizados para el diseño de la cimentación de viaducto en el tramo 3.2.1.

Tabla 5.2.1-49 Resumen de parámetros de diseño de Tramo 3.2.1

Estrato	Prof (m)	N_{60}	Su (kPa)	σ_{ci} (MPa)	Es (MPa)	C_c	C_c	e_0
U1	0,00 - 16,00	15	37		20.57	0.55	0.09	1.00
U2	16,00 - 31,00	20	46		10.27	0.37	0.08	0.91
U3	31,00 - 55,00	18	30		13.33	0.34	0.04	1.57
U4	55,00 - 70,00	60		1,19	183.00			

- Tramo 3.2.2

El tramo 3.2.2 se encuentra ubicado sobre el corredor de la Avenida Caracas entre las Calles 13 y 31, en la zona Piedemonte B, de acuerdo a la microzonificación sísmica de Bogotá. El tramo 3.2.2 presenta un perfil comportamiento principalmente cohesivo, conformado por arcillas y arcillas limosas a lo largo de los 75m de exploración (Tabla 5.2.1-50).

Tabla 5.2.1-50 Estratigrafía del Tramo 3.2.2

Estrato	Prof. (m)		Descripción
U1	0	10	(Qsa) Arcillas y arcillas limosas color marrón oscuro a gris parduscas con presencia de gravas, humedad baja, plasticidad media a alta, consistencia medio firme.
U2	10	20	(Qsa) Arcillas y arcillas arenosas marrón pardusco, con presencia de gravas de arenisca y algo de materia orgánica, humedad media, plasticidad media a alta, consistencia medio firme.
U3	20	30	(Qsa) Arcillas con tonalidades marrón oscura, con presencia de materia orgánica y turba limo-arcillosa, con algo de gravas, humedad baja, plasticidad alta a muy alta, consistencia firme.
U4	30	41	(Qsa) Arcilla marrón oliva y gris pardusco, con algo de arenas y trazas de gravas, humedad media, plasticidad alta a muy alta, consistencia firme.
U5	41	60	(Qsa) Arcillas color gris con algo de arena, presencia de gravas, humedad muy bajas, plasticidad alta a muy alta, consistencia muy firme.

Para determinar el parámetro de diseño de Su se realizó un análisis estadístico en cada uno de los estratos a partir de los resultados de ensayos de compresión inconfinada, VST de campo, Veleta de Laboratorio, correlaciones a partir del resultados de DMT, correlaciones a partir de resultados de PMT, correlación a partir del valor de esfuerzo de pre-consolidación, correlaciones de SPT y valores de CPTu. En la Tabla 5.2.1-51 se presentan los valores obtenidos en los diferentes análisis estadísticos realizados, para los estratos U1, U2, U3 y U4.

Tabla 5.2.1-51 Resultados de los análisis estadísticos realizados en los estratos U1, U2, U3, y U4.

Estrato	Prof. (m)		Su (kPa)		
	de	a	Mediana	Intercuartil	Percentil 33
U1	0	10	49,9	44,2	74,3
U2	10,0	20,0	44,7	35,9	45,7
U3	20,0	30,0	52,4	47,8	52,5
U4	30,0	41,0	57,0	45,1	56,7

El estrato U1 presenta un valor promedio de Su de 56kPa; la resistencia al corte no drenada promedio del estrato U2 es de 42kPa; el estrato U3 presenta un valor de S_u promedio de 51kPa, por su parte el valor promedio del estrato U5 es de 53kPa y el valor promedio de S_u del estrato U6 es de 232kPa.

Para el Tramo 3.2.2 se realizó la línea MASM-MAM LS-PLMB-CLL26, en la cual se obtuvo una velocidad de onda de corte V_s promedio en los primeros 30m de 202.9/s, a partir de la cual se definió un perfil de suelo tipo D.

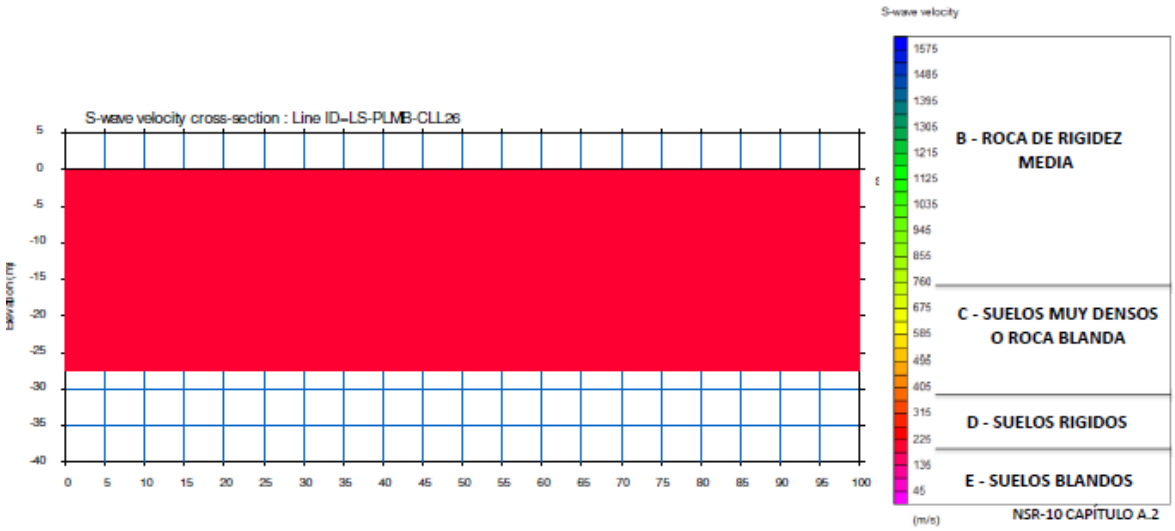


Figura 5.2.1-29 Resultados de línea MASW-MAM LS-PLMB-CLL26

En la tabla de Tabla 5.2.1-52 se presentan los parámetros de diseño de resistencia, deformación y consolidación utilizadas para el diseño de la cimentación de viaducto en el tramo 4.2.2. El perfil de suelo obtenido a partir de los parámetros de resistencia, coincide con el perfil obtenido a partir de la línea sísmica, es decir, perfil de suelo tipo D-Suelos Rígidos.

Tabla 5.2.1-52 Resumen de parámetros de diseño de Tramo 3.2.2

Estrato	Prof (m)	N_{60}	Su (kPa)	Es (MPa)	C_c	C_c	e_0
U1	0,00 - 10,00	4	56	22.40	0.54	0.08	1.15
U2	10,00 - 20,00	8	42	8.00	0.48	0.10	1.09
U3	20,00 - 30,00	15	51	26.24	0.34	0.08	0.81
U4	30,00 - 41,00	15	53	33.04	0.34	0.04	0.91
U5	41,00 - 70,00	15	232	35.90	0.29	0.04	0.81

- Tramo 3.2.3

El tramo 3.2.3 se encuentra ubicado sobre el corredor de la Avenida Caracas entre las Calle 30 y Calle 37, en la zona Piedemonte B, según microzonificación sísmica de Bogotá. En la perforación de 70 m ejecutada en este tramo, no se encontró roca de la formación Bogotá. En la Tabla 5.2.1-53 se presenta la estratigrafía definida para el Tramo 3.2.3, correspondiente a un perfil de suelo cohesivo, con predominancia de arcilla y arcillas arenosas de consistencia firme a muy firme, con intercalaciones de arena y lentes de materia orgánica, hasta los 35 m, profundidad a partir de la cual predomina el comportamiento granular.

Tabla 5.2.1-53 Estratigrafía del Tramo 3.2.3

Estrato	Prof. (m)		Descripción
U1	0	6	(Qsa) Arcilla y arcilla limosa color marrón oscura a beige, con presencia de arenas finas, fragmentos de grava y alto contenido de materia orgánica en los primeros 4m, humedad media a alta, plasticidad media, consistencia firme.
U2	6	12	(Qsa) Limo y limo arenoso color marrón oscuro con presencia de gravas,

Estrato	Prof. (m)		Descripción
			quijos y bloques de arenisca cuarzosa, humedad baja, plasticidad media, consistencia medio firme.
U3	12	22	(Qsa) Arcilla limosa y arcillas marrón oscuro con contenido de gravas y bloques de arenisca cuarzosa, con algo de arena de grano medio a grueso, humedad baja a media, plasticidad media a alta, consistencia medio firme.
U4	22	35	(Qsa) Arcilla color marrón oscuro con presencia de contenido orgánico en los primeros 4m, intercalación con gravas de arenisco y arena de granos medios, humedad baja, plasticidad alta a muy alta, consistencia medio firme.
U5	35	45	(Qsa) Gravas y bloques sub-angulares en matriz arcillosa de color marrón grisáceo, humedad media, plasticidad baja.
U6	45	70	Fracción gruesa de gravas a bloques de arenisca (Qza) en matriz arcillosa gris, muestra humedad baja a seca, no plástica ligeramente plástica.

Para determinar el parámetro de diseño de S_u se realizó un análisis estadístico en cada uno de los estratos a partir de los resultados de ensayos de compresión inconfinada, VST de campo, Veleta de Laboratorio, correlación a partir del valor de esfuerzo de pre-consolidación, correlaciones de SPT y valores de CPTu, en la Tabla 5.2.1-54 se presentan los valores obtenidos en los diferentes análisis estadísticos realizados.

Tabla 5.2.1-54 Resultado del análisis estadístico realizado a los estratos cohesivos del tramo 3.4.3

Estrato	Prof. (m)		Su (kPa)		
	de	a	Mediana	Intercuartil	Percentil 33
U1	0	6	48	93	89
U2	6	12	45	54	44
U3	12	22	51	42	49
U4	22	35	40	17	38

El estrato U1 presenta un valor promedio de Su de 77 kPa, la resistencia al corte no drenada promedio del estrato U2 es de 47 kPa, el estrato U3 presenta un valor de S_u promedio de 47 kPa y la unidad U4 presenta un S_u promedio de 32 kPa.

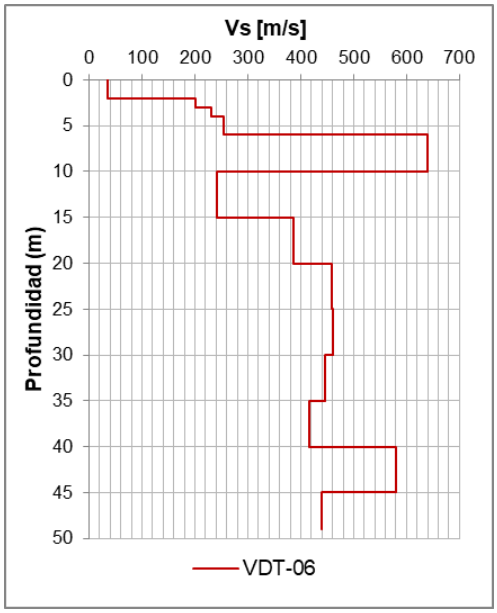


Figura 5.2.1-30 Perfil de V_s evaluado a partir de ensayo Down-Hole PT-PLMB-VDT-06

Para el tramo 3.4.3 se realizó un ensayo de Down-Hole en la perforación PT-PLMB-VDT-06, presentándose una velocidad de onda de corte promedio en los primeros 30 metros de 300 m/s, correspondiente a un perfil de suelo tipo D.

En la tabla de Tabla 5.2.1-55 se presentan los parámetros de diseño de resistencia, deformación y consolidación utilizados para el diseño de la cimentación de viaducto en el tramo 3.2.3. El perfil de suelo determinado a partir de los parámetros de resistencia coincide con perfil de suelo obtenido con la información de la línea sísmica, un perfil de tipo D-Suelos Rígidos.

Tabla 5.2.1-55 Resumen de parámetros de diseño de Tramo 3.2.3

Estrato	Prof (m)	N_{60}	Su (kPa)	ϕ (°)	Es (MPa)	C_c	C_c	e_0
U1	0,00 - 6,00	2	77		17.00	0.39	0.04	1.42
U2	6,00 - 12,00	9	43		17.10	0.25	0.03	0.61
U3	12,00 - 22,00	18	47		16.42	0.41	0.07	1.02
U4	22,00 - 35,00	18	32		13.57	0.98	0.01	1.81
U5	35,00 - 45,00	15		28	11.10			
U6	45,00 - 70,00	56		38	50.50			

- Tramo 3.3

El tramo 3.3 se encuentra ubicado sobre la Avenida Caracas entre la Calle 39 y la Calle 51, sobre a zona Piedemonte B según la microzonificación sísmica de la ciudad de Bogotá, presentando las siguientes características:

- Entre 0 y 8 m de profundidad, se encuentra conformado por arcillas y arcillas limosas color marrón, con intercalaciones de arena y contenido de materia orgánica, la humedad promedio de este estrato es de 46%, su índice de plasticidad promedio de 23% y el número de golpes promedio N_{60} de 18.
- El estrato U2 ubicado entre 8 y 26 m de profundidad, presenta arcillas y limos arenosos con intercalaciones de gravas finas y trazas de materia orgánica, humedad promedio de 32%, índice de plasticidad promedio de 21% y número de golpes promedio N_{60} de 22.
- Entre 26 y 40 m profundidad se encuentran arcillas limosas con intercalaciones de arena y algo de gravas, con humedad promedio de 29%, índice de plasticidad promedio de 22% y número de golpes promedio N_{60} de 42.
- Por último entre 40 y 70 m de profundidad se encuentra una arcillolita roja y gris.

En la Tabla 5.2.1-56 se describe la estratigrafía considerada para este tramo.

Tabla 5.2.1-56 Estratigrafía del Tramo 3.3

Estrato	Prof. (m)		Descripción
U1	0	8	(Qsa) Arcillas y arcillas limosas color marrón, con intercalaciones de arena y contenido de materia orgánica, humedad media a alta, plasticidad alta a muy alta, consistencia medio firme.
U2	8	26	(Qsa) Arcillas y limos arenosos color gris amarillento a marrón con intercalaciones de gravas finas, trazas de materia orgánica, humedad media a alta, plasticidad alta, consistencia medio firme.
U3	26	40	(Qsa) Arcillas limosas color gris pardusco a verdoso, con intercalaciones de arena, con algo de gravas, humedad baja, plasticidad alta, consistencia firme.

Estrato	Prof. (m)		Descripción
U4	40	70	(Tpb) Arcillolita roja y grises, en la perforación PT-PLMB-VDT-08 no se encontró la formación Bogotá, se presenta un deposito coluvial antiguo (Qc).

En la Tabla 5.2.1-57 se presentan los casos contemplados y que fueron evaluados a partir del análisis estadístico de los valores de compresión inconfinada, veleta de campo, correlaciones a partir del valor de esfuerzo de pre-consolidación, CPTu y correlaciones a partir de SPT.

Tabla 5.2.1-57 Valores de Su obtenidos por los 3 casos de análisis estadísticos estudiados

Estrato	Prof. (m)		Su (kPa)		
	de	a	Mediana	Intercuartil	Percentil 33
U1	0	8	44,7	24,9	82,0
U2	8	26	41,9	34,0	40,9
U3	26	40	62,1	56,3	62,3

En la Figura 5.2.1-31 se presenta el perfil de velocidad de ondas de corte obtenidos a partir de la línea MASM-MAM LS-PLMB-CLL45, donde se presenta una velocidad de onda de 186.2m/s. Adicionalmente, en la Figura 5.2.1-32 se presenta la velocidad de onda (V_S) evaluada a partir de ensayo Down-Hole PT-CLL45-03 y PT-PLMB-VDT-08. Las velocidades obtenidas corresponden a un perfil de Suelo tipo D – Suelos Rígidos.

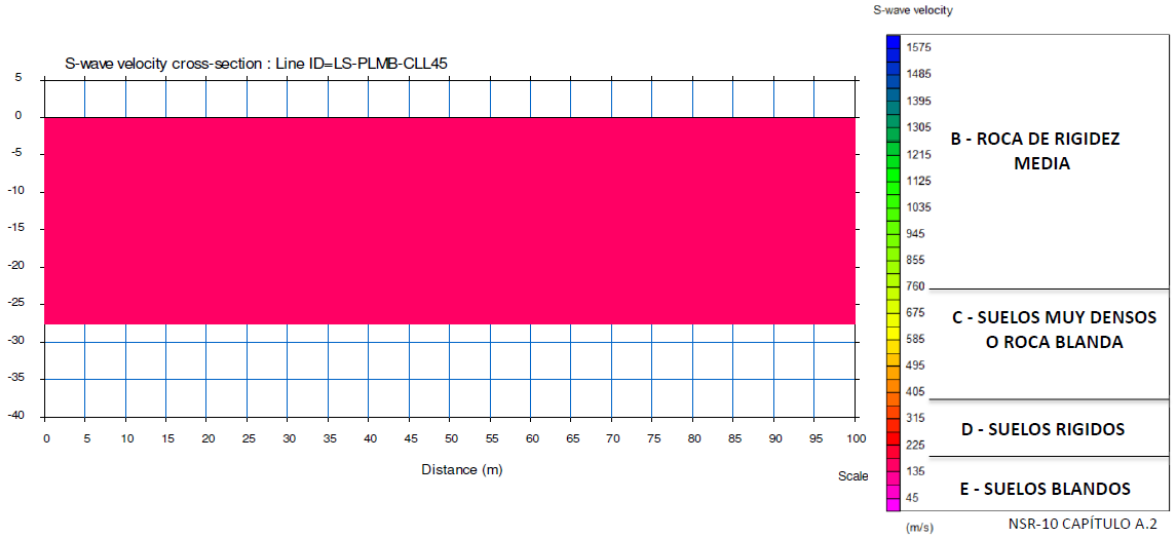


Figura 5.2.1-31 Resultados de línea MASW-MAM LS-PLMB-CLL45

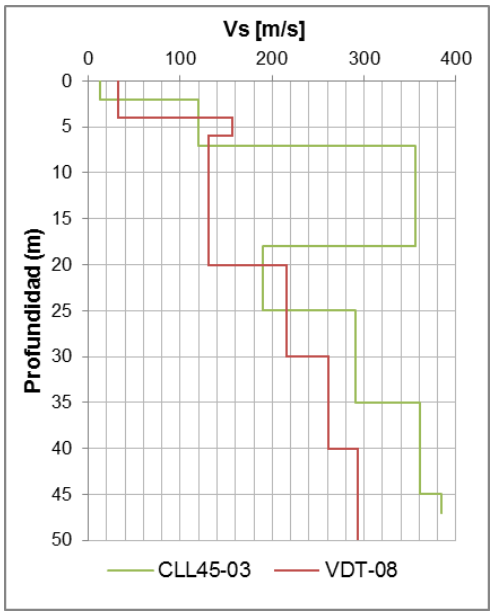


Figura 5.2.1-32 Perfil de V_s evaluado a partir de ensayo Down-Hole PT-CLL45-03 y PT-PLMB-VDT-08

En la Tabla 5.2.1-58 se presentan los parámetros de diseño de resistencia, deformación y consolidación utilizadas para el diseño de la cimentación de viaducto en el tramo 3.3.

Tabla 5.2.1-58 Resumen de parámetros de diseño de Tramo 3.3

Estrato	Prof (m)	N_{60}	Su (kPa)	σ_{ci} (MPa)	Es (MPa)	C_c	C_c	e_0
U1	0,00 - 8,00	16	51		5.85	0.31	0.04	1.46
U2	8,00 - 26,00	21	39		7.15	0.37	0.04	1.16
U3	26,00 - 40,00	32	60		15.58	0.37	0.04	0.97
U4	40,00 - 70,00	75	240	0.48	30.00	0.32	0.03	0.78

- Tramo 3.4.1

El tramo 3.4.1 se encuentra ubicado sobre el corredor de la Avenida Caracas entre las Calle 51 y Calle 53, en la zona Aluvial 100, según microzonificación sísmica de Bogotá. Este tramo se dividió en 4 tramos debido a la presencia de roca a diferentes profundidades. En la Tabla 5.2.1-59 se presenta la estratigrafía del Tramo 3.4.1, la cual consiste en los primeros 29m en niveles cohesivos de arcillas y arenas de la Formación Sabana (Qsa), seguido por arcillolitas rojizas y areniscas de color gris de la Formación Bogotá (Tpb). Las rocas de la Formación Bogotá se encuentran fracturadas, con valores de RQD del 45% en los primeros metros y valores cercanos al 70% a profundidades mayores. Las rocas de la Formación Bogotá, también se encuentran meteorizadas, con un perfil de meteorización donde se diferencian los niveles IIA y IIB.

Tabla 5.2.1-59 Estratigrafía del Tramo 3.4.1

Estrato	Prof. (m)		Descripción
U1	0	12	(Qsa) Arcilla de tonalidad beige a grisáceas, lentes de arenas blancas-amarillas de grano fino, trazas de materias orgánicas, humedad media a alta, plasticidad baja a media, consistencia blanda.
U2	12	21	(Qsa) Limo arenoso y arcilla arenosa grisácea, con intercalaciones de arenas de granos finos, lentes de turba negra, contenido bajo a medio de materia orgánica, humedad alta, plasticidad media a alta, consistencia medio firme.
U3	21	29	(Qsa) Arcilla grisácea y limo arenoso, con intercalaciones de arena fina algo arcillosa, contenido de materia orgánica baja, humedad baja, plasticidad baja a media, consistencia firme.
U4	29	70	(Tpb) Arcillolitas grisáceas a rojas y areniscas grisáceas, fracturadas con perfil de meteorización IIA a IIB y RQD de 45% en los primeros 3,0m a 60-76% en profundidad.

Para determinar el parámetro de diseño de S_u se realizó un análisis estadístico en cada uno de los estratos a partir de los resultados de ensayos de compresión inconfinada, DMT, VST de campo, correlación a partir del valor de esfuerzo de pre-consolidación, correlaciones de SPT y valores de CPTu (Tabla 5.2.1-60).

Tabla 5.2.1-60 Resultado del análisis estadístico realizado en el tramo 3.4.1

Estrato	Prof. (m)		Su (kPa)		
	de	a	Mediana	Intercuartil	Percentil 33
U1	0	3	20,6	19,3	21,6
U2	3	15	32,9	33,2	32,6
U3	15	25	98,1	98,1	98,1

En la Tabla 5.2.1-61 se presentan los parámetros de diseño de resistencia, deformación y consolidación utilizados para el diseño de la cimentación de viaducto en el tramo 4.3.1, al revisar el perfil de suelo a partir de los parámetros de resistencia un perfil de tipo D-Suelos Rígidos.

Tabla 5.2.1-61 Resumen de parámetros de diseño de Tramo 3.4.1

Estrato	Prof (m)	N_{60}	Su (kPa)	σ_{ci} (MPa)	Es (MPa)	C_c	C_c	e_0
U1	0,00 - 12,00	4	21		10.3	0.55	0.08	1.2
U2	12,00 - 21,00	6	33		16.5	1.01	0.16	2.1
U3	21,00 - 29,00	9	98		49.1	0.18	0.02	0.9
U4	29,00 - 70,00	75		1.02	46.0			

- Tramo 3.4.2

El tramo 3.4.2 se encuentra ubicado sobre el corredor de la Avenida Caracas entre las Calle 53 y Calle 60, en la zona Aluvial 100, según la microzonificación sísmica de Bogotá. En la perforación de 60 m ejecutada en este tramo, no se encontró la Formación Bogotá. En la Tabla 5.2.1-62 se presenta la estratigrafía del Tramo 3.4.2, correspondiente a un perfil de suelo cohesivo, con predominio de arcilla y arcillas arenosas que presentan consistencia firme a muy firme, con intercalaciones de arena y lentes de materia orgánica.

Tabla 5.2.1-62 Estratigrafía del Tramo 3.4.2

Estrato	Prof. (m)		Descripción
U1	0	12	(Qsa) Arcillas con tonalidades gris verdosas, con presencia de arena gruesa y gravas finas angulosas, humedad baja a media, plasticidad alta a muy alta, consistencia medio firme.
U2	12	25	(Qsa) Arcillas arenosas color gris verdoso, intercalaciones de arena fina suelta, algo de materia orgánica, humedad media a alta, plasticidad muy alta, consistencia medio firme.
U3	25	43	(Qsa) Arcillas arenosas color marrón oscuro a marrón claro, intercalaciones de arenas finas de color gris verdorso, trazas de madera, humedad baja, plasticidad baja a media, consistencia firme.
U4	43	70	(Qsa) Arcillas arenosas de color marrón y gris claro, intercalación de arenas finas algo arcillosas, entre 47 y 48m se presentan arcillas limosa con presencia de materia orgánica, humedad baja, plasticidad baja a media, consistencia muy firme.

Para determinar el parámetro de diseño de S_u se realizó un análisis estadístico en los estratos U1, U2 y U3, a partir de los resultados de ensayos de compresión inconfinada, VST de campo, DMT, correlación a partir del valor de esfuerzo de pre-consolidación, correlaciones de SPT y valores de CPTu, en la Tabla 5.2.1-63 se presentan los valores obtenidos en los diferentes análisis estadísticos realizados, siendo el valor de diseño el valor promedio dichos datos.

Tabla 5.2.1-63 Resultados del análisis estadístico en los estratos U1, U2 y U3 del tramo 3.4.2

Estrato	Prof. (m)		Su (kPa)		
	de	a	Mediana	Intercuartil	Percentil 33
U1	0,0	12,0	34,9	46,2	44,7
U2	12,0	25,0	33,2	25,2	32,4
U3	25,0	43,0	62,2	62,2	62,2

En la Tabla 5.2.1-64 se presentan los parámetros de resistencia, deformación y consolidación utilizados para el diseño de la cimentación de viaducto en el Tramo 3.4.2, los cuales son característicos de un perfil de suelo tipo E - suelos blandos.

Tabla 5.2.1-64 Resumen de parámetros de diseño de Tramo 3.4.2

Estrato	Prof (m)	N_{60}	Su (kPa)	Es (MPa)	C_c	C_c	e_0
U1	0,00 - 12,00	11	42	16.1	2.23	0.18	3.1
U2	12,00 - 25,00	32	30	8.6	1.90	0.17	2.6
U3	25,00 - 43,00	61	62	18.1	0.22	0.02	0.8
U4	43,00 - 70,00	60	135	21.2	0.32	0.04	0.8

- Tramo 3.4.3

El Tramo 3.4.3 se encuentra sobre el corredor de la Avenida Caracas entre las Calle 60 y Calle 64, en la zona Aluvial 100, según la microzonificación sísmica de Bogotá. En la Tabla 5.2.1-65 se presenta la estratigrafía del Tramo 3.4.3, donde se encuentra un perfil de suelo cohesivo compuesto por arcillas limosas de consistencia medio firme, en los primeros 33.0m. A partir de los 45.0m se encuentran arcillolitas abigarrados de la Formación Bogotá (Tpb).

Tabla 5.2.1-65 Estratigrafía del Tramo 3.4.3

Estrato	Prof. (m)		Descripción
U1	0	11	(Qsa) Arcillas limosas color marrón oscuro con algunas gravas de hasta 1cm, contenido medio a alto de materia orgánica, humedad baja a media, plasticidad alta a muy alta, consistencia medio firme.
U2	11	25	(Qsa) Arcillas limosas con tonalidades grisáceas a marrón oscuro, presencia de arenas arcillosas y gravas angulas a sub-angulares, presencia de materia orgánica, humedad media a alta, plasticidad alta a muy alta, consistencia firme.
U3	25	33	(Qsa) Arcillas algo arenosas, con presencia de materia orgánica y gravas angulosas a sub-angulosas, humedad baja, plasticidad media a baja, consistencia medio firme.
U4	33	45	(Qsa) Arena fina color marrón medio y gris verdoso, con intercalaciones de arcillas color rojizo claro, materia orgánica de color marrón oscuro de 43 - 45 m, ligeramente húmedo, densidad medio suelta.
U5	45	70	(Tpb) Arcillolita color rojo claro con manchas grises, dura.

Para determinar el parámetro de diseño de S_u se realizó un análisis estadístico en cada uno de los estratos a partir de los resultados de ensayos de compresión inconfinada, VST de campo, Veleta de Laboratorio, correlación a partir del valor de esfuerzo de pre-consolidación, correlaciones de SPT y valores de CPTu. En la Tabla 5.2.1-66 se presentan los valores obtenidos en los diferentes análisis estadísticos realizados.

Tabla 5.2.1-66 Resultado del análisis estadístico realizado a los estratos cohesivos del tramo 3.4.3

Estrato	Prof. (m)		Su (kPa)		
	de	a	Mediana	Intercuartil	Percentil 33
U1	0	11	36,2	38,7	39,0
U2	11	25	80,3	33,8	74,9
U3	25	33	59,5	42,5	60,0

Para el tramo 3.4.3 se realizó la línea MASM-MAM LS-PLMB-CLL63 (Figura 5.2.1-33), a partir de la cual se evidencia la presencia de un perfil de suelos rígidos en el trazado, con una velocidad de onda de corte promedio en los primeros 30 metros de 167.9m/s, correspondiente a un perfil de suelo tipo D.

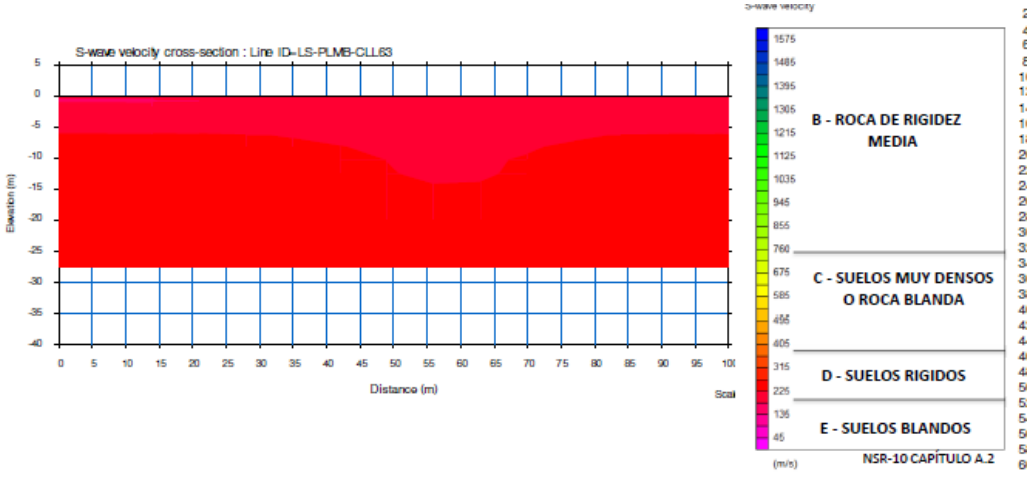


Figura 5.2.1-33 Resultados de línea MASW-MAM LS-PLMB-CLL63

En la Tabla 5.2.1-67 se presentan los parámetros de diseño de resistencia, deformación y consolidación utilizados para el diseño de la cimentación de viaducto en el tramo 2.5. El perfil de suelo obtenido a partir de los parámetros de resistencia corresponde al perfil de suelo determinado con base en la línea sísmica, de tipo D-Suelos Rígidos.

Tabla 5.2.1-67 Resumen de parámetros de diseño de Tramo 3.4.3

Estrato	Prof (m)	N_{60}	Su (kPa)	ϕ (°)	σ_{ci} (MPa)	Es (MPa)	C_c	C_c	e_0
U1	0,00 - 11,00	4	38			5.6	0.58	0.13	1.70
U2	11,00 - 25,00	6	63			10.3	1.06	0.13	1.80
U3	25,00 - 33,00	9	54			14.5	0.39	0.04	1.47
U4	33,00 - 45,00	19		28.0		45.5			
U5	45,00 - 75,00	75			0.50	130.2	0.35	0.04	0.586

- Tramo 3.4.4

El tramo 3.4.4 se encuentra sobre el corredor de la Avenida Caracas entre las Calle 64 y Calle 71, en la zona Aluvial 100, según la microzonificación sísmica de Bogotá. En la Tabla 5.2.1-68, se presenta la estratigrafía del Tramo 3.4.4, la cual corresponde a un perfil cohesivo con presencia de arcillas de consistencia medio firme a firme. En los primeros 30m, se presentan restos vegetales y presencia de turbas, las cuales se evidencian en los mayores porcentajes de humedad natural e índice de plasticidad de la U1. Los estratos U2 y U3 presentan valores de humedad promedio de 20% e índices de plasticidad menores a 30%. A los 65 metros se encuentran arcillolitas de tonos rojizos abigarrados de la Formación Bogotá (Tpb), las cuales muestran un perfil de meteorización donde se diferencian los niveles IIA y IIB, fracturamiento bajo a moderado con RQD entre 40 y 90% y resistencia blanda. Cabe destacar que rocas de la Formación Bogotá fueron encontradas a profundidades de 66.70m en la perforación PT-PLMB-VDT-12 y de 52.0m en la perforación PT-PLMB-VDT-11.

Tabla 5.2.1-68 Estratigrafía del Tramo 3.4.4

Estrato	Prof. (m)		Descripción
U1	0	30	(Qsa) Arcillas de tonalidades beige a marrón oscuro, con presencia de restos vegetales y turba limo-arcillosa de color negro, intercalaciones de arenas de grano medio sueltas, con humedad moderada a media, plasticidad media a alta, consistencia medio firme.
U2	30	45	(Qsa) Arcillas de color beige a marrón oscuro, con intercalaciones esporádicas de arenas beige de grano fino, algo de gravas de areniscas cuarzosas de grano fino, contenido de materia orgánica medio a bajo, humedad baja a media, plasticidad media a alta, consistencia firme.
U3	45	65	(Qsa) Arcillas de tonalidades beige a grisáceas con algunos fragmentos de gravas de areniscas cuarzosas blancas, lentes de arena de grano fino, presencia de niveles de turba limo-arcillosa negra (espesor máximo 5mm), humedad baja, plasticidad media a baja, consistencia firme.
U4	65	75	(Tpb) Arcilliolitas grisáceas a amarillo o rojo abigarrado, presenta oxidación violácea en fracturas y superficie, perfil de meteorización de IIA a IIB, humedad baja a media, plasticidad media a baja, RQD de 40 a 90%

Dada la poca cantidad de datos de resistencia al corte no drenada en los estratos U2 y U3, producto de la dificultad de realizar ensayos in-situ y extracción de muestras inalteradas por la presencia de lentes de grava y arenas en el perfil, el análisis estadístico para determinar los parámetro de diseño de S_u se realizó únicamente para el estrato U1. En la Tabla 5.2.1-69 se presentan los valores obtenidos en el estrato U1 a partir de los diferentes análisis estadísticos

realizados. Para determinar el valor promedio de S_u para el estrato U2, se utilizó el promedio de los resultados obtenidos con Dilatómetro de Marchetti (DMT), mientras que para el estrato U3 se tomó el promedio a partir de correlaciones de SPT, únicos ensayos presentes a esa profundidad.

Tabla 5.2.1-69 Resultados de análisis estadístico para el estrato U1 del tramo 3.4.4

Estrato	Prof. (m)		Su (kPa)		
	de	a	Mediana	Intercuartil	Percentil 33
U1	0,0	30,0	51,0	29,2	51,8

En la Tabla 5.2.1-70 se presentan los parámetros de diseño de resistencia, deformación y consolidación utilizados para el diseño de la cimentación de viaducto en el tramo 3.4.4, correspondientes a un suelo de perfil de tipo E.

Tabla 5.2.1-70 Resumen de parámetros de diseño de Tramo 3.4.4

Estrato	Prof (m)	N_{60}	Su (kPa)	σ_{ci} (MPa)	Es (MPa)	C_c	C_c	e_0
U1	0,00 - 30,00	19	44		9.4	0.58	0.08	1.49
U2	30,00 - 45,00	25	55		16.5	0.19	0.02	0.98
U3	45,00 - 65,00	32	65		19.5	0.21	0.02	0.59
U4	65,00 - 70,00	30		0.70	205.0			

- Tramo 3.5

El tramo 3.5 ubicado en el corredor de la Av. Caracas entre las calles 71 y 77, es el único tramo del trazado que se ubica en Lacustre 200, según la microzonificación sísmica de la ciudad de Bogotá. La estratificación del tramo se presenta en la Tabla 5.2.1-71, en la cual se evidencia la presencia de arcillas y limos muy plásticos, con valores promedio del índice de plasticidad de 85% y contenidos de humedad natural mayores a 120%, para los primeros 35m. En la unidad U5 se presentan lentes de arena y gravas, provocando una disminución de la plasticidad del estrato, con valores promedio de 30%. El estrato de (U6) es granular, compuesto por arenas finas, de plasticidad baja a no plástica.

Tabla 5.2.1-71 Estratigrafía del Tramo 3.5

Estrato	Prof. (m)		Descripción
U1	0	4	(Qsa) Arcilla marrón oscura, presencia de turba, restos vegetales, con fragmentos de gravas de areniscas grisáceas cuarzosas, humedad alta, plasticidad alta a muy alta, consistencia muy blanda.
U2	4	23	(Qsa) Arcilla y arcilla limosa marrón oscura a gris oliva, con trazas de arena fina y gruesa, trazas de gravas finas, entre 20 - 22m presencia de turbas y materia orgánica, humedad muy alta, plasticidad muy alta, consistencia de blanda a muy blanda.
U3	23	35	(Qsa) Arcilla y arcilla limosa de tonalidad grisácea a beige, presencia de materia orgánica, turba y restos vegetales, presencia de lentes de arena de granos finos, trazas de gravas sub-angulares, humedad alta, plasticidad media a alta, consistencia medio firme a firme.
U4	35	45	(Qsa) Arcilla de tonalidades marrón oliva a grisácea, con presencia de turba negra limo-arcillosa y restos vegetales, algo de arena y fragmentos de gravas de grano fino, humedad media, plasticidad media a alta, consistencia firme.
U5	45	62	(Qsa) Arcilla y arcilla arenosa de color gris verdoso a gris pardusco, con presencia de arenas finas a gruesas y lentes de gravas gruesas sub-redondeadas y angulosas de hasta 8 cm, presencia de materia orgánica,

Estrato	Prof. (m)		Descripción
			húmeda media a muy alta, plasticidad alta a muy alta, consistencia medio firme.
U6	62	81	(Qsa) Arenas de grano fino a medio de tonalidades blancas y amarillas, con algunos fragmentos de gravas redondeadas de arenisca, con algo de arcilla arenosa, humedad muy baja, plasticidad baja a no plásticas, densas.

Para determinar el parámetro de diseño de S_u se realizó un análisis estadístico en cada uno de los estratos a partir de los resultados de ensayos de compresión inconfinada (C.I.), VST de campo, Veleta de laboratorio, penetrómetro de bolsillo (R_{pi}), ensayos DMT, ensayos PMT, correlación a partir del valor de esfuerzo de preconsolidación, correlaciones de SPT y valores de CPTu. En la Tabla 5.2.1-72 se presentan los valores obtenidos en los diferentes análisis estadísticos realizados. Cabe destacar que por el número de datos presentes en la U1, no se pudo ponderar el valor de S_u por el análisis de Intercuartiles, por lo cual el valor promedio de este estrato corresponde al valor de la mediana y del percentil 33.

Tabla 5.2.1-72 Resultados de Su obtenidos a partir del análisis estadístico.

Estrato	Prof. (m)		Su (kPa)		
	de	a	Mediana	Intercuartil	Percentil 33
U1	0,0	4,0	15,1		14,9
U2	4,0	23,0	16,0	13,4	15,5
U3	23,0	35,0	28,6	18,7	27,7
U4	35,0	45,0	50,0	146,3	40,7
U5	45,0	62,0	41,2	12,2	36,7

En el tramo 3.5 se realizaron las líneas de refracción sísmica MASM-MAM LS-PLMB-CLL76 y LS-PLMB-CLL72 (Figura 5.2.1-34 y Figura 5.2.1-35) y un ensayo Down-Hole en la perforación PT-PLMB-VDT-13 (Tabla 5.2.1-73). En la línea sísmica de la Calle 76 se evidencia la presencia de suelos blandos a partir de una velocidad de onda de corte promedio de 106.1m/s en los primeros 30 metros.

En el caso de la línea sísmica realizada en la estación de la calle 72, se presenta una velocidad de onda de corte (V_s) promedio de 76.1m/s en los primeros 30m. Los resultados del ensayo Down-Hole realizado en la perforación PT-PLMB-VDT-13, arrojan una velocidad de onda de corte de 81.1m/s en los primeros 30m. A partir de los tres ensayos dinámicos realizado in-situ se clasifica el perfil de suelo como de tipo E.

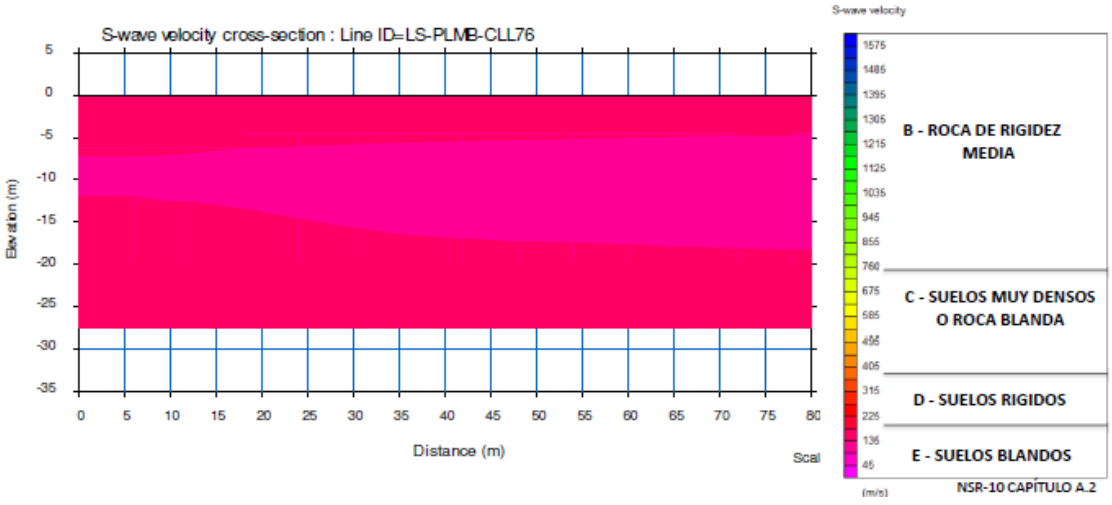


Figura 5.2.1-34 Resultados de línea MASW-MAM LS-PLMB-CLL76

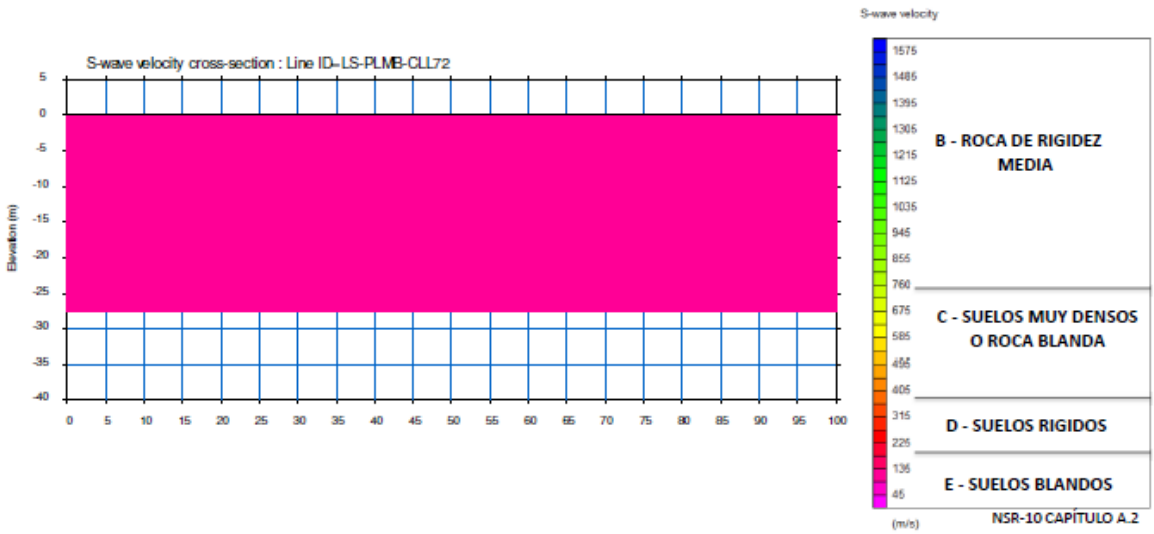


Figura 5.2.1-35 Resultados de línea MASW-MAM LS-PLMB-CLL72

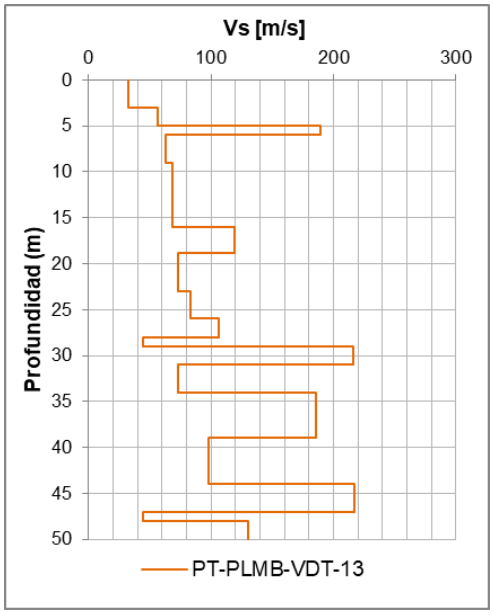


Figura 5.2.1-36 Curva de V_s obtenida del ensayo Down-Hole PT-PLMB-VDT-13

En la Tabla 5.2.1-73 se presentan los parámetros de diseño de resistencia, deformación y consolidación utilizadas para el diseño de la cimentación de viaducto en el tramo 3.5, los cuales conllevan a clasificar el perfil de suelo como de tipo E - Suelos Blandos.

Tabla 5.2.1-73 Resumen de parámetros de diseño de Tramo 3.5

Estrato	Prof (m)	N_{60}	Su (kPa)	ϕ (°)	Es (MPa)	C_c	C_c	e_0
U1	0,00 - 4,00	4	15		1.6	1.09	0.12	3.436
U2	4,00 - 23,00	6	15		2.8	1.43	0.21	2.673
U3	23,00 - 35,00	8	25		9.7	0.51	0.09	1.000
U4	35,00 - 45,00	8	79		23.6	0.76	0.09	1.768
U5	45,00 - 62,00	16	30		10.1	0.58	0.06	1.507
U6	62,00 - 70,00	20		31	30.5			

5.2.1.10 Suelos

El suelo es un cuerpo natural que comprende sólidos (minerales y materia orgánica), líquidos y gases que ocurren en la superficie de la tierra, que ocupa un espacio, y que se caracteriza por horizontes o capas que se distinguen del material inicial como resultado de las adiciones, pérdidas, transferencias y transformaciones de energía y materia o por la habilidad de soportar plantas enraizadas en un ambiente natural (USDA, 2010).

El suelo es un recurso natural esencial que cumple funciones fundamentales dentro de los ecosistemas; es el elemento integrador entre las distintas esferas del planeta (pedósfera, hidrósfera, atmósfera, geósfera, biósfera) y constituye además, medio para el crecimiento de plantas naturales y cultivadas, filtro natural para el agua superficial y subterránea, sitio de ciclaje de nutrientes y descomposición de residuos orgánicos, productor y almacenador de gases y hábitat de una variada biodiversidad, entre otros (IGAC, 2003).

Para la ciudad de Bogotá, de acuerdo con lo presentado en el Decreto 190 de 2004, que conforma el Plan de Ordenamiento Territorial, se clasifica el suelo de la siguiente manera:

- Suelo Urbano: El suelo urbano lo constituyen las áreas del territorio distrital destinadas a usos urbanos que cuentan con infraestructura vial, redes primarias de energía, acueducto y alcantarillado, posibilitándose su urbanización y edificación, según sea el caso. Pertenecen a esta categoría aquellas zonas con procesos de urbanización incompletos, comprendidos en áreas consolidadas con edificación al igual que en las áreas del suelo de expansión que sean incorporadas.
- Suelo de Expansión Urbana: Está constituido por la porción del territorio Distrital, que se habilitará para el uso urbano durante la vigencia del presente Plan de Ordenamiento Territorial, según lo determinen los programas de ejecución. Este territorio sólo podrá incorporarse al perímetro urbano mediante planes parciales.
- Suelo Rural: Está constituido por los terrenos no aptos para el uso urbano, por razones de oportunidad, o por su destinación a usos agrícolas, ganaderos, forestales, de explotación de recursos naturales y actividades análogas.

Sin embargo, y de acuerdo con el concepto jurídico con fecha del 18 de octubre del año 2017, emitido por la secretaria distrital de planeación, el cual se basa también en lo dispuesto en el Decreto 190 de 2004, así como en el decreto distrital 319 de 2006 (Plan Maestro de Movilidad), para dicha secretaria, “la instalación, construcción y localización de infraestructuras, como las relacionadas con el Patio-Taller, en su connotación de pobra publica y, por ende, como una de las manifestaciones de la acción urbanística, que a su vez es la materialización de la función pública de urbanismo, no requiere de la aplicación de instrumentos de planeación, ni de permisos

urbanísticos y/o licencias urbanísticas, de acuerdo con lo establecido en especial en os artículos 3 y 8 de la Ley 388 de 1997 y el articulo 192 del decreto Ley 019 de 2012."

El concepto jurídico, concluye que, no se requiere de actuaciones, procedimientos o instrumentos para la construcción e implantación del Patio-Taller para el metro de Bogotá en predios que se localizan en suelos clasificados como de expansión urbana en el POT y que conforme a las normas establecidas y estudiadas, no se requiere licencia urbanística para la construcción de proyectos de infraestructura de la red férrea, a la cual pertenece el metro.

Teniendo en cuenta la clasificación del POT y de acuerdo con el Estudio General de Suelos y Zonificación de Tierras del Departamento de Cundinamarca (IGAC, 2000), el total del trazado del PLMB, a excepción del área contemplada para la construcción del Patio-Taller, se encuentra por completo distribuido en Zona urbana y son suelos que ya no presentan las condiciones originales debido a la intervención antrópica que se ha presentado intensamente en el perímetro urbano de Bogotá, lo cual ha jugado un papel importante al modificar significativamente las propiedades de los suelos.

En el área clasificada como "Suelo de Expansión Urbana", se alcanza a contemplar la construcción y operación del Patio-Taller y, de acuerdo al Estudio de Suelos de Cundinamarca (IGAC, 2000), los suelos se ubican en la unidad cartográfica denominada RMOa, que corresponden a la asociación *AericEpiaquents* (60%) - *FluvaquenticEndoaquepts* (40%) y que se caracterizan por estar formados a partir de depósitos clásticos hidrogénicos, con sectores mantos de ceniza volcánica en algunos sectores, típicos del plano de inundación del Río Bogotá; presentan un relieve ligeramente plano a ligeramente inclinado, con pendientes 1 a 7 %; muy superficiales, pobre a muy pobremente drenados, de texturas finas, reacción fuerte a medianamente ácida, saturación de aluminio media a baja y fertilidad moderada. Sin embargo, de acuerdo con lo observado en campo, la zona destinada para la construcción del Patio-Taller, se ubica sobre planicies principalmente conformadas por material de relleno (escombros y residuos de construcción).

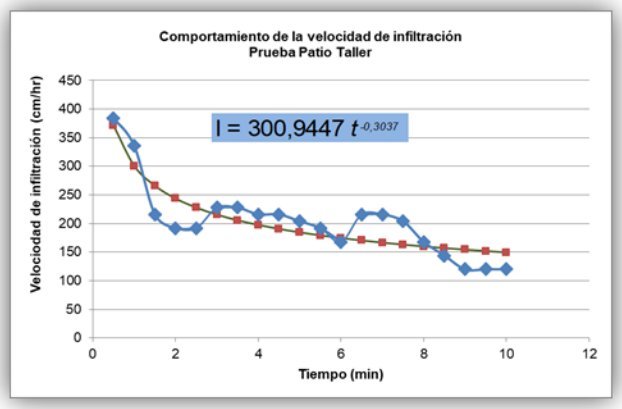
A continuación se realiza la descripción del perfil encontrado en el área destinada para la construcción del Patio-Taller (Fotografía 5.2.1-2 y Tabla 5.2.1-74):

Fotografía 5.2.1-2: Perfil en Patio-Taller. Suelo de relleno antrópico en Clima frio, seco
Fuente: INGETEC, 2017

Tabla 5.2.1-74 Información Tomada del Perfil Descrito en Campo

UBICACIÓN					
Departamento	Cundinamarca	**Municipio**	Bogotá D.C.	**Localidad**	Bosa
Altitud	2544 m		**Fecha**		18-08-2017
Coordenadas Datum Magna Sirgas Origen Bogotá			**Este**		986 719
			Norte		1 005 498
DATOS DE CAMPO					
Paisaje	Planicie		**Tipo de Relieve**		Rellenos antrópicos
Clima	Frio, seco	**Pendiente (%)**	0 – 3%	**Erosión**	No apreciable
Afloramientos rocosos (%)	0	**Pedregosidad superficial**	No	**Profundidad efectiva**	Superficial (50 cm)
Drenaje natural	Excesivamente drenado	**Nivel freático**	No se encontró	**Inundabilidad**	No
Zona de vida	Bosque Seco Montano Bajo (bs-MB)	**Cobertura vegetal**	Pastos	**Uso actual**	Conservación
PROPIEDADES FISICAS					
Horizonte	Ap1		Ap2		A
Profundidad (cm)	0 - 25		25 - 60		60 – 90
Limites	Difuso			Difuso	
Color en húmedo	7.5 YR 4/4 Marrón		10 YR 3/4 Marrón oscuro		10 YR 5/3 Marrón mate
Textura	A		AF		Ar
Estructura	Bloques subangulares		Granular		Bloques subangulares
Macrorganismos	Si		Si		No
Raicillas	Si		Si		No
PROPIEDADES QUÍMICAS					
pH	5,5		4,5		5,0
Reactividad HCL	Nula		Nula		Nula
Reactividad H_2O_2	Moderada		Leve		Fuerte
Reactividad NaF	Nula		Nula		Nula

DESCRIPCIÓN
Ubicado en predio de la empresa de Acueducto y Alcantarillado de Bogotá D.C., sobre zona de rellenos antrópicos entre el Canal Cundinamarca y el Río Bogotá. Ap1: Suelo antrópico arenoso de color marrón, con gravas de 2 a 8 cm, color amarillo, estructura de Bloques subangulares de grado medio; fácil penetración durante la construcción de la calicata. Se evidencia presencia de lombriz de tierra; gran cantidad de raicillas medias y finas. No plástico y poco pegajoso. Ap2: el cambio desde la capa superior, se presenta con un cambio en la resistencia a la penetración, hacia un material más compactado; gravillas de 1 a 3 cm; estructura granular con desarrollo medio; se evidencia actividad de macrorganismos y abundante cantidad de raicillas finas y muy finas. Poco plástico y poco pegajoso. A: con un cambio difuso desde la capa superior, hacia un horizonte arcilloso y más consolidado, con resistencia moderada a la penetración; no se evidencia actividad de macrorganismos ni presencia de raicillas; plástico y pegajoso en húmedo.



Infiltración Básica: 151,96 cm/hr - Muy rápida
Fuente: INGETEC, 2017.

5.2.1.10.1 Capacidad de uso de los suelos (uso potencial) y su relación con el proyecto

Después de conocer los suelos de una zona determinada y el patrón de distribución en la dimensión espacial, el objetivo más importante de los levantamientos agrológicos es la definición de su capacidad de uso y las prácticas de manejo, de tal manera que en el área de estudio, las acciones encaminadas a la conservación, preservación y/o restauración del medio natural, se ejecuten de acuerdo con la vocación de las tierras y a los requerimientos de protección cuando son vulnerables ante la acción de los factores ambientales y la actividad del hombre (IGAC, 2010).

Considerando lo anterior, y para establecer el uso potencial del suelo y su relación con el proyecto, se procedió a revisar y comparar la información y reglamentación referente a usos de los suelos, contenida en el instrumento de ordenamiento territorial de la ciudad de Bogotá, con el fin de identificar los principales usos reglamentados especialmente para el perímetro urbano y de esta manera poder conectar el uso potencial de los suelos entre lo establecido por la ciudad de Bogotá y los hallazgos del presente estudio; de acuerdo con lo anterior, se empleó el mapa No 25 del POT (Decreto 190 de 2004), en el cual se presentan los usos del suelo urbano y de expansión del Distrito (ver Figura 5.2.1-37).

En cuanto al área destinada para el Patio-Taller, considerando las observaciones realizadas en campo y los análisis fisicoquímicos realizados a los suelos en dicha zona, se considera que la vocación principal de uso de los suelos en esta área corresponde a una zona para conservación y recuperación de los recursos naturales.

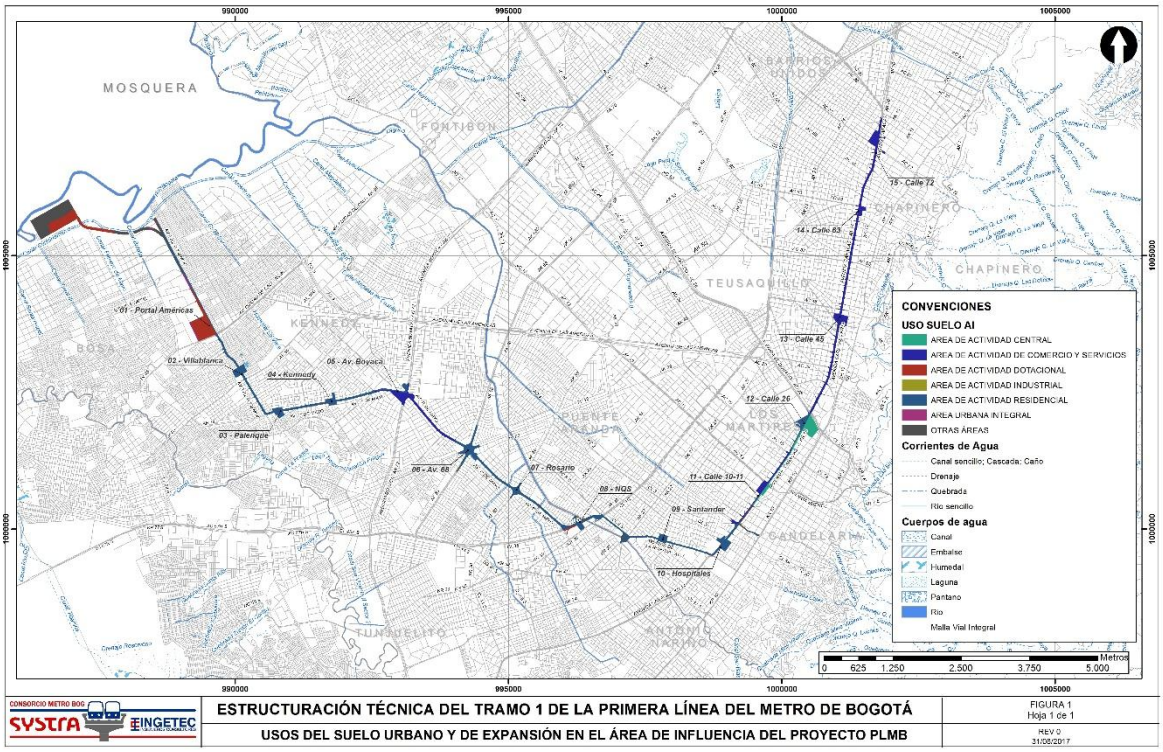


Figura 5.2.1-37 Usos del suelo urbano y de expansión en el Área de influencia del proyecto PLMB

5.2.1.10.2 Uso actual de los suelos y su relación con el proyecto

Existen numerosas acepciones que se asignan a los términos “Uso” y “Cobertura” los cuales dependen de la disciplina dentro de la cual se emplean. Así, el termino cobertura se aplica en un todo o en parte a algunos de los atributos de la tierra y que en cierta forma ocupan una porción de su superficie, por estar localizados sobre esta. El término uso se aplica al empleo que el hombre da a los diferentes tipos de coberturas, cíclica o permanentemente, para satisfacer sus necesidades materiales o espirituales (IGAC - CORPOICA, 2002).

Lo anterior, hace referencia a la forma como las comunidades hacen el aprovechamiento del territorio, principalmente de las coberturas de la tierra. El uso del suelo puede evidenciarse a través de métodos indirectos utilizando información proveniente de los sensores remotos como aerofotografías, imágenes satelitales, que sirven para determinar los tipos de coberturas de la tierra; a partir de la información de coberturas, se puede inferir el tipo de uso que se está realizando en una determinada región.

Para el presente, el uso actual de los suelos se determina a partir de la capa de coberturas de la tierra, escala 1:100.000 (periodo 2010-2012), cuya información se compiló por los institutos de investigación del SINA (IDEAM, SINCHI), PNN e IGAC aplicando la metodología Corine Land Cover adaptada para Colombia a escala 1:100.000 (IDEAM, 2014). En la Tabla 5.2.1-75 y la Figura 5.2.1-38, se describen e ilustran los usos actuales del suelo para el área de influencia del proyecto:

Tabla 5.2.1-75: Uso Actual de los Suelos en el Área de estudio

Código cobertura	Descripción	Uso actual		Sigla Uso	Área (ha)	%
		Grupo	**Subgrupo**			
231	Pastos limpios	Conservación	Áreas para la conservación y/o recuperación de la naturaleza, recreación	CRE	49,52	23,4
111	Tejido urbano continuo	Asentamiento	Zona Urbana	ZU	162,08	76,6
TOTAL					**211,60**	**100**

Fuente: INGETEC, 2017.

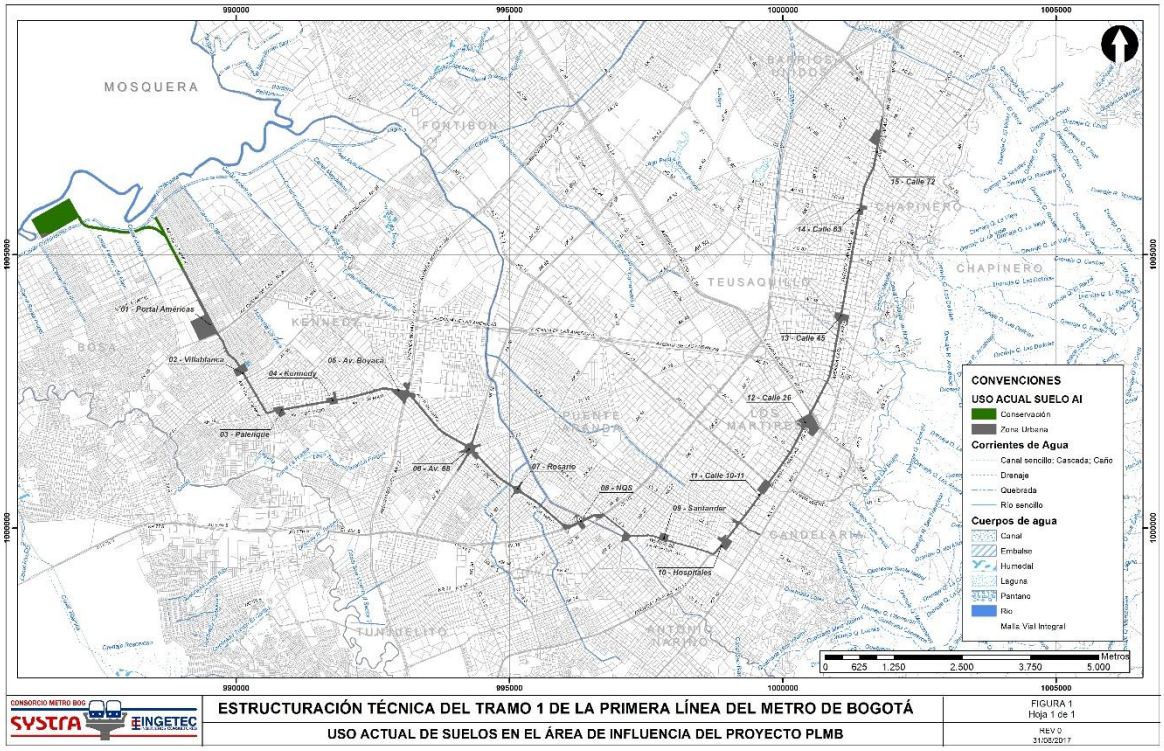


Figura 5.2.1-38 Uso Actual de Suelos en el Área de influencia del proyecto PLMB

Fuente: INGETEC, 2017.

5.2.1.10.3 Conflictos de uso de los suelos y su relación con el proyecto

Los conflictos de uso de la tierra son el resultado de la discrepancia entre el uso que el hombre hace actualmente del medio natural y aquel que debería tener de acuerdo con la oferta ambiental. Se originan por diversas causas entre las que sobresalen la desigualdad en la distribución de tierras y el manejo no planificado de la relación uso - tierra en una determinada región. Los conflictos del uso de la tierra se presentan cuando las tierras son utilizadas inadecuadamente ya sea por sobreutilización o subutilización.

En la determinación de conflictos, se aplica el procedimiento, que se está utilizando en el país para generar la información de conflictos de usos del territorio. Se compara espacialmente mediante el uso de un sistema de información geográfica (SIG) el mapa de usos actuales versus el mapa de capacidad de uso (uso potencial). El objetivo es identificar aquellas unidades espaciales en las cuales los usos actuales corresponden con la capacidad de uso del territorio, y en donde esto ocurre, no hay conflictos de uso; cuando los usos actuales no corresponden con la capacidad de uso del territorio, se presenta el conflicto de uso.

La correspondencia indica que el suelo está siendo utilizado adecuadamente, situación que se define como el equilibrio y significa que el uso existente o actual en el suelo presenta exigencias iguales a su oferta ambiental. Aquellos suelos donde corresponde la vocación de uso con un uso compatible, sin causar deterioro ambiental y manteniendo actividades adecuadas y concordantes con la productividad natural de las tierras. Estos suelos se definen entonces como lugares geográficos en los cuales existen las condiciones ambientales propicias para el desarrollo de los usos actuales, por lo cual se recomienda evitar que entren en algún tipo de conflicto. Cuando se presentan diferencias entre el uso actual y el potencial se dan dos escenarios:

- Subutilización del suelo: Hace referencia al uso actual que es menos intensivo que el uso potencial. Cuando corresponde a un nivel inferior de intensidad de uso, si se compara con la mayor capacidad productiva de las tierras.
- Sobreuso del suelo: Cuando las exigencias del uso actual o cobertura vegetal existente son mayores que la oferta productiva del suelo, de acuerdo con sus características agroecológicas. En estas tierras se hace un aprovechamiento intenso de la base natural de recursos, sobrepasando su capacidad natural productiva y propiciando graves riesgos de tipo ecológico y social.

Lo anterior, y tal como se muestra en la Tabla 5.2.1-76, permite establecer que para el área de influencia en la cual se ejecutará el proyecto, existe un porcentaje en conflicto por subutilización:

Tabla 5.2.1-76 Conflictos de uso de los Suelos en el Área de influencia del proyecto PLMB

Uso potencial (POT)	Uso actual (Coberturas)	Áreas (ha)	Conflicto de uso	Área Conflicto (ha)	%
Área de actividad central	ZU	11,21	Tierras sin conflicto de uso o uso adecuado A	157,17	74,3
Área de actividad de comercio y servicios		53,75			
Área de actividad dotacional		15,89			
Área de actividad industrial		0,23			
Área de actividad residencial		74,31			
Área urbana integral		1,78			
Área de actividad dotacional	CRE	15,12	Conflicto por subutilización S	17,96	8,5
Área de actividad residencial		2,18			
Área urbana integral		0,66			
Otras áreas	CRE	31,56	Otras Áreas OA	36,47	17,2
	ZU	4,91			
TOTAL				**211,60**	**100**

Fuente: INGETEC, 2017.

Se evidencia, que para el área definida para el Patio-Taller y parte del tramo las condiciones actuales del suelo están definidas como zonas para conservación y recuperación de los recursos naturales, no obstante el área está clasificada como “Suelo de Expansión Urbana”, presenta un

relieve ligeramente plano a ligeramente inclinado, con pendientes 1 a 7 %; muy superficiales, pobre a muy pobremente drenados, de texturas finas, reacción fuerte a medianamente ácida, saturación de aluminio media a baja y fertilidad moderada. Sin embargo, teniendo en cuenta lo observado en campo, la zona se ubica sobre planicies principalmente conformadas por material de relleno (escombros y residuos de construcción). Por otro lado, es importante tener en cuenta que las zonas de conservación y recuperación pueden cambiar su delimitación teniendo en cuenta los manejos que se le están dando al Río Bogotá, en cuanta la construcción de diques de protección.

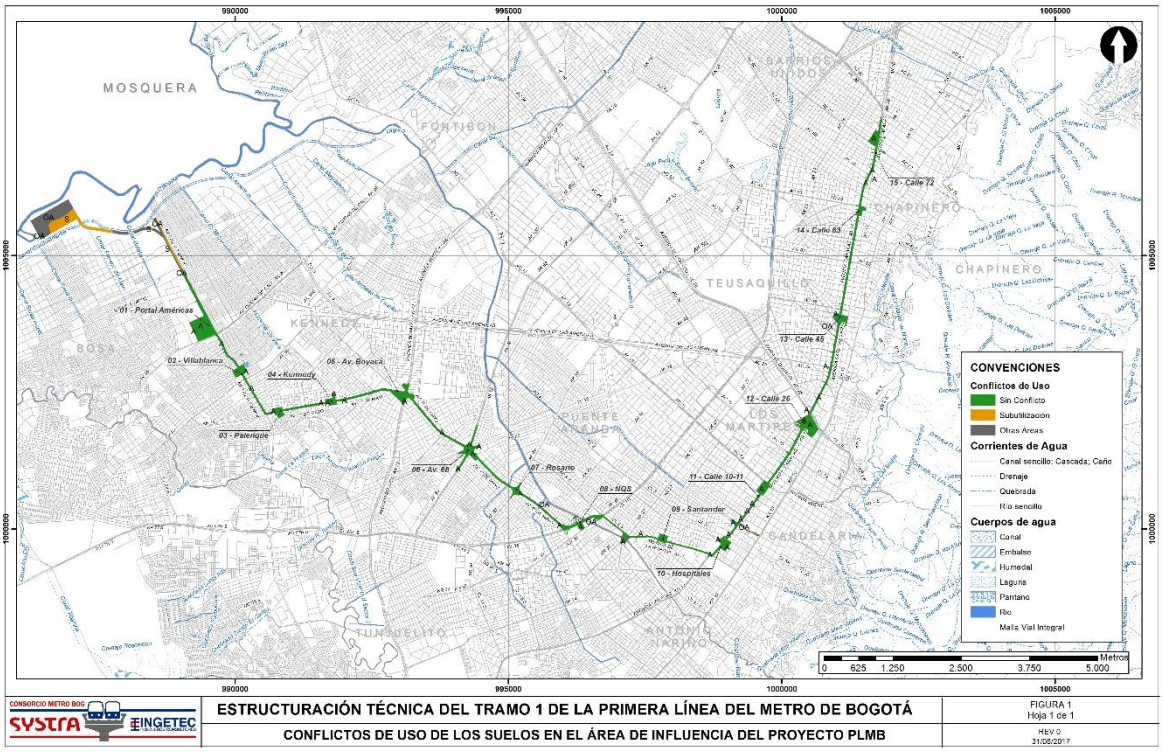


Figura 5.2.1-39 Conflictos de uso de los Suelos en el Área de influencia del proyecto PLMB

Fuente: INGETEC, 2017.

5.2.1.10.4 Vulnerabilidad de los suelos a la contaminación por las actividades del proyecto

El análisis se orienta a evaluar la vulnerabilidad del suelo frente a situaciones de contaminación asociadas a combustibles, materiales residuales, derrames de sustancias toxicas, entre otros. Las condiciones con las que se define la localización y profundidad de las muestras de suelo, objeto de análisis químicos en el laboratorio, son:

- Elección de sitios de monitoreo:

1. Área de influencia del proyecto
2. Uso del suelo
3. Estaciones de servicio en trazado
4. Perforaciones realizadas y piezómetros instalados

- Elección de la profundidad de muestras:

1. Nivel freático
2. Profundidad estándar de los tanques de combustible subterráneos
3. Características del suelo

En la Tabla 5.2.1-77 y en la Figura 5.2.1-40, se presentan los 7 puntos de monitoreo de suelos donde se realizó la toma de muestras para análisis químicos en laboratorio. Las muestras analizadas para los primeros 6 puntos de monitoreo, corresponden a parte del material retirado de las perforaciones realizadas para el componente de geotecnia, mientras que los últimos tres puntos corresponden al lugar donde se realizó la descripción del perfil de suelo en el Patio-Taller con muestreo en las tres primeras capas identificadas en campo (ver Tabla 5.2.1-74), donde se realizaron análisis fisicoquímicos para la caracterización correspondiente.

Tabla 5.2.1-77 Coordenadas Puntos de Monitoreo de Suelos

N°	Identificación del punto	Coordenadas planas Magna Sirgas Origen Bogotá	
		Este	Norte
1	PT-CALLE 72	1.001.741	1.007.036
2	PT CALLE 45	1.001.086	1.003.892
3	PT HOSPITALES	998.952	999.774
4	PT-AV 1 DE MAYO BOY	992.648	1.002.574
5	PT-VIBLA-01	990.141	1.002.823
6	PT-PLMB-PT -01	986.685	1.005.515
7	PT-PLMB-AGRO-02-S	986.719	1.005.498
8	PT-PLMB-AGRO-02-M	986.719	1.005.498
9	PT-PLMB-AGRO-02-F	986.719	1.005.498

Fuente: INGETEC, 2017.

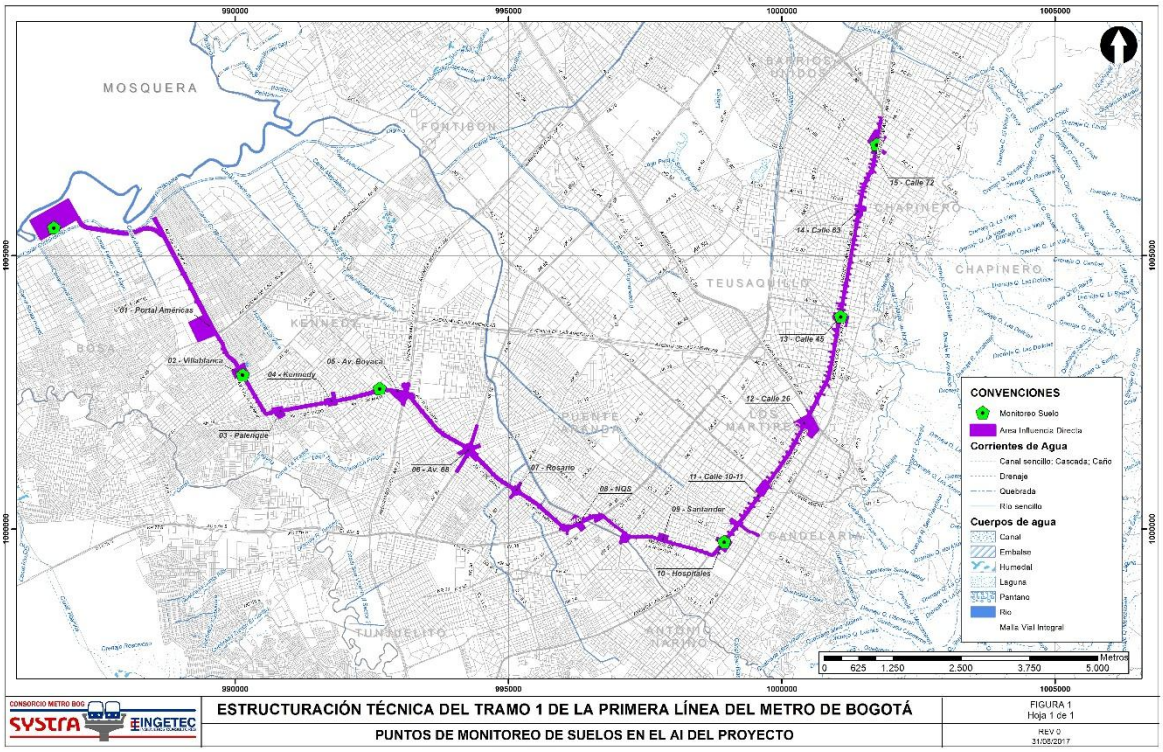


Figura 5.2.1-40 Puntos de Monitoreo de Suelos en el AI del proyecto
Fuente: INGETEC, 2017.

Los análisis fisicoquímicos fueron realizados por el laboratorio K2 INGENIERÍA S.A.S., siguiendo los métodos analíticos consignados a continuación en el Tabla 5.2.1-78.

Tabla 5.2.1-78 parámetros analizados dentro del Monitoreo de Suelos

Ensayo	Método	Unidades
Arsénico Total	Digestión AA	mg/kg
Bario Total	Digestión AA	Mg/kg
Cadmio Total	Digestión AA	mg/kg
Cobre Total	Digestión	mg/kg
Cromo Total	Digestión	mg/kg
Mercurio Total	Espectrofotometría	mg/kg
Molibdeno	Digestión	mg/kg
Níquel Total	Digestión	mg/kg
Plata Total	Digestión AA	mg/kg
Plomo Total	Digestión AA	mg/kg
Selenio Total	Digestión AA	mg/kg
Zinc Total	Digestión AA	mg/kg
Hidrocarburos Totales	Extracción	%
Humedad Natural	Gravimétrico	%
Conductividad Eléctrica	Pasta de saturación	mmhos/cm
pH	Electrometría	Und. de pH

Ensayo	Método	Unidades
% Sodio Intercambiable (PSI)	Na Extraído	%
Relación de Adsorción de Sodio (RAS)	Soluble en pasta de saturación	Sin und.

Fuente: K2 INGENIERÍA S.A.S., 2017.

Actualmente, el país no cuenta con legislación nacional vigente que regule los contenidos de metales pesados en los suelos (Mahecha Pulido, Trujillo González, & Torres Mora, 2015) para evaluar la alteración del recurso suelo y comparar los análisis de suelo con los parámetros analizados en las muestras tomadas. Por tal razón, el establecimiento de la contaminación no debe realizarse de manera genérica para todos los suelos, sino que hay que tener presente el tipo, la composición y el uso actual o potencial de cada uno, dado que el contenido natural de metales pesados en suelos es muy variable, en la medida que en algunos sitios los niveles de fondo podrán ser superiores o inferiores (Rueda Saa, Rodríguez Victoria, & Madriñán Molina, 2011). De esta forma, los resultados obtenidos de los suelos del área de influencia proyecto de Estructuración Técnica de la Primera Línea del Metro de Bogotá, se evalúan con los criterios de Guía Canadiense para la Calidad del Suelo para la Protección de la Salud Ambiental y Humana Y Guidelines British Columbia, donde se establecen los criterios para suelos de tipo Residencial.

Por otra parte, en cuanto a parámetros propios de las propiedades químicas del suelo, las comparaciones se pueden hacer con los valores de referencia para interpretar análisis de suelos del Instituto Geográfico Agustín Codazzi – IGAC, que se presentan en la Figura 5.2.1-41.

IGAC

INSTITUTO GEOGRÁFICO AGUSTÍN CODAZZI
SUBDIRECCIÓN DE AGROLOGÍA - LABORATORIO NACIONAL DE SUELOS
CONSIDERACIONES GENERALES PARA INTERPRETAR ANÁLISIS QUIMICOS DE SUELOS

pH (H_2O) 1:1	APRECIACIÓN	P mg Kg^{-1} (BRAY II)	K cmol (+) Kg^{-1}	C.O (%) CLIMA FRÍO	C.O (%) CLIMA MEDIO	C.O (%) CLIMA CÁLIDO	N.Total (%) CLIMA FRIO	N.Total (%) CLIMA MEDIO	N.Total (%) CLIMA CÁLIDO	CIC cmol (+) Kg^{-1}	SATURACIÓN DE BASES (SB) %
<4.5	BAJO	<15	<0.2	<2.9	<1.7	<1.2	<0.25	<0.15	<0.10	<10	<35
EXTREMADAMENTE ÁCIDO	MEDIO	15 - 40	0.2 - 0.4	2.9 - 8.1	1.7 - 2.9	1.2 - 2.3	0.26 - 0.50	0.16 - 0.30	0.10 - 0.20	10 - 20	35 - 50
4.6 - 5.0	ALTO	>40	>0.4	>8.1	>2.9	>2.3	>0.50	>0.30	>0.20	>20	>50
MUY FUERTEMENTE ÁCIDO	APRECIACIÓN	RELACIONES Ca/Mg	Mg/K	Ca/K	(Ca+Mg)/K	CLASIFICACIÓN DE ACUERDO CON SALES Y SODIO			PORCENTAJE SATURACIÓN ACIDEZ INTERCAMBIABLE (S.A.I)	APRECIACIÓN	
5.1 - 5.5	RELACIÓN IDEAL	2 - 4	3	6	10	CONDUCTIVIDAD ELECTRICA dS m^{-1}	PORCENTAJE SATURACIÓN SODIO INTERCAMBIABLE (PSI)	CLASE	<15	SIN PROBLEMAS EN GENERAL LIMITANTE PARA CULTIVOS SUSCEPTIBLES	
FUERTEMENTE ÁCIDO						0 - 2		NORMAL			
5.6 - 6.0	K DEFICIENTE		>18	>30	>40	2 - 4	INFERIOR	LIMITE			
MEDIANAMENTE ÁCIDO						4 - 8	A	S1	15 A 30	LIMITANTE PARA CULTIVOS MODERADAMENTE TOLERANTES	
6.1 - 6.5	Mg DEFICIENTE	>10	<1			8 - 16	15%	S2			
LIGERAMENTE ACIDO	CONTENIDO OPTIMO	ELEMENTOS MENORES* (mg Kg^{-1})				>16		S3			
6.6 - 7.3		Zn	Cu	Mn	Fe	0 - 4		Na	30 A 60	LIMITANTE PARA CULTIVOS TOLERANTES	
NEUTRO	SUELO	3 - 6	1.5 - 3	15 - 30	20 - 30	4 - 8	SUPERIOR	NaS1			
7.4 - 7.8						8 -16	A	NaS2			
LIGERAMENTE ALCALINO									>60	NIVELES TÓXICOS PARA LA MAYORIA DE CULTIVOS	
7.9 - 8.4	PLANTA	30 - 100	5 - 25	30 - 200	60 - 500	>16	15%	NaS3			
MEDIANAMENTE ALCALINO											
8.5 - 9.0											
FUERTEMENTE ALCALINO	*Extractables con DTPA en suelos; digestión húmeda en tejido vegetal.										
>9.0	Boro en suelos (extractable en agua caliente): 0.6 - 1.0 mg Kg^{-1}.								ÁREA DE QUÍMICA		
EXTREMADAMENTE ALCALINO	Boro en tejido vegetal : 30-80 mg Kg^{-1}.										

Figura 5.2.1-41 Consideraciones Generales para Interpretar Análisis Químicos de Suelos
Fuente: IGAC, 2017

En el “INFORME CARACTERIZACIÓN SUELOS INGETEC” se relacionan los resultados de análisis de laboratorio de los suelos del área de influencia del proyecto Estructuración Técnica de la Primera Línea del Metro de Bogotá y se observa el comportamiento de los análisis con respecto a las legislaciones anteriormente nombradas. Los suelos analizados, reportan concentraciones que se ajustan a los criterios que establece en las normativas.

Referente al pH, se evidencia que los suelos evaluados se clasifican como suelos muy ácidos conforme a los niveles reportados de pH (entre 3.51 y 5.34 Uni. pH) para los puntos PT-CALLE 72, PT –CALLE45, PT-PLMB-AGRO 02M y PT-PLMB-AGRO-02F., suelos ácidos PT-PLMB-AGRO-02 S y PT-HOSPITALES, suelos neutros PT-PLMB-PT-01 y suelos alcalinos los puntos PT-VIBLA-01 Y PT-AV1 DE MAYO BOYACA. Los suelos que se clasifican en las categorías de muy ácidos y ácidos corresponden a suelos con presencia de aluminio intercambiable, deficiencia de fósforo, baja disponibilidad de bases (calcio, magnesio, potasio y sodio).

A partir de los datos de conductividad y los criterios para evaluar la salinidad de un suelo, según lo estipulado en el Instituto Nacional de Ecología (INE), 2006; los suelos del área de estudio, se consideran suelos No Salinos por registrar valores de conductividad inferiores a 2.0 mmhos/cm, niveles que se ajustan al criterio establecido en la norma aplicada (<2.0 mmhos/cm), a excepción de los puntos PT-PLMB-AGRO-02- M y PT-PLMB-AGRO-02- F que superan la normativa, así mismo estos dos puntos se clasifican suelos poco salinos. Así mismo, los suelos analizados presentan sodicidad ligeramente sódico para todos los puntos monitoreados.

La relación de RAS es un índice efectivo de peligro de sodificación de un suelo y está directamente relacionado con el PSI; de acuerdo al análisis, se confirma que los suelos del AI del proyecto PLMB, presentan condición No sódica a excepción del punto identificado como PT-AV 1 DE MAYO BOYACA

Con respecto a los análisis de metales realizados a los suelos del proyecto Estructuración Técnica de la Primera Línea del Metro de Bogotá los parámetros de Cadmio, Cromo total, Mercurio, Molibdeno, Níquel, Plata y Selenio reportan concentraciones correspondientes a las mínimas concentraciones cuantificables de las técnicas analíticas aplicadas.

De acuerdo con los resultados obtenidos se concluye:

- Los suelos analizados en el área de influencia del proyecto Estructuración Técnica de la Primera Línea del Metro de Bogotá, reportan concentraciones que se ajustan a los criterios que establece en las normativas:

- Guía Canadiense para la Calidad del Suelo para la Protección de la Salud Ambiental y Humana: cumple con los parámetros de pH (PT-HOSPITALES y PT-PLMB-PT-01), conductividad, relación de adsorción de sodio, plata total, a excepción de los análisis de pH en los puntos PT-CALLE 72, PT-CALLE 45, PT-VIBLA-01, PT-PLMB-AGRO-02 S, PT-PLMB-AGRO 02-M, PT-PLMB-AGRO-02-F y PT-AV 1 DE MAYO BOYACA y de la relación de adsorción de sodio en los puntos identificados como PT CALLE 45, PT HOSPITALES, PT-VIBLA-01 y PT-AV 1 DE MAYO BOYACA.

- Guidelines British Columbia Criterio Nivel A: cumple con los parámetros hidrocarburos totales (PT CALLE 45, PT-VIBLA-01 y PT-AV 1 DE MAYO BOYACA), arsénico, bario, cobre, cromo, mercurio, plomo, selenio, zinc, se excluyen los análisis de hidrocarburos totales PT CALLE 72, PT HOSPITALES, PT-PLMB-AGRO-02-S, PT-PLMB-GRO-02-M y PT-PLMB-AGRO-02-, Bario en el punto PT-AV 1 DE MAYO BOYACA, zinc total en los puntos PT-CALLE 72, PT HOSPITALES, PT-PLMB-PT -01, PT-VIBLA-01, PT-PLMB-AGRO-02- S, PT-PLMB-AGRO-02- F.

- Los suelos del proyecto Estructuración Técnica de la Primera Línea del Metro de Bogotá se clasifican como suelos muy ácidos conforme a los niveles reportados de pH (entre 3.51 y 5.34 Uni. pH) para los puntos PT-CALLE 72, PT –CALLE45, PT-PLMB-AGRO 02M y PT-PLMB-AGRO-02F., suelos ácidos PT-PLMB-AGRO-02 S y PT-HOSPITALE, suelos neutros PT-PLMB-PT-01 y suelos alcalinos los puntos PT-VIBLA-01 Y PT-AV1 DE MAYO BOYACA.

5.2.1.10.5 Pasivos ambientales

De acuerdo al recorrido realizado sobre el trazado se permitió identificar el tipo de actividades económicas desarrolladas en el AID lo que permitió distribuirlas de forma relativamente homogénea.

A continuación y con base en la información obtenida desde la línea base socioeconómica se presenta una identificación general preliminar de las actividades y sitios con potenciales riesgos de pasivos ambientales, los cuales se evaluarán en una fase posterior (ver Capítulo 7 Impactos) previo proceso de construcción:

Tabla 5.2.1-79 Actividades económicas

Actividad económica	Número de establecimientos o actividades inventariadas						
	Zona 1	Zona 2	Zona 3	Zona 4	Zona 5	Zona 6	Subtotal
Cerámicas, acabados (Drywall, cocinas integrales), depósito de materiales de construcción, pinturas	160	39	22	12	0	4	237
Plásticos, impermeables, señalización	0	4	0	11	48	0	63
Taller de reparación de electrodomésticos. Equipos de oficina	24	19	13	8	0	0	64
Bodegas de reciclaje, chatarrerías, materiales de demolición	56	11	0	0	17	0	84
Almacén de autopartes, repuestos	72	31	52	76	13	0	244
Taller de mecánica, lavadero de carros, montallantas, aceites, exostos, radiadores	96	59	27	81	6	11	280
Estación de servicio	14	7	8	6	3	8	46
Parqueaderos públicos	4	5	5	6	3	12	35
Lavandería	2	3	0	0	0	0	5
Muebles (Fábrica y vitrinas)	8	2	0	0	0	2	12

Actividad económica	Número de establecimientos o actividades inventariadas						
	Zona 1	Zona 2	Zona 3	Zona 4	Zona 5	Zona 6	Subtotal
Bodegas, Industrias	56	8	0	0	6	0	70
Total	492	188	127	200	96	37	1140

5.2.1.11 Paisaje

5.2.1.11.1 Metodología

El paisaje es el ambiente múltiple que percibimos visualmente (Gómez-Alzate, 2012), este cambia con las costumbres y acciones humanas. El proceso de urbanización es uno de los procesos que mayor impacto ejerce sobre el cambio del uso del suelo, la pérdida de diversidad y los cambios en la percepción del paisaje (Jianguo-Wu, 2002).

El crecimiento poblacional producto de la llegada de habitantes de otros municipios a la ciudad de Bogotá ha provocado una reducción y transformación de los espacios naturales (Almanza-Castañeda, Preciado-Beltrán, & Leal-Pulido, 2005), que a largo plazo han provocado un cambio en la percepción del paisaje.

El paisaje es una herramienta de ordenamiento importante, mediante la que es posible construir el territorio a partir de las modificaciones que a este se realizan y lograr el bienestar de la comunidad a través del sentido de pertenencia (Matsuoka & Kaplan, 2008). El paisaje urbano es valorado principalmente a partir de seis elementos, el contacto con la naturaleza, la preferencia estética, la recreación, la interacción social, la participación ciudadana y la identidad comunitaria (Matsuoka & Kaplan, 2008). Para la caracterización de la calidad visual sobre el área del proyecto de la PLMB, estos elementos fueron valorados metodológicamente por el consorcio Metrobog y espacializados de acuerdo a los resultados obtenidos de la caracterización social y recorridos por el área de estudio. Se presenta a continuación la valoración dada a estos elementos:

Contacto con la naturaleza: se encuentra relacionada con la presencia de parques locales, zonales o metropolitanos, reservas urbanas y la facilidad de acceso a estas. Se incluye también en esta categoría la presencia de arbolado y jardines urbanos, ya que a nivel estético reducen las modificaciones que se realizan al medio (Tabla 5.2.1-80).

Tabla 5.2.1-80 Valoración del contacto con la naturaleza

Valoración del contacto con la naturaleza	Calificación
Bajo	1
Medio	2
Alto	3

Preferencia estética: corresponde a aquellos elementos definidos por la percepción humana a través de la belleza intrínseca de las formas de la tierra, como la presencia de recursos históricos y arquitectónicos que son de gran importancia, la presencia de árboles o jardines y en algunos casos coberturas naturales o afloramientos rocosos (Tabla 5.2.1-81).

Tabla 5.2.1-81 Valoración de la preferencia estética

Valoración de la preferencia estética	Calificación
Bajo	1
Medio	2
Alto	3

Recreación: Hace referencia a la disponibilidad de zonas verdes y parques en los que los habitantes pueden interactuar con su familia. Para este caso son considerados los parques metropolitanos, parques zonales y parques locales presentes en el área de influencia (Tabla 5.2.1-82).

Tabla 5.2.1-82 Valoración de la presencia de espacios recreativos

Valoración de la presencia de espacios recreativos	Calificación
Bajo	1
Medio	2
Alto	3

Interacción social: el lazo o vínculo que existe entre las personas y que son esenciales para el grupo, de tal manera que sin ella la sociedad no funcionaría. Las relaciones sociales y los modos de interacción no se limitan al ámbito familiar o de parentesco; también incluye las relaciones laborales, políticas, o asociadas a un lugar en especial, así como a los centros educativos, etc. (Tabla 5.2.1-83).

Tabla 5.2.1-83 Valoración de la Integración social

Valoración de la Integración social	Calificación
Bajo	1
Medio	2
Alto	3

Participación ciudadana: La participación ciudadana es un conjunto de mecanismos para que la población acceda a las decisiones del gobierno de manera independiente sin necesidad de formar parte de la administración pública o de un partido político. Para el presente estudio, esta información se relaciona con la presencia de grupos y organizaciones que interactúan entre sí con el fin de llegar a un objetivo común, en este caso el bienestar de la comunidad donde habitan (Tabla 5.2.1-84).

Tabla 5.2.1-84 Valoración de la Participación ciudadana

Valoración de la Participación ciudadana	Calificación
Bajo	1
Medio	2
Alto	3

Identidad comunitaria o sentido de pertenencia: se define como a satisfacción de una persona al sentirse parte integrante de un grupo, el cual se caracteriza y la distingue de las demás por sus tradiciones, preferencias o conocimientos (Tabla 5.2.1-85).

Tabla 5.2.1-85 Valoración del sentido de pertenencia y la identidad comunitaria

Valoración del sentido de pertenencia y la identidad comunitaria	Calificación
Bajo	1
Medio	2
Alto	3

Espacializados cada uno de los elementos evaluados en el área de estudio se realizó una ponderación de las variables dando peso a cada una de las zonas definidas para el tramo de la primera línea del metro de Bogotá, ya que de acuerdo a la matriz de consolidación de recomendaciones ciudadanas, estos sectores se caracterizan por una preferencia diferente de cada uno de los elementos que componen el paisaje descritos anteriormente. En la Tabla 5.2.1-86 se presentan los pesos dados a cada una de las variables evaluadas para el análisis de paisaje.

Tabla 5.2.1-86 Pesos dados a cada una de las unidades de paisaje de acuerdo a la percepción local

Parámetro	Zona 1	Zona 2	Zona 3	Zona 4	Zona 5	Zona 6
Contacto con la naturaleza	0,30	0,25	0,11	0,13	0,15	0,21
Preferencia estética	0,17	0,20	0,20	0,13	0,20	0,20
Recreación	0,17	0,20	0,11	0,13	0,20	0,13
Interacción social	0,12	0,12	0,20	0,21	0,20	0,20
Participación ciudadana	0,12	0,12	0,20	0,20	0,11	0,13
Identidad comunitaria o sentido de pertenencia	0,12	0,11	0,20	0,20	0,14	0,13

Estimada la validad visual para el área de estudio, se procede a clasificarla de acuerdo a los valores presentados en la Tabla 5.2.1-87, de los cuales se obtuvo un mapa de distribución de la calidad visual en el área de estudio.

Tabla 5.2.1-87 Clasificación de la calidad visual

Valor	Calidad Visual
1,35-1,82	Baja
1,82-2,44	Media
2,44-3,06	Alta

5.2.1.11.2 Resultados

El paisaje que se describe a continuación es propiamente urbano y en él la percepción del entorno no se centra en las características físicas del medio en el que habitan los seres humanos, sino en el componente social y principalmente en las relaciones sociales, ya que incluye una valoración significativa de estos elementos, los cuales son importantes para el bienestar y la habitabilidad del territorio, principalmente en lugares con modificaciones notorias al medio y en el que no es común observar elementos naturales, tal como sucede en el paisaje rural.

Los resultados obtenidos de la calidad visual se presentan para el área de influencia indirecta de la primera línea del metro Bogotá denominada de ahora en adelante AIIPLMB y se describirán para cada una de las zonas definidas en la línea base social (Figura 5.2.1-42).

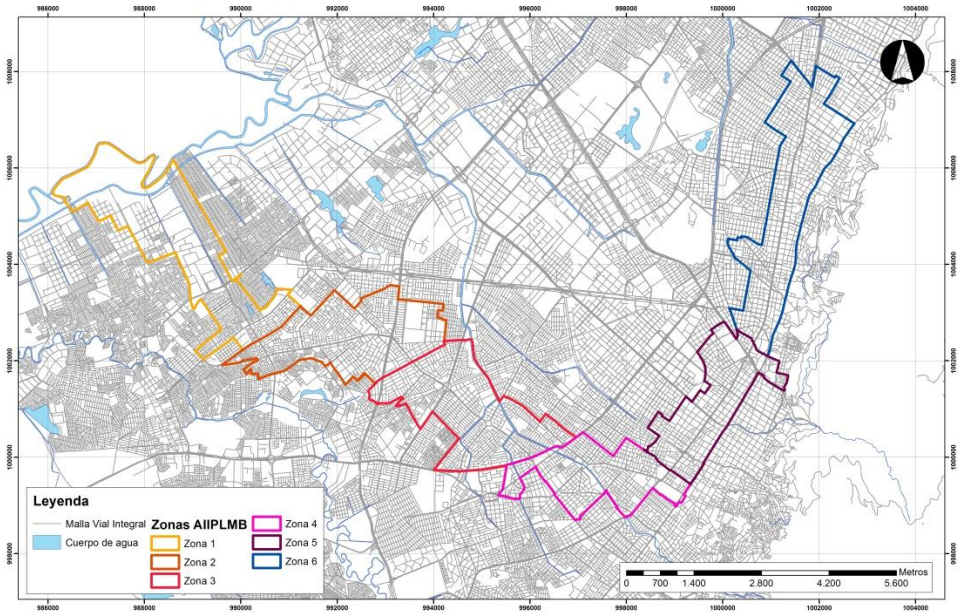


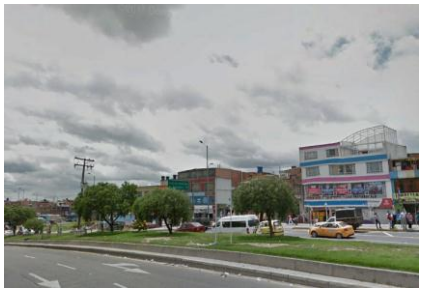
Figura 5.2.1-42 Zonas del AIIPLMB

- **Zona 1: Cabecera portal Américas Río Bogotá – Carrera 79**

Esta zona se caracteriza por la presencia de edificaciones en su mayoría de dos o tres pisos y algunos cuerpos de agua en la parte inicial del tramo que corresponden al río Bogotá y el canal Tintal II (Fotografía 5.2.1-3). De acuerdo con el parámetro de contacto con la naturaleza, para el área de estudio en la zona 1, predominan las superficies ocupadas por un valor medio, con poca vegetación o vegetación asociada a las zonas verdes, parques y separadores viales que presentan una abundancia baja de individuos arbóreos y arbustivos (Fotografía 5.2.1-3 y Figura 5.2.1-43).

Fotografía 5.2.1-3 Zonas con pastos y árboles ubicadas en el Tramo 1 del AII PLMB

A nivel de preferencia estética, en esta zona la presencia de residuos sólidos sobre el cuerpo de agua y en las áreas verdes provoca una reducción en la calidad visual, la cual sumada a la infraestructura deteriorada (vías sin pavimentar) reduce la valoración de esta. En este caso para la zona 1, predominan las superficies con una preferencia estética baja con el 55%, seguidas de las superficies con preferencia estética alta (45%), que corresponden principalmente a las superficies ocupadas por partos y zonas verdes ubicadas en el AII PLMB para la zona 1 (Figura 5.2.1-43).



Fotografía 5.2.1-4 Construcciones y Superficies naturales con presencia de residuos solidos en la Zona 1 del AII PLMB

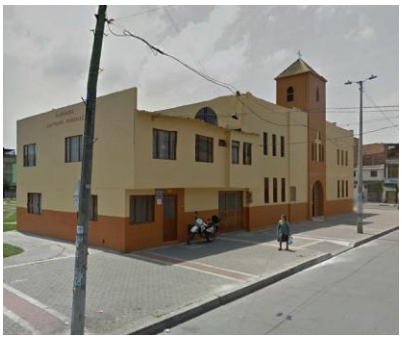
Con relación a las áreas recreativas, para la zona 1 existe la presencia de parques con zonas verdes, juegos infantiles y áreas deportivas; sin embargo, estos son considerados insuficientes para la cantidad de habitantes. Esto no se evidencia en la distribución de las superficies con una valoración alta para este parámetro en esta zona, ya que dentro del análisis se incluye la superficie

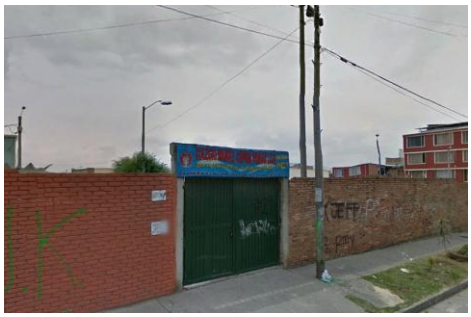
el área del Patio-Taller la cual se encuentra ocupada por pastos limpios que agregan un valor alto al paisaje, ocupando esta unidad para la zona 1el 45% del área total en esta zona (Figura 5.2.1-43). En la Fotografía 5.2.1-5 se presentan las áreas recreativas de la zona 1.

Parque Dindalito-Bellavista	Parque Margaritas
Parque Cayetano Cañizales	Parque vecinal

Fotografía 5.2.1-5 Zonas recreativas del Tramo 1

Con relación a la interacción social existe variedad de equipamientos culturales, religiosos y educativos para el AII PLMB donde los habitantes de esta zona interactúan, lo cual provoca una valoración alta para la zona 1 ocupando esta el 46%, seguida por aquellas superficies que no se encuentran ocupadas por este tipo de infraestructura ocupando la superficie restante, (54%) (Fotografía 5.2.1-6).



Fotografía 5.2.1-6 Equipamientos culturales y educativos

Con respecto a la participación comunitaria para la zona 1 del AII PLMB, existen variedad de fundaciones, grupos sociales y juntas de acción comunal que velan por los derechos de los habitantes del sector, lo que indica que existe un alto interés de las comunidades por el bienestar de los habitantes del sector, por lo anterior para este parámetro en la zona 1 la valoración es alta.

Por último en la zona 1 del AII PLMB, de acuerdo a la matriz de resultados de consolidación de recomendaciones se identifica que en el área de estudio no se presenta un alto sentido de pertenencia; sin embargo, se evidencia que en el área de estudio existe un amplio interés por la mejora en la calidad estética y la búsqueda de espacios para interacción social, por lo que la valoración dada al tramo 1 en este parámetro corresponde a media (Figura 5.2.1-43).

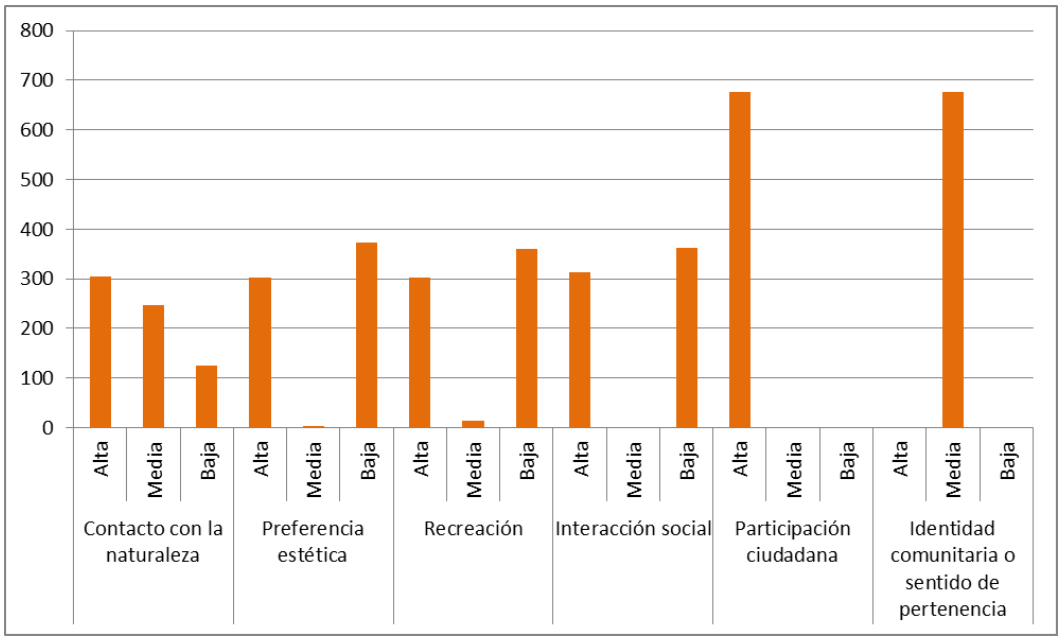


Figura 5.2.1-43 Superficie cubierta por cada uno de los parámetros evaluados para estimar la calidad visual

De acuerdo a los pesos dados a cada uno de los elementos que componen el análisis de calidad visual, para la zona 1 del AII PLMB, se identifica que la zona se encuentra dominada por superficies con una calidad visual baja (53%), dadas por las condiciones actuales del territorio, la baja presencia de elementos naturales y la baja densidad de elementos recreativos e infraestructura recreativa. No obstante, existe una alta representatividad de superficies con una

calidad visual alta asociadas a las zonas naturales presentes en este tramo y principalmente aquellas ubicadas en el área del Patio-Taller, las cuales reducen la percepción baja en la calidad visual del entorno, adicionalmente en estas superficies se incluyen las zonas verdes y los parques.

Cabe resaltar que los resultados obtenidos en este tramo se encuentran relacionados con el peso dado a cada una de las variables evaluadas, pues en este sector se evidenció la importancia que los habitantes dan al contacto con la naturaleza, siendo este un factor significativo ya que existe un bajo volumen de elementos naturales. En la Figura 5.2.1-44 se presenta la distribución de la calidad visual para esta zona.

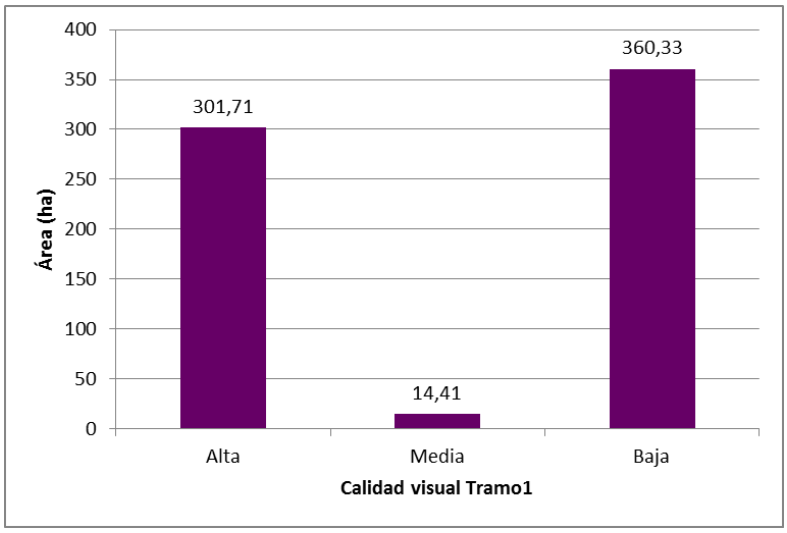
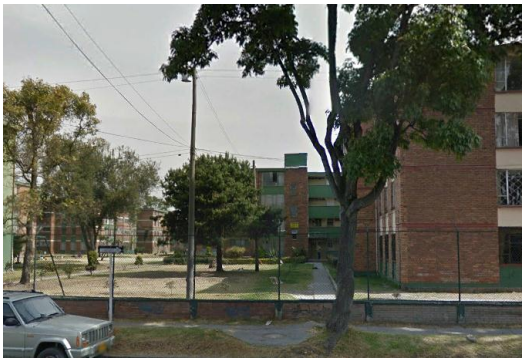


Figura 5.2.1-44 Distribución de la calidad visual para la zona 1 en superficie (ha)

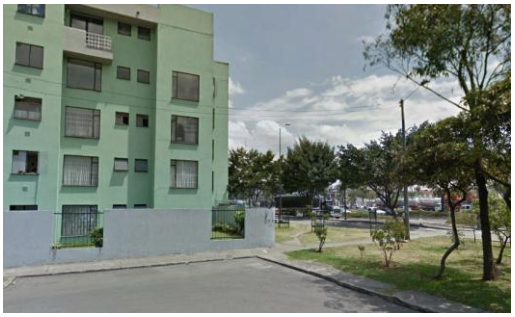
- **Zona 2: Kennedy carrera 79 – Carrera 69B**

A diferencia de la zona 1, en esta se observa la presencia de variedad de edificaciones con más de dos pisos y presencia de conjuntos residenciales, sin embargo no se destaca la presencia de zonas naturales o con algunos elementos naturales (Fotografía 5.2.1-7); esto indica que en este tramo del AII PLMB, el análisis de contacto con la naturaleza se centró en la presencia individuos arbóreos emplazados en los separadores, andenes, zonas verdes de los conjuntos residenciales y en algunos parques que se encuentran distribuidos en la zona. Para el AII PLMB, las zonas con espacios naturales o elementos naturales ocupan el 15% correspondientes a zonas con presencia de parques, seguido por aquellas superficies relacionadas con las edificaciones y sus zonas verdes, las cuales ocupan el 57% del área de esta zona (Figura 5.2.1-45).



Fotografía 5.2.1-7 Zonas con individuos arbóreas ubicadas en el Tramo 2 del AII PLMB

En cuanto a la preferencia estética, para la zona 2 predominan las superficies con una valoración baja (Figura 5.2.1-45) con cerca del 85% del área de la zona 2, las cuales se encuentran asociadas a la presencia de vías y edificaciones; estas últimas presentan una baja densidad de zonas verdes, por lo que la percepción hacia este criterio es baja. Le siguen en una menor proporción aquellas superficies ocupadas por una valoración alta, en las que como se mencionó se incluyen los parques y zonas recreativas (13%) y en menor proporción se presentan las superficies con una valoración media, las cuales corresponden a los separadores (Fotografía 5.2.1-8).



Fotografía 5.2.1-8 Construcciones y zonas verdes en la Zona 2 del AII PLMB

La zonas recreativas, para la zona 2 como se ha mencionado no son dominantes en el área, motivo por el cual representan tan solo el 13% de la superficie total de esta zona (Figura 5.2.1-45). Se destacan entre ellas el Parque Mundo Aventura y el Parque Carimagua (Fotografía 5.2.1-9).

Parque Carimagua

Parque Mundo Aventura

Fotografía 5.2.1-9 Zonas recreativas del Zona 2

La interacción social de acuerdo a la mapificación indica que la zona 2 cuenta con superficies en su mayoría con una baja valoración relacionadas con la poca presencia de equipamientos donde es posible la interacción social, como colegios, bibliotecas o parques (Fotografía 5.2.1-10). Las superficies con baja valoración ocupan el 81%, mientras que aquellas con una valoración alta ocupan el 19% como se presenta en la Figura 5.2.1-45.

Fotografía 5.2.1-10 Equipamientos culturales y educativos

Para la zona 2 se registró de acuerdo a la línea base social la presencia de una cantidad representativa de fundaciones y organizaciones que velan por la comunidad y la diversidad de saberes que se dan en torno al territorio por lo que esta fue valorada para el parámetro de participación comunitaria como alta en la zona 2 (Figura 5.2.1-45).

Por último, con relación al sentido de pertenencia o identidad comunitaria, no se evidencian rasgos de un arraigo hacia el territorio en esta zona, aunque existe un interés por el mejoramiento de las áreas recreativas y de apreciación paisajística y la búsqueda de lugares más agradables en los que se observe la presencia de plantas como árboles y jardines verticales. Adicionalmente, en el área se evidencia la búsqueda de lugares donde sea posible la expresión artística, principalmente espacios culturales; por lo anterior la valoración para este elemento del paisaje es media en la zona 2 como se observa en la Figura 5.2.1-45.

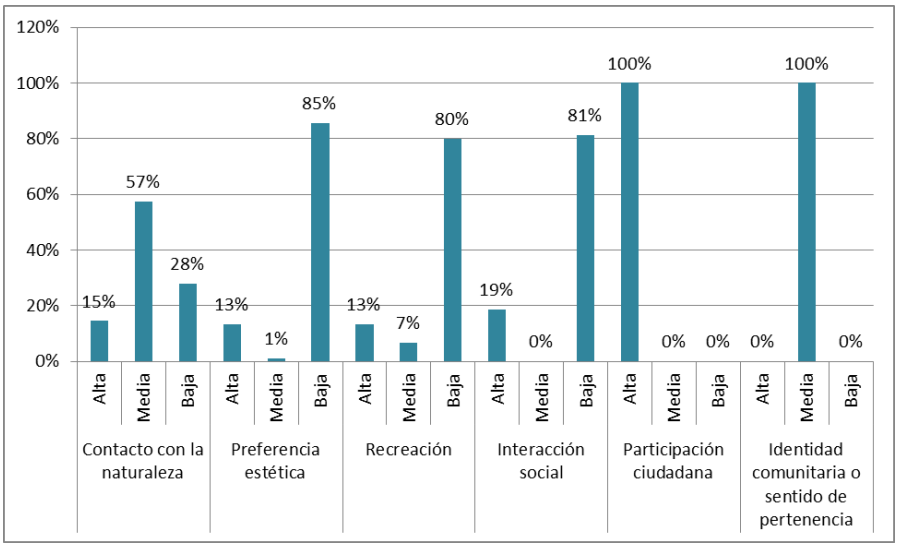


Figura 5.2.1-45 Superficie cubierta por cada uno de los parámetros evaluados para estimar la calidad visual. Zona 2

Ponderados los parámetros de acuerdo a los pesos dados en esta zona, donde el principal interés se concentra en el contacto con la naturaleza lo resultados obtenidos evidencian que la calidad visual es baja en su mayoría con un 80% (Figura 5.2.1-46) y se encuentra relacionada con la baja densidad de parques y zonas verdes y la presencia de unidades de residenciales que en algunos casos no son percibidas como agradables por los habitantes. En la Figura 5.2.1-52 se presenta la distribución de la calidad visual para esta zona.

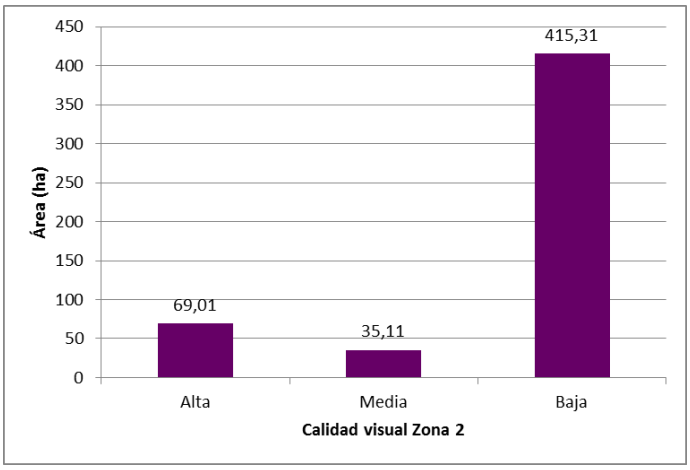


Figura 5.2.1-46 Distribución de la calidad visual para la zona 1 en superficie (ha)

- **Zona 3: Puente Aranda Carrera 69B – Av. NQS Cl 8 Sur**

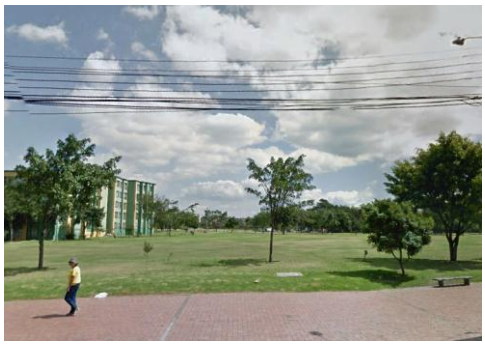
De forma similar a la zona 2, el paisaje de este sector se encuentra dominado por variedad de construcciones habitacionales, comerciales, educativas, culturales e industriales; no obstante, en esta zona se evidencia una mayor presencia de zonas naturales, lo que provoca una variación en la calidad visual (Fotografía 5.2.1-11). Por lo anterior a nivel del contacto con la naturaleza las zonas con una valoración media ocupan el 55% (Figura 5.2.1-47) de la superficie, lo que indica que en la zona aunque no se presenta una alta densidad de individuos arbóreos (elementos que pueden propiciarían la llegada de avifauna) existe una dominancia de zonas verdes y la presencia de separadores con elementos arbóreos que mejoraran la percepción de la calidad visual en el sector.

Fotografía 5.2.1-11 Zonas verdes en el Tramo 3 del AII PLMB

La preferencia estética para la Zona 3 del AII PLMB, se encuentra dominada por superficies con una valoración baja las cuales ocupan el 84% y están relacionadas con las presencia de edificaciones y vías, mientras que las superficies con una valoración media y alta ocupan el 35 y 13% respectivamente (Figura 5.2.1-47), la relación entre la presencia de vías, parques y vegetación y las edificaciones provoca cierto grado de armonía que indica que la calidad visual general en el sector es media como se verá más adelante. En la Fotografía 5.2.1-12, se presentan algunos puntos de observación identificados en el sector que evidencian la calidad visual del mismo.

Fotografía 5.2.1-12 Construcciones y zonas verdes en la Zona 3 del AII PLMB

Las áreas recreativas para la zona3 ocupan cerca del 21% (Figura 5.2.1-47) e incluyen aquellas superficies con una valoración media (separadores) y alta (parques y zonas recreativas). Dentro de las áreas recreativas que se destacan en el sector se encuentran: Parque Milenta Tejas San Eusebio y el Parque Ciudad Montes (Fotografía 5.2.1-13).

 Parque Milenta Tejas San Eusebio	Parque Milenta Tejas San Eusebio II
Parque vecinal Los Angeles	Parque Ciudad Montes

Fotografía 5.2.1-13 Áreas recreativas del Zona 3

De acuerdo a la espacialización de las áreas educativas, para la zona 3 del AII PLMB se identifica que en el área de estudio estas ocupan cerca del 19% (Figura 5.2.1-47), la superficie restante corresponde a aquellas zonas donde no se registra la presencia de este tipo de elementos. En la Fotografía 5.2.1-14 se presentan algunas de las Instituciones educativas que se destacan en el sector.

IED Luis Vargas Tejada	IED Luis Vargas Tejada Sede B

Colegio del cultura popular IED	IED O.E.A

Fotografía 5.2.1-14 Equipamientos culturales y educativos

Con relación a la participación ciudadana en la zona 3 se registró la presencia de una cantidad representativa de fundaciones y organizaciones que velan por la comunidad y la diversidad de saberes que se dan en torno al territorio, por lo que para esta zona el parámetro de participación comunitaria fue valorada como alta (Figura 5.2.1-47).

Por último, con relación al sentido de pertenencia y la identidad comunitaria varios habitantes del sector se identifican con el barrio el tejar ya que en este lugar aún habitan los hijos de los fundadores y es un símbolo de gestión comunitaria, por lo que dentro de sus objetivos principales se encuentra promover el conocimiento acerca de la fundación del barrio y fortalecer las dinámicas culturales. Por lo anterior, para la zona 3 la valoración de este parámetro es alta (Figura 5.2.1-47).

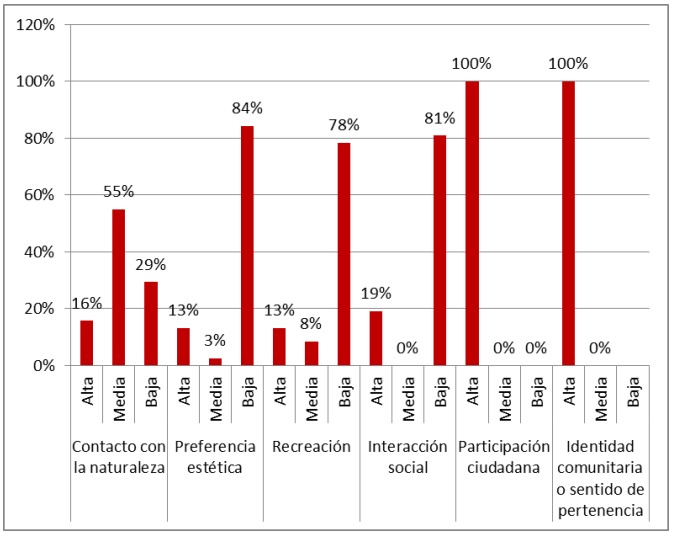


Figura 5.2.1-47 Superficie cubierta por cada uno de los parámetros evaluados para estimar la calidad visual. Zona 3

De acuerdo a valor dado a cada uno de los parámetros y teniendo en cuenta que para esta zona, los parámetros que mayor importancia presentan son: preferencia estética, participación ciudadana, Identidad o sentido de pertenencia e Interacción social; la valoración de calidad visual que mayor superficie ocupa corresponde a media con un 58%, seguida de calidad visual baja con

29% y la calidad visual alta con un 19% (Figura 5.2.1-47). Esto indica que el sentido de pertenecía, la presencia de áreas verdes y parques y los equipamientos educativos provocan una mejora en la calidad visual del sector. En la Figura 5.2.1-48 se presenta la distribución de la calidad visual para esta zona.

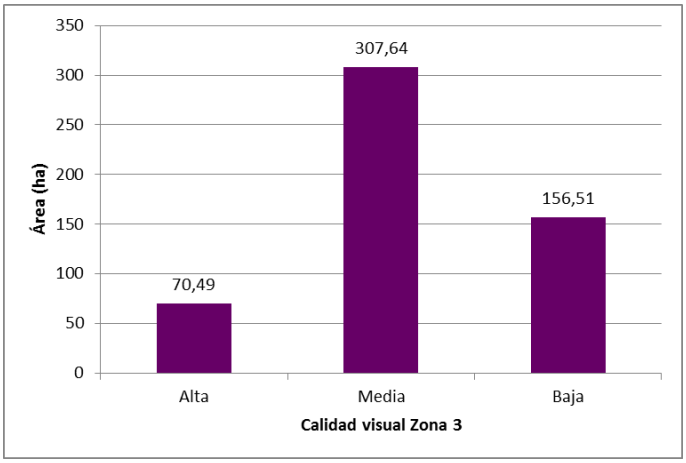


Figura 5.2.1-48 Distribución de la calidad visual para la zona 3 en superficie (ha)

- **Zona 4: Antonio Nariño Av. NQS Cl 8 Sur – Av. Caracas con Cl. 2**

En el caso de la Zona 4 predomina el contacto con la naturaleza valorado en medio en el 58.72% del territorio estudiado, lo que equivale a 211.74 ha (véase Tabla 5.2.1-88). En la urbe, el contacto con la naturaleza se relaciona directamente con la presencia de parques o espacios verdes de uso colectivo que actúan como reguladores del equilibrio ambiental, quienes además son elementos representativos del patrimonio natural y garantizan el espacio libre destinado a la recreación, contemplación y ocio para todos los habitantes de la ciudad. Los cuales deben ser de fácil acceso para el disfrute de los habitantes.

En la zona se destacan dos parques de carácter Zonal (dimensión entre 1 a 10 ha, y que pueden albergar equipamiento especializado como polideportivos, piscinas, canchas, pistas de patinaje, entre otros); El parque la Fragua y el parque zonal Santa Isabel (véase Fotografía 5.2.1-15). Hacía 1970 se realizan las obras de canalización del rio Fucha lo que genera un cambio en el paisaje y en las condiciones sanitarias del sector.

Nombre del parque	Valor	Imagen
La Fragua	Cancha futbol once recientemente inaugurada	

Nombre del parque	Valor	Imagen
		https://www.idrd.gov.co/sitio/idrd/sites/default/files/imagenes/la_fragua.png
	Zonas verdes y ciclo rutas con arbolado y jardines urbanos que reducen las modificaciones hechas al medio	http://www.filmingbogota.gov.co/?q=es/content/parque-la-fragua
	Senderos peatonales con arbolado y jardines urbanos que reducen las modificaciones hechas al medio	http://www.filmingbogota.gov.co/?q=es/content/parque-la-fragua
Santa Isabel	Sede regular de festivales de fútbol, patinaje y baloncesto, además es el escenario predilecto de actividades organizadas por la Alcaldía Local y el IDRD.	http://www.idrd.gov.co/sitio/idrd/node/286

Fotografía 5.2.1-15 Presencia de parques locales

En segundo lugar, en la zona 4 se encontró la predominancia de valores bajos en el parámetro de preferencia estética, esta unidad de la calidad del paisaje se relaciona con la percepción humana de la belleza intrínseca de las formas de la tierra, en gran medida con la presencia de arbolado urbano y jardines así como de espacios naturales, además de recursos históricos y arquitectónicos.

En la zona 4 el 78.19% del territorio evaluado (281.95 ha) obtuvo la mínima puntuación (véase Tabla 5.2.1-88 y Figura 5.2.1-49). Resultado que puede corresponder a la relación que tiene, según los habitantes del lugar, ciertas condiciones de inseguridad con los árboles plantados, los cuales son usados como refugio de la delincuencia y debido a esto su presencia en los andenes es mínima. (Fotografía 5.2.1-16).

Calle 8va sur con carrera 29, poca presencia de árboles y jardineras en los andenes que permiten la visibilidad. Google Street View.	Calle 6ta sur con carrera 18 poca presencia de árboles y jardineras en los andenes que permiten la visibilidad. Google Street View.

Fotografía 5.2.1-16 Calles con pocos individuos arbóreos dentro de la zona 4

En cuanto a la evaluación de espacios recreativos para la Zona 4 fueron considerados los parques y la disponibilidad de zonas verdes en los que los habitantes pudiesen interactuar dentro del área valorada, dando como resultado una baja estimación en esta unidad del paisaje; en el lugar priman las edificaciones en el 82.30% de los casos (296.79 ha), véase Tabla 5.2.1-88 y Figura 5.2.1-49. Sin embargo, como se mencionó anteriormente los habitantes pueden disponer de al menos dos parques de tipo zonal para su recreación (véase Fotografía 5.2.1-15).

Por otro lado, en la estimación de la integración social se encontró una dominancia de valores bajos (75.75% del área estudiada). Este parámetro evalúa el vínculo entre los habitantes no limitado al ámbito familiar, sino que incluye el lazo asociado a un lugar especial, en este caso la integración social tiene en cuenta los centros educativos y las zonas culturales y de interés para la comunidad, dos de los establecimientos que sobresalen en este aspecto son el Colegio Eduardo Santos I.E.D y el Centro de tecnologías para la construcción y la madera del SENA, ver Figura 5.2.1-49 y Tabla 5.2.1-88. En la década del sesenta se inaugura la sede del SENA ubicada en la carrera 30, lo que posibilita el acceso de los jóvenes del sur occidente a la formación técnica.

Otros referentes importantes para los residentes son los hospitales de la zona: Hospital Universitario San Juan de Dios y la Fundación Hospital de la Misericordia-HOMI.

Colegio Eduardo Santos. Institución de educación distrital. Google Street View.	Centro de tecnologías para la construcción y la madera del SENA Google Street View.

Fotografía 5.2.1-17 Instituciones educativas presentes en la Zona4

Finalmente, la evaluación del sentido de pertenencia y participación ciudadana de la zona 4 tuvo en cuenta el alto grado de arraigo de los habitantes producto de la autoconstrucción y el trabajo colaborativo entre las familias, el cual jugó un papel muy importante desde la década de los sesenta cuando se fundó el barrio La Fragua con auxilios en dinero y terrenos para familias de bajos recursos. El proyecto, novedoso para la época, permitió la construcción de más casas de las que se habían pensado inicialmente gracias a que se diseñó un barrio con calles peatonales; según la *MATRIZ DE CONSOLIDACIÓN DE RECOMENDACIONES CIUDADANAS PARA EL TRAMO I DE LA PRIMERA LÍNEA DEL METRO DE BOGOTÁ,* muchas de estas familias aún se mantienen en el sector y se sienten ligados a la zona que habitan. Por esta razón se obtuvieron los valores más altos en la evaluación de estas unidades de la calidad visual del paisaje, véase Tabla 5.2.1-88 y Figura 5.2.1-49.

Tabla 5.2.1-88 Resultados de cada una de las unidades del paisaje evaluadas en la Zona 4.

Unidades del paisaje	Valoración de las unidades	Área en ha	%
Contacto Naturaleza	Bajo	105,22	29,18
	Medio	211,74	58,72
	Alto	43,63	12,10
Preferencia estética	Bajo	281,95	78,19
	Medio	5,37	1,49
	Alto	73,28	20,32
Presencia espacios recreativos	Bajo	296,79	82,30
	Medio	25,54	7,08
	Alto	38,26	10,61
Integración social	Bajo	269,55	74,75
	Alto	91,05	25,25
Participación ciudadana	Alto	360,60	100,00
Sentido de pertenencia	Alto	360,60	100,00

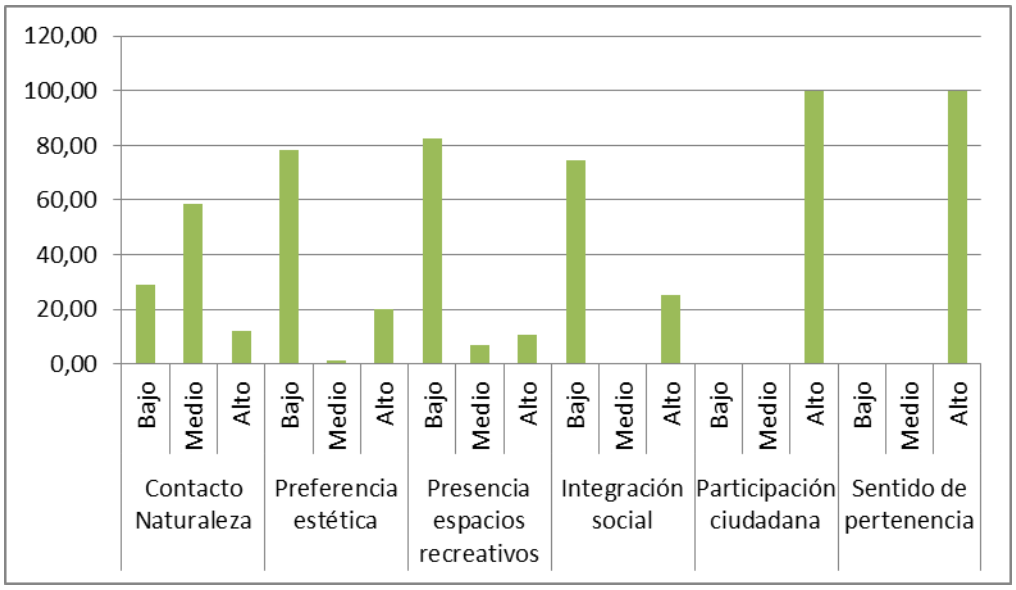


Figura 5.2.1-49 Distribución porcentual de las unidades del paisaje en la Zona4

La evaluación final de la calidad visual del paisaje de la zona 4 dio como resultado una valoración media este resultado es producto de la ponderación de las variables mencionadas anteriormente, teniendo en cuenta las diferencias de preferencia de cada uno de los elementos que componen el paisaje en cada una de las zonas evaluadas de acuerdo con la matriz de consolidación de recomendaciones ciudadanas (Tabla 5.2.1-86), siendo las más importantes para este sector las unidades de interacción social, participación ciudadana e identidad comunitaria o sentido de pertenencia, relacionadas con el arraigo y los lazos de las familias con el espacio estudiado, véase Tabla 5.2.1-89.

Tabla 5.2.1-89 Calidad visual Zona 4

Unidades del paisaje	Valoración de las unidades	Área en Ha
Calidad visual	Bajo	95,91
	Medio	173,64
	Alto	91,05
	Total general	360,60

- **Zona 5: Centro histórico Av. Caracas con Cl. 2 – Cl. 28**

La zona es de uso principalemente comercial y en menor proporción residencial, por lo cual en el área de influencia la cantidad de parques es baja con respecto a otras zonas; sin embargo, al igual que en la Zona 4 existen dos parques de gran área, el parque Tercer Milenio y el parque del Renacimiento, ambos de escala metropolitana (con una superficie superior a 10 hectáreas, destinadas al desarrollo de usos recreativos y a la generación de valores paisajísticos y ambientales) y resultado del proceso de renovación urbana del centro.

En primer lugar el parque del Renacimiento se caracteriza por un espejo e hilo de agua rodeado de abundante arborización con especies nativas, que propician el disfrute de actividades de

recreación y eventos culturales, se encuentra ubicado cerca al centro internacional. Por otro lado, el Parque Metropolitano Tercer Milenio está ubicado en el centro de Bogotá, en la localidad de Santa Fe, nació como parte de la Política de Recuperación de Bogotá, y surgió dada la necesidad de darle un respiro más limpio a esta zona denominada antiguamente como la “calle del cartucho” o antiguo barrio Santa Inés. Adicionalmente, en la zona 5 se encuentran algunos parques de tipo vecinal como el del barrio San Bernardo, véase Fotografía 5.2.1-18

Consecuentemente con lo expuesto, y teniendo en cuenta parques, zonas verdes, jardines y arbolado urbano, la valoración del contacto con la naturaleza de la Zona 5 dio un resultado medio en el 57,82% de los casos, lo cual representa 213.05 ha que ayudan a reducir las modificaciones hechas al paisaje, véase Tabla 5.2.1-90 y Figura 5.2.1-50. Adicionalmente, según la matriz de consolidación de recomendaciones ciudadanas, en este sector las comunidades reconocer que existe poca vegetación y manifiestan la necesidad de renovación y mejoramiento en ese aspecto sobre la Avenida Caracas.

Otro de los elementos del paisaje que tiene como base la belleza intrínseca de las formas de la tierra es la preferencia estética; en la zona 5 se presentaron valores predominantemente bajos (75,71% del área estudiada), véase Tabla 5.2.1-90 y Figura 5.2.1-50, lo que está relacionado con la presencia de pocos lugares naturales. Es importante ya que la vegetación en la ciudad, no sólo tiene una función de regulación ecológica, sino que juega un rol ornamental, recreativo y perceptual-paisajístico, este último relacionado con la necesidad psicológica del habitante de la ciudad por acercarse a la naturaleza. La infraestructura verde de las ciudades, es la única que da respuesta a ciertas necesidades de convivencia, agrupación y socialización, cumpliendo una función social que llega a ser de interés incluso en la ratificación de la persona en cuanto que facilita su conexión con el pasado (jardines de origen histórico, acompañamiento verde en zonas de interés arquitectónico) o lo que es lo mismo, facilita la ubicación de la persona en un orden cultural, pero también en un orden natural gracias a la unión de aspectos biológicos (temperaturas, período diario de luz) con estos espacios vivos urbanos.

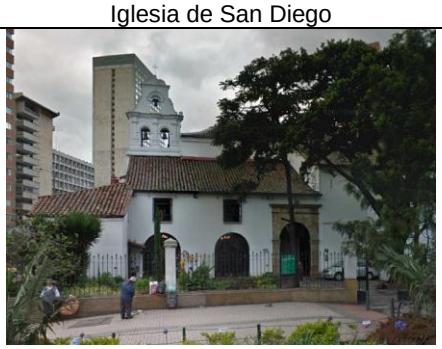
Estrechamente relacionado con este parámetro, se encuentra la medida de la presencia de espacios recreativos y la disponibilidad de zonas verdes en los que los habitantes puedan interactuar con sus allegados. En el caso de la zona expuesta, la valoración de esta unidad del paisaje fue predominantemente baja en el 84.62% del área evaluada, véase Tabla 5.2.1-90 y Figura 5.2.1-50. Dentro de los espacios recreativos a los que los habitantes pueden acceder dentro de la zona 5 el parque el Renacimiento sobresale por la escultura Hombre a Caballo, obra de Fernando Botero. Posee además una retreta cubierta para eventos culturales, mobiliario, iluminación y cafetería, véase Tabla 5.2.1-90 y Figura 5.2.1-50.

Parque Tercer Mileno	Parque Tercer Mileno
 RutasBogota.com	 http://www.idrd.gov.co/sitio/idrd/node/237
Parque Renacimiento	Parque Renacimiento
 Google Street View.	 Google Street View.
Parque vecinal del Barrio San Bernardo	Parque vecinal del Barrio San Bernardo
 http://www.bogota.gov.co	 Google Street View.

Fotografía 5.2.1-18 Parques y zonas verdes disponibles en la Zona5

En cuanto a la evaluación de la integración social en la zona 5 se encontró predominancia de una valoración baja (en el 74.05% del área estudiada); sin embargo, el porcentaje restante (considerado como alto en su totalidad) tiene que ver con el hecho de que la zona 5 está constituida por barrios tradicionales como San Bernardo, La Capuchina, La Alameda, San Victorino, Voto Nacional, que poseen gran cantidad de locaciones culturales y de interés social, político y formativo; estos barrios cuentan con sitios de interés como El Planetario Distrital, la Plaza de Toros La Santamaría, la Plaza de los Mártires, con iglesias muy reconocidas como la Capuchina y la Basílica menor del Voto Nacional, entre otros, véase Tabla 5.2.1-90, Figura 5.2.1-50 y Fotografía 5.2.1-19.

Estos barrios se configuraron como barrios burgueses a mediados del siglo XIX, posteriormente en algunos de ellos como en el Voto Nacional, alrededor de la Plaza España se conformó como el sector comercial de la zona.

<table>
<tr><td>Basílica menor del Voto Nacional</td><td>Academia superior de artes</td></tr>
<tr><td>
Instituto Distrital de Turismo</td><td>
Google Street View</td></tr>
<tr><td>Iglesia de San Diego</td><td>Plaza de los Mártires y Hospital de San José</td></tr>
<tr><td> 
Google Street View.</td><td>
Google Street View</td></tr>
<tr><td>Plaza de Toros La Santamaría</td><td>Planetario Distrital</td></tr>
<tr><td>
Google Street View</td><td>
IDT http://bogotaturismo.gov.co/planetario-de-bogota</td></tr>
</table>

Fotografía 5.2.1-19 Referentes sociales, culturales y arquitectónicos de la Zona5

Por otro lado, la medida de participación ciudadana en el lugar fue alta al igual que en la zona 4; sin embargo, la valoración de identidad comunitaria o sentido de pertenencia fue media, esto

podría deberse a las características inseguridad expresadas en la matriz de recomendaciones ciudadanas, véase Tabla 5.2.1-90 y Figura 5.2.1-50.

Tabla 5.2.1-90 Resultados de cada una de las unidades del paisaje evaluadas en la Zona 5

Unidad del paisaje	Valoración de las unidades	Área en ha	%
Contacto Naturaleza	Bajo	113,87	30,90
	Medio	213,05	57,82
	Alto	41,55	11,28
	Total general	368,47	100,00
Preferencia estética	Bajo	278,98	75,71
	Medio	5,44	1,48
	Alto	84,05	22,81
	Total general	368,47	100,00
Presencia espacios recreativos	Bajo	311,84	84,63
	Medio	20,52	5,57
	Alto	36,11	9,80
	Total general	368,47	100,00
Integración social	Bajo	272,85	74,05
	Alto	95,62	25,95
	Total general	368,47	100,00
Participación ciudadana	Alto	368,47	100,00
	Total general	368,47	100,00
Sentido de pertenencia	Medio	368,47	100,00
	Total general	368,47	100,00

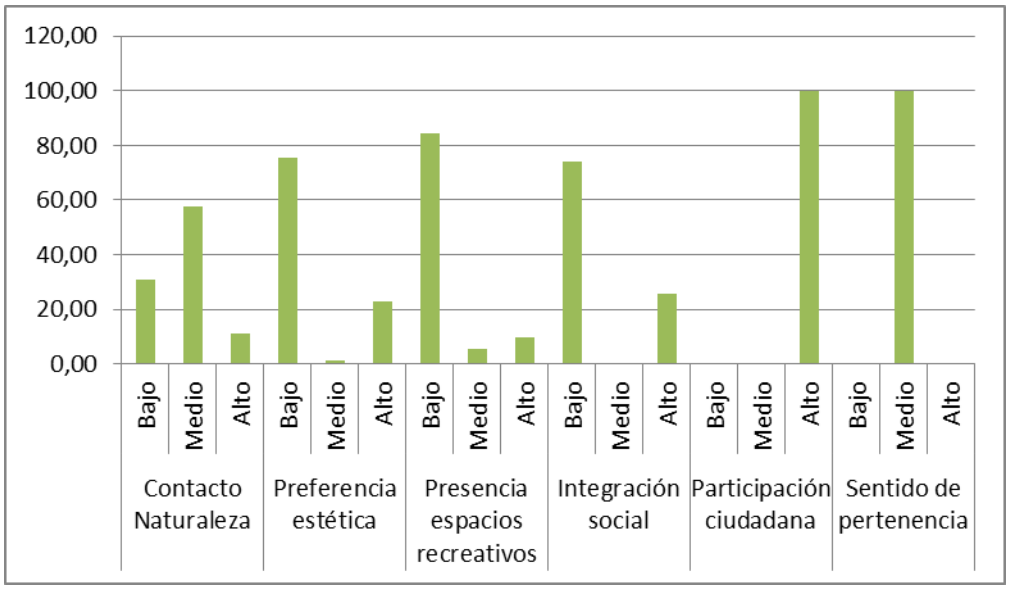


Figura 5.2.1-50 Distribución porcentual de las unidades del paisaje en la Zona5.

Estimados cada uno de los parámetros o unidades del paisaje se halló la calidad visual para la zona 5, la cual presentó de forma dominante valores bajos, según la matriz de recomendaciones ciudadanas las unidades de paisaje más importantes para esta zona son la preferencia estética, la recreación y la interacción social, véaseTabla 5.2.1-86 y Tabla 5.2.1-91.

Tabla 5.2.1-91 Calidad visual en la Zona 5.

Calidad visual	Área en Ha
Bajo	267,408793
Medio	61,439945
Alto	39,624101
Total general	368,472839

- **Zona 6: Teusaquillo Centro internacional Cl. 28 – Cl. 76**

Esta zona comprende un sector comercial y de servicios además de zonas residenciales; entre la calle 26 y 45 se encuentra parte de la localidad de Teusaquillo que posee barrios de conservación caracterizados por la riqueza de su arquitectura, en esta zona se localizan algunos parques de bolsillo como el parque Armenia, Pony y el Parque Central Bavaria como parte de un proyecto de renovación urbana para la zona de Centro Internacional. Entre la 58 y 76, los parques son espacios utilizados por residentes y transeuntes o empleados de la zona para descansar, con algunos juegos para niños dedicados a la recreación contemplativa y pasiva, además de andenes y separadores con jardineras y arbolado urbano. En la zona 6 el contacto con la naturaleza es valorado primordialmente como medio (en el 64.90% del área estudiada) estos espacios cumplen algunas funciones de gran interés ciudadano, como lo son ornamental de retención de las aguas atmosféricas, contribución a la evapotranspiración, como un filtro contra la contaminación y como regulador del intercambio de aire, calor y humedad con el entorno urbano, véase

Tabla 5.2.1-92, Figura 5.2.1-51 y Fotografía 5.2.1-20.

Parque Bavaria	Parque Pony
Google Street View	Google Street View

Fotografía 5.2.1-20 Parques disponibles en la Zona 6

En cuanto al parámetro de preferencia estética, en la zona 6 se hallaron valores principalmente bajos, esto debido a la gran cantidad de edificaciones. No obstante, el 30.07% del área obtuvo valores altos, relacionados con las zonas verdes presentes en el área estudiada y la presencia e recursos de interés cultural inmersos en sectores tradicionales de la ciudad, como Teusaquillo, Quinta Camacho, Chapinero, entre otros, véase Fotografía 5.2.1-21, Figura 5.2.1-51 y

Tabla 5.2.1-92.

Museo Gaitán	Teatro Astor Plaza
Google Street View	Google Street View
Museo Casa Lleras	**Fundación Teatro Nacional**

Google Street View	Google Street View
Teatro Libre	Monumento a los Héroes
 Google Street View	 Google Street View
Teatro Vanguardia	Tearto, La casa de la Maldita Vanidad
 Google Street View	 Google Street View

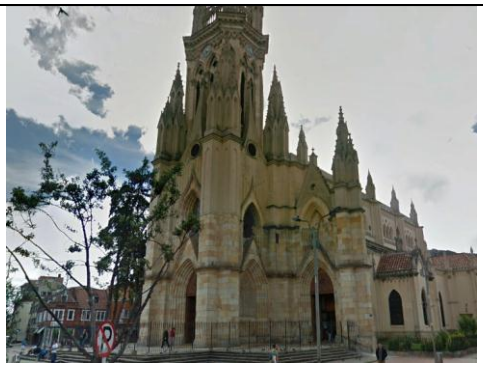
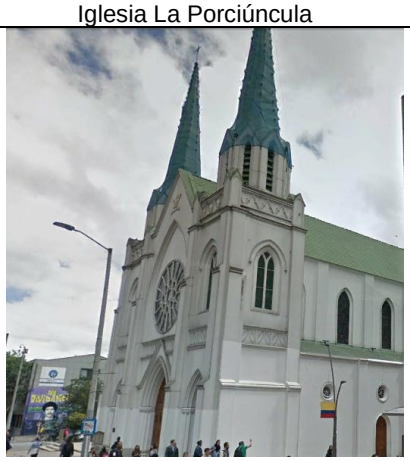
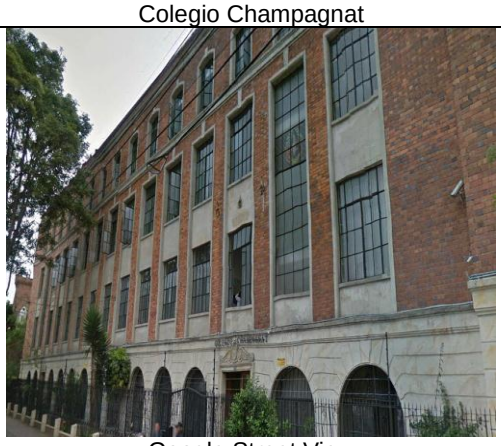
Fotografía 5.2.1-21 Lugares de interés cultural, arquitectónico e histórico en la Zona 6.

En el parámetro de presencia de espacios recreativos dio como resultado valores bajos en el 81.93% del territorio, lo cual hace referencia a la poca disponibilidad de parques en los que los habitantes pueden interactuar con sus familiares y amigos, en este caso se consideran parques metropolitanos, zonales y locales presentes en el área de influencia, véase

Tabla 5.2.1-92.

Por su parte la medida de la interacción social resultó Alta en un 40, 16% teniendo en cuenta la gran cantidad de instituciones educativas, centros espirituales, zonas culturales y en general lugares que permiten las relaciones interpersonales más allá del ámbito familiar, véase Fotografía 5.2.1-22, Figura 5.2.1-51 y

Tabla 5.2.1-92. A finales del siglo XIX se construye la iglesia de Lourdes, un elemento arquitectónico significativo para la zona, al igual que la iglesia de la Porciúncula que es posterior (se construye entre 1918 y 1940), pero que también se configura como un elemento significativo dentro de las creencias religiosas.

Iglesia Santa Teresita	Basílica menor Nuestra Señora de Lourdes
Google Street View	 Google Street View
Iglesia La Porciúncula	**Colegio Champagnat**
 Google Street View	 Google Street View
Gimnasio Moderno	**Universidad Pedagógica**
Google Street View	Google Street View

Fotografía 5.2.1-22 Referentes sociales, culturales y educativos de la Zona6.

Finalmente, los resultados de la Matriz de recomendaciones ciudadanas definieron la identidad comunitaria o sentido de pertenencia como medio para toda la Zona 6. Es importante resaltar que la participación de las juntas de acción comunal u organizaciones comunitarias no fue destacada,

en este sector se contó con organizaciones como Corpopatrimonio, la cual ha mencionado como función proteger el patrimonio local, véase

Tabla 5.2.1-92 y Figura 5.2.1-51.

Tabla 5.2.1-92 Resultados de cada una de las unidades del paisaje evaluadas en la Zona

Unidad del paisaje	Valoración de las unidades	Área en ha	%
Contacto Naturaleza	Bajo	185,72	32,33
	Medio	372,84	64,90
	Alto	15,97	2,78
	Total general	574,52	100,00
Preferencia estética	Bajo	395,02	68,76
	Medio	6,77	1,18
	Alto	172,74	30,07
	Total general	574,52	100,00
Presencia espacios recreativos	Bajo	470,69	81,93
	Medio	94,65	16,48
	Alto	9,18	1,60
	Total general	574,52	100,00
Interacción social	Bajo	343,80	59,84
	Alto	230,72	40,16
	Total general	574,52	100,00
Participación ciudadana	Alto	574,52	100,00
	Total general	574,52	100,00
Sentido de pertenencia	Medio	574,52	100,00
	Total general	574,52	100,00

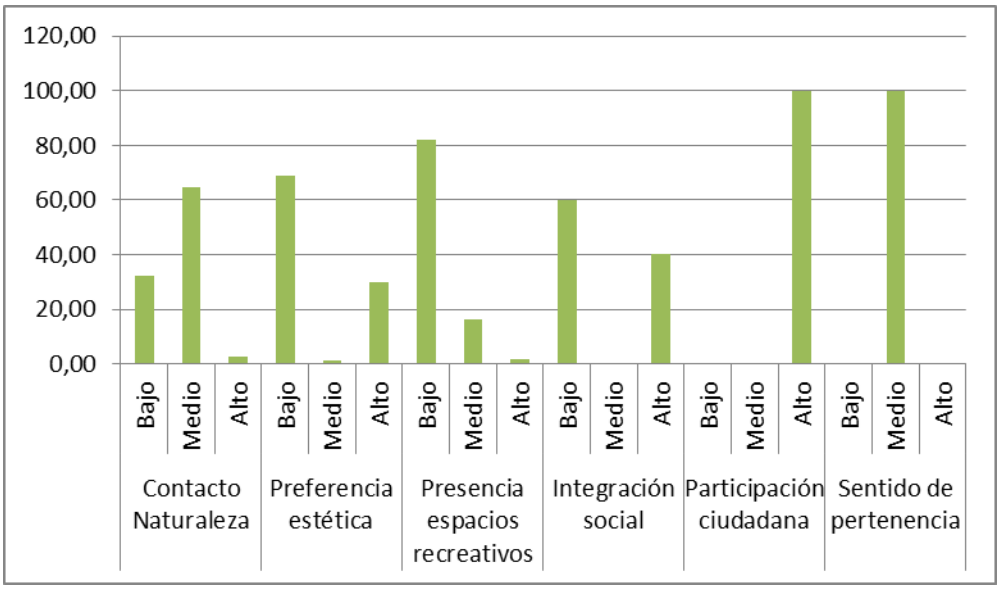


Figura 5.2.1-51 Distribución porcentual de las unidades del paisaje en la Zona 6

Por último, la calificación de la calidad visual en la Zona 6 tuvo en cuenta el valor primordial que le dan los habitantes de la zona al contacto con la naturaleza, la preferencia estética y la interacción social; dando como resultado una valoración baja de la calidad visual el 58,66% del área evaluada, véase Tabla 5.2.1-93.

Tabla 5.2.1-93 Cladidad visual Zona 6.

Unidad del paisaje	Valoración de las unidades	Área en Ha
Calidad visual	Bajo	337,04
	Medio	198,40
	Alto	39,09
	Total general	574,52

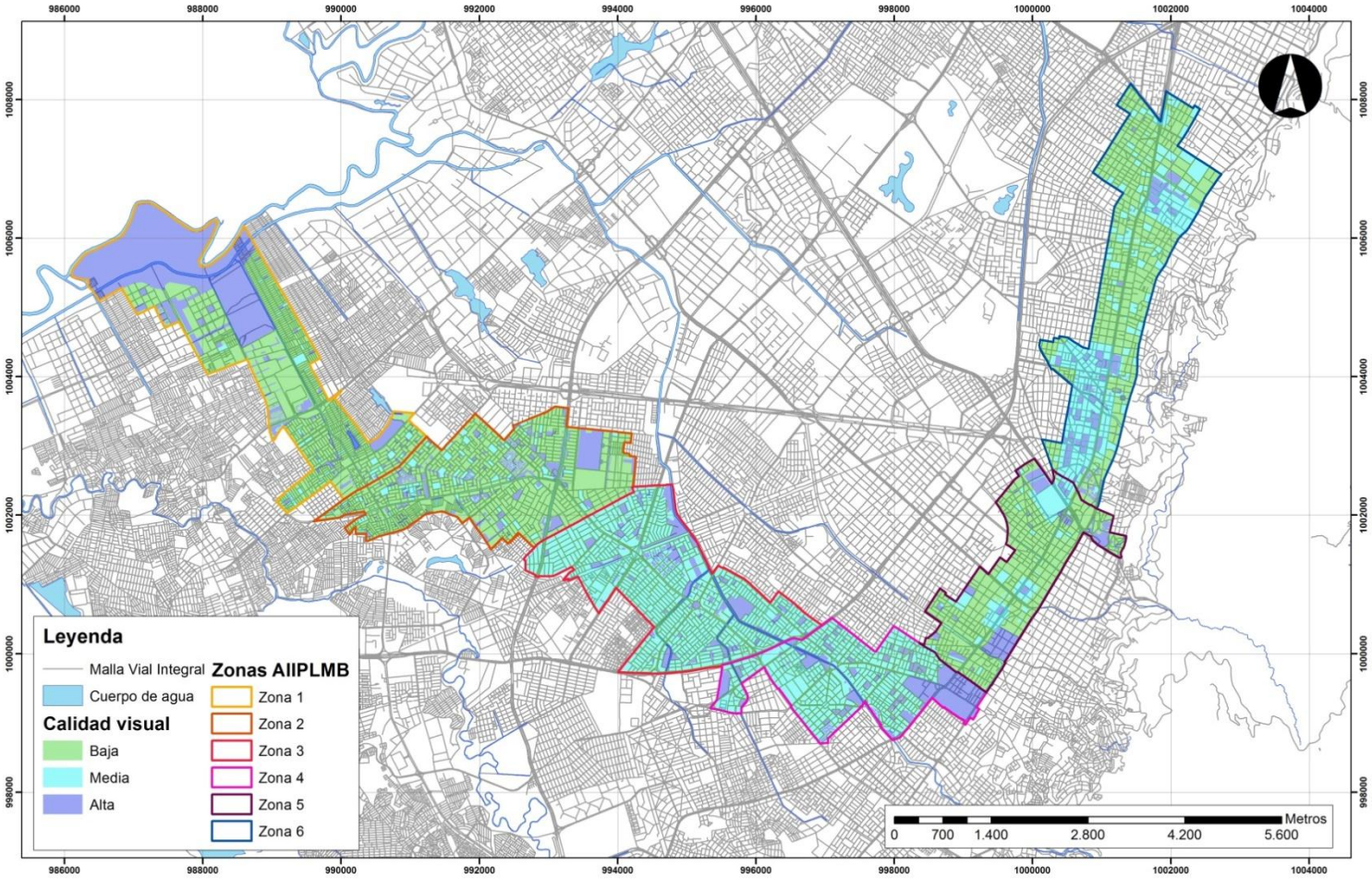


Figura 5.2.1-52 Distribución de la calidad visual para el AIIPLMB

5.2.1.12 Componente Hidrosférico

La caracterización hidrológica se realiza en la zona de influencia del componente. Teniendo en cuenta que no existe interferencia entre el trazado del proyecto y los cauces el área de influencia directa e indirecta del componente hidrológico son las mismas.

5.2.1.13 Hidrología

Bogotá cuenta con tres grandes ríos que dividen la ciudad básicamente en tres cuencas de drenaje; Salitre, Fucha y Tunjuelo, cada una de ellas con diferente grado de desarrollo urbano en la actualidad. El trazado del proyecto Metro cruza estas cuencas en ciertos puntos, así como la cuenca artificial del canal Cundinamarca, adicionalmente la localización del Patio-Taller es en cercanías al río Bogotá.

Para la descripción del sistema hídrico se tomó como referencia el estudio realizado por INGETEC para el Acueducto de Bogotá denominado “Consultoría para la actualización del Plan maestro de abastecimiento y la elaboración y formulación del plan maestro de alcantarillado para Bogotá y sus municipios vecinos” en el 2016 y el documento “Diseños para construcción de las obras de control de crecientes en la cuenca del río Tunjuelo” realizado por INGETEC en el año 2002.

A continuación se presenta la identificación de los sistemas lenticos y lóticos del área de influencia, la caracterización en términos de caudales medios de las cuencas donde se localizan los cruces, los caudales máximos para diferentes de retorno para los cuales fueron verificados dichos cauces en el plan maestro referenciado y una caracterización de los niveles en la zona cercana a la localización proyectada del Patio-Taller.

5.2.1.13.1 Identificación de sistemas lénticos y lóticos

En el área de influencia directa del proyecto se realizó la identificación de los sistemas lénticos y loticos que conforman la red hidrográfica que se encuentra en el área de influencia del trazado definida para el estudio.

5.2.1.13.2 Sistemas lénticos

No fueron identificados sistemas lenticos dentro del área de influencia del componente hidrológico del proyecto.

5.2.1.13.3 Sistemas lóticos

Los sistemas lóticos identificados tienen en cuenta que dentro del área de influencia del proyecto el trazado proyectado para el Metro cruza las cuencas de drenaje de los ríos Fucha, Salitre y Tunjuelo, así como la cuenca artificial del Canal Cundinamarca, adicionalmente se tiene en cuenta la localización del Patio-Taller en cercanías del río Bogotá (ver 5.2.1.11 plano ETPLMB-ET19-L04-PLA-I-0011_RA). A continuación, se presenta la descripción de dichas cuencas:

Cuenca del río Salitre

La cuenca Salitre se encuentra localizada al norte de la ciudad y está conformada por un sistema de alcantarillado pluvial, sanitario y combinado.

El eje principal de drenaje de la cuenca es el río Salitre, que recoge directamente los caudales producidos en varias sub – cuencas como Arzobispo, río Nuevo, Las Delicias, La Vieja, El Chico, el canal Córdoba, el canal Molinos y el canal Contador, que a su vez recibe las aguas generadas en las sub - cuencas ubicadas al nororiente de la ciudad como Norte callejas.

Como parte del alcance del estudio de la referencia, la cuenca del Salitre se dividió en cinco sub - cuencas pluviales, las cuales son: Suba, La Conejera, Jaboque, Córdoba y Torca, y tres sub - cuencas combinadas, las cuales son: Salitre Alto, Salitre Bajo y Río Negro, que se encuentran localizadas en las localidades de Suba, Usaquén, Engativá, Barrios Unidos y Chapinero.

La cuenca Salitre cuenta con un emisario final que recibe las aguas aliviadas de la zona combinada y sanitaria (Canal de aguas negras del río Salitre) que una vez capturadas son descargadas a la planta de tratamiento, que entrega sus caudales tratados al río Bogotá.

Cuenca del río Fucha

La cuenca pluvial del Fucha está conformada por el sistema pluvial de las subcuencas de Fucha, San Francisco y Fontibón.

La subcuenca del Fucha corresponde al área de drenaje cubierta por el canal Fucha, el cual es alimentado por los Canales Albina, Rio Seco y Comuneros, además del colector Zona Industrial y el Cooperativa de Suboficiales.

La subcuenca de San Francisco corresponde al área de drenaje cubierta por el Canal San Francisco, el cual es alimentado por el canal Boyacá y los colectores Av. Constitución, Ciudad Salitre y La Esmeralda.

La subcuenca de Fontibón drena el sector central al canal Cundinamarca y el sector occidental a los pondajes de Navarra y la Rivera, los cuales descargan directamente al río Bogotá, Está compuesta en su zona central por el Colector y Canal central de Fontibón o San Francisco, el canal oriental de Fontibón, además de los colectores Av. la Esperanza, Av. FCCC. La parte occidental de la subcuenca drenada por los colectores Fontibón occidental, El charco, Centenario I y II, Atahualpa, Flandes, Occidente y Occidente II.

La cuenca del Fucha incluye el sistema combinado en las subcuencas de calle 22, San Agustín, Ejido, Fucha Alto, Albina y una parte de Rio Negro. Desde la carrera 50 hacia el occidente, sobre la Avenida sexta, pasando a la avenida NQS hacia el sur, el sistema se comporta separado

Cuenca del río Tunjuelo

La cuenca del río Tunjuelo es un afluente del río Bogotá, está localizada al sur de la ciudad. La cuenca drena un área total de 388,13 km²; su punto más alto ubicado en el extremo sur, tiene una elevación de 3 850 msnm y su confluencia con el río Bogotá está aproximadamente a la cota 2 536 msnm.

La cuenca del río Tunjuelo, está dividida en la cuenca alta, hasta el sitio de presa de Cantarrana, situado a una elevación de 2 625 m.s.n.m.; y la cuenca baja, entre el sitio de presa de Cantarrana y el río Bogotá.

La cuenca alta, con una extensión de 254 km², está compuesta a su vez, por las subcuencas de los ríos Chisacá y Curubital, que confluyen para formar el río Tunjuelo propiamente dicho, a los

3 000 m.s.n.m., en el sitio de La Regadera, y la subcuenca del río Tunjuelo entre La Regadera y el sitio de presa de Cantarrana.

La cuenca baja está conformada por las subcuencas de ocho quebradas principales, afluentes en ambas márgenes del río y varias subcuencas de drenaje local que tributan al río sin tener un cauce definido. Las quebradas principales aguas abajo del sitio de presa de Cantarrana son: por la margen derecha, las quebradas Yomasa, Santa Librada, Chiguaza y La Fiscala; y por la margen izquierda, las quebradas Botello, Trompeta, Estrella y Limas.

En la cuenca alta existen los embalses de regulación de Chisacá y de La Regadera, aguas abajo de la confluencia de los ríos Curubital y Chisacá; el volumen total conjunto de estos embalses, de 10,54 hm3, permite obtener un caudal regulado de cerca de 1,0 m^3/s, aprovechado para el abastecimiento de agua en las plantas de potabilización de La Laguna y Vitelma.

A continuación, en la Figura 5.2.1-53 se presenta la división de Bogotá por sub cuencas de alcantarillado pluvial, donde se incluyen las cuencas descritas previamente:

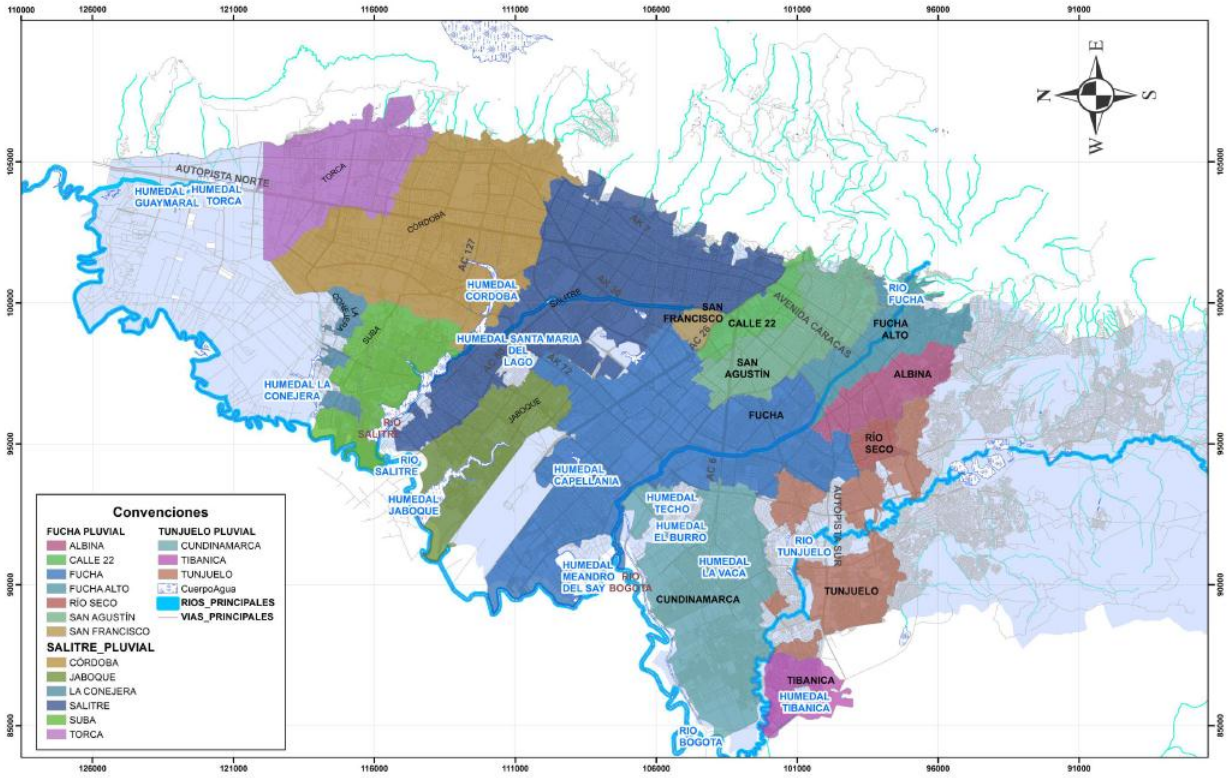


Figura 5.2.1-53 División del Bogotá por sub - cuencas de alcantarillado pluvial

Fuente: Estudio Plan maestro Bogotá, 2016.

Cuenca Canal Cundinamarca

Es una subcuenca artificial que se localiza entre el drenaje hídrico natural de los ríos Tunjuelo y Fucha, está conformada por una serie de canales que drenan al canal Cundinamarca, de los principales se encuentra el Canal Tintal. Esta subcuenca se encuentra localizada por debajo del río Bogotá y sus aguas son entregadas a este cauce mediante bombeo. El área de drenaje de esta sub cuenca es de aproximadamente 34,06 km².

Cuenca río Bogotá

El río Bogotá nace en el municipio de Villapinzón, sobre los 3300 msnm y se ubica en la parte central del departamento de Cundinamarca, tiene un área tributaria total hasta su desembocadura en el río Magdalena de 5.476 km^2, sobre la cota 280 m.s.n.m. y una longitud de 336 km, en total se localizan en su cuenca 46 municipios.

En la trayectoria del río pueden distinguirse tres tramos: La cuenca alta, desde su nacimiento hasta el norte de la zona urbana del Distrito Capital, la cuenca media comprendida desde la zona urbana de Bogotá, hasta el Salto de Tequendama y la cuenca baja, desde el Salto de Tequendama hasta su desembocadura en el río Magdalena. El sistema hídrico está compuesto por quebradas, ríos, lagunas y humedales y un sistema de regulación para abastecimiento y generación eléctrica, compuesto por nueve embalses y adicionalmente un distrito de riego.

En la cuenca alta, se observan los humedales pertenecientes a la laguna del Valle, el Pozo de La Nutria, el Pozo del Oso y los nacederos aledaños a la laguna El Valle. Luego de pasar por el municipio de Chocontá, se encuentra el embalse del Sisga, alimentado por el río de su mismo nombre y pasando la población de Sesquilé, el de Tominé, alimentado por los ríos Siecha y Aves, que sirven básicamente para la regulación de los caudales del río. Siguiendo su recorrido, recibe las descargas reguladas de los ríos Neusa (embalse del Neusa) y Teusacá (embalse de san Rafael), pero antes de este último se encuentra la bocatoma derivadora de las aguas a la planta de tratamiento de Tibitoc. A través de la cuenca del río Teusacá, también recibe las aguas trasvasadas de los ríos Chuza, Guatiquía y Blanco, que pertenecen a la cuenca del río Orinoco y forman parte del sistema de abastecimiento de aguas de la ciudad. Aguas abajo de la planta de Tibitoc y de la confluencia de los ríos Teusacá, Frío y Chicú, en Vuelta Grande, las aguas del Río Bogotá son tomadas para el Distrito de Riego de la Ramada. Luego, aguas abajo de esta última captación, empiezan a ingresar al río las aguas servidas de Bogotá.

El río Bogotá en su parte media, presenta un cauce meándrico, como corresponde a un río de planicie aluvial y transcurre la ciudad desde el Puente del Común hasta Alicachín, siendo el último tramo del río sobre la sabana. Luego de recibir los caudales disminuidos de los ríos Chicú y Frío, pero antes del río Juan Amarillo, se localiza la estación de Bombeo de aguas del distrito de riego de La Ramada. En seguida, entran las descargas de la ciudad principalmente por los ríos Juan Amarillo, Fucha y Tunjuelo.

En su cuenca baja, al salir de la sabana de Bogotá se encuentra el embalse regulador del Muña, el cual tiene un uso específicamente hidroeléctrico, donde se encuentran aguas abajo de Alicachín las centrales de Darío Valencia, Laguneta, Salto I y II y Canoas en primera instancia y Paraíso y La Guaca. Finalmente recibe las aguas de los ríos Calandaima y Apulo y en el municipio de Girardot vierte sus aguas al río Magdalena.

Teniendo en cuenta el trazado definido para el proyecto se realizó la revisión de los cruces con estructuras que hacen parte del sistema de alcantarillado de la ciudad de Bogotá (pluvial en los sectores en que se encuentra separados y combinados en las zonas de la ciudad donde no están separados los sistemas) que se localizan dentro de las cuencas ya descritas previamente.

Además se realizó la clasificación de los cuerpos de agua entre intermitentes o permanentes. Las cuencas de drenaje de los cuerpos permanentes tienen aportes de cuencas rurales y de cuencas urbanas, mientras que las cuencas intermitentes solo reciben aportes urbanos. Es importante resaltar además que eventualmente los cuerpos de agua pueden secarse, sin embargo solo los cauces de la quebrada La Vieja y del Canal Arzobispo se encuentran instrumentadas con estaciones que permiten conocer el comportamiento de sus caudales.

A continuación en la Tabla 5.2.1-94 se presentan el listado de las estructuras y el tipo de drenaje:

Tabla 5.2.1-94 Estructuras del sistema de alcantarillado que se cruzan con el trazado del proyecto

No	Nombre de la red	Localización	Tipo de drenaje
1	Canal Cundinamarca	Av. Ciudad Villavicencio (AC 43 S) con KR 100	Permanente
2	Canal Tintal II	Av. Ciudad Villavicencio (AC 43 S) desde Av. Ciudad de Cali (AK 86) hasta KR 100	Intermitente
3	Canal Río Seco	Av. Primera de Mayo con KR 51	Permanente
4	Canal Albina	Av. Primera de Mayo con KR 39	Permanente
5	Canal Río Fucha	CL 12A S desde Av. Jorge Gaitán Cortés (KR 30) hasta Av. Ciudad de Quito (NQS)	Permanente
6	Canal Arzobispo	Av. Caracas con DG 40A Bis	Permanente
7	Colector Pastrana Tramo 1	Av. Ciudad Villavicencio (AC 43 S) desde Av. Primera de Mayo hasta KR 80D	Intermitente
8	Colector Pastrana Tramo 2	Av. Primera de Mayo desde CL 38B S hasta Av. Ciudad Villavicencio (AC 43 S)	Intermitente
9	Interceptor Qda. Las Lajas	Av. de la Hortua (CL 1) desde KR 13A hasta KR 18	Permanente
10	Colector Calle 3	Av. Caracas con CL 3	Permanente
11	Interceptor Comuneros	Av. Caracas con Av. Los Comuneros (CL 6)	Permanente
12	Colector Calle 22	Av. Caracas con CL 22	Permanente
13	Colector Galerías	Av. Caracas con CL 55	Permanente
14	Colector Sears	Av. Caracas con CL 59	Permanente
15	Colector Las Delicias	Av. Caracas con CL 61A	Permanente
16	Interceptor La Vieja	Av. Caracas con CL 69	Permanente

5.2.1.13.4 Caracterización hidrológica

La caracterización hidrológica en términos de caudales medios se realizó teniendo en cuenta los registros de las estaciones de la Empresa de Acueducto de Bogotá, para caracterizar los caudales máximos se tomó referencia el estudio de PMAA desarrollado por INGETEC en el año 2016, de allí se extrajeron los caudales máximos resultantes del modelo computacional SewerGEMS para los periodos de retorno analizados en el estudio de la referencia

5.2.1.13.5 Caudales medios

Para estimar los caudales medios en los cauces que cruzan con el trazado del proyecto se debe elaborar un modelo lluvia escorrentía que contemple la conectividad de todo el sistema de aguas lluvias de la ciudad que se encuentra en tuberías, así como los tiempos de amortiguación de las

mismas, considerando que no es el alcance de la presente línea base y que no existe intervención de ningún cuerpo de agua con el trazado propuesto se presenta la caracterización en términos de caudales medios de las cuencas que son instrumentadas.

Caudales medios en las cuencas

En la zona de estudio solo se encuentran instrumentadas las cuencas del río Arzobispo y de la quebrada La Vieja, sobre sus cauces el Acueducto de Bogotá tiene instaladas dos estaciones liminigráficas, su localización y características se presentan a continuación en la Tabla 5.2.1-95 y en la Figura 5.2.1-54.

Tabla 5.2.1-95 Características de estaciones

NOMBRE	TIPO ESTACIÓN	CÓDIGO	PERIODO DE REGISTRO	LATITUD	LONGITUD	ELEVACIÓN (msnm)
Parque Nacional	Limnigráfica	2120951	1991-2013	4º37'	74º03'	2730
Ventana Captación	Limnigráfica	2120949	1991-2013	4º39'	74º03'	2850

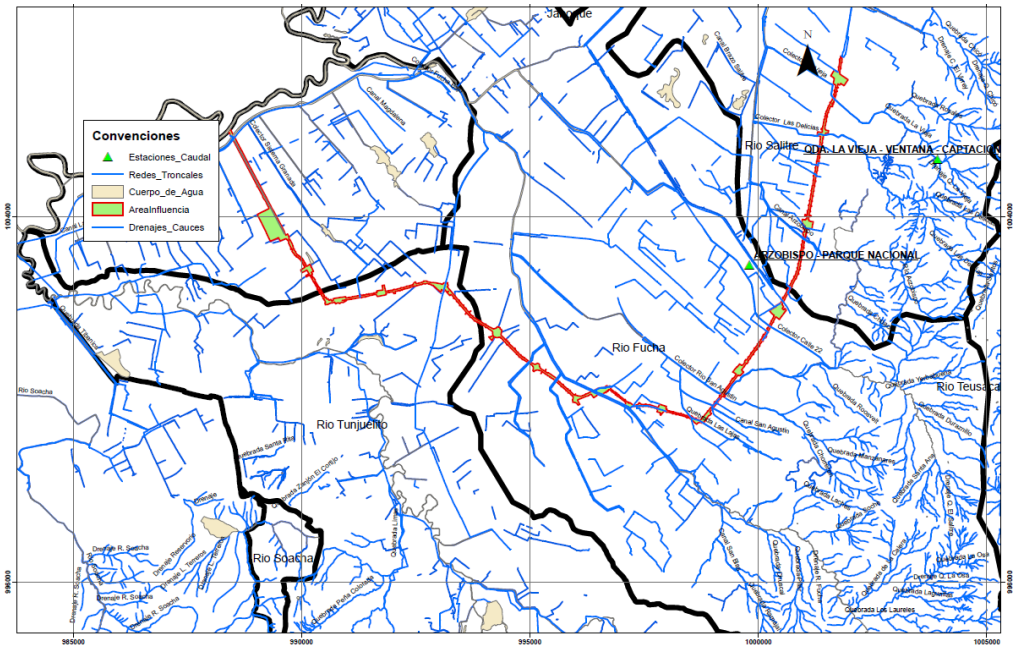


Figura 5.2.1-54 Localización estaciones hidrométricas

Para validar la consistencia de la información de las estaciones se realizó un análisis de doble masa el cual consiste en comparar de manera gráfica los registros acumulados de precipitación de la estación de interés, con los registros acumulados de precipitación en una estación de referencia, las desviaciones en la tendencia de la curva indican inconsistencias y los desfases indican errores sistemáticos.

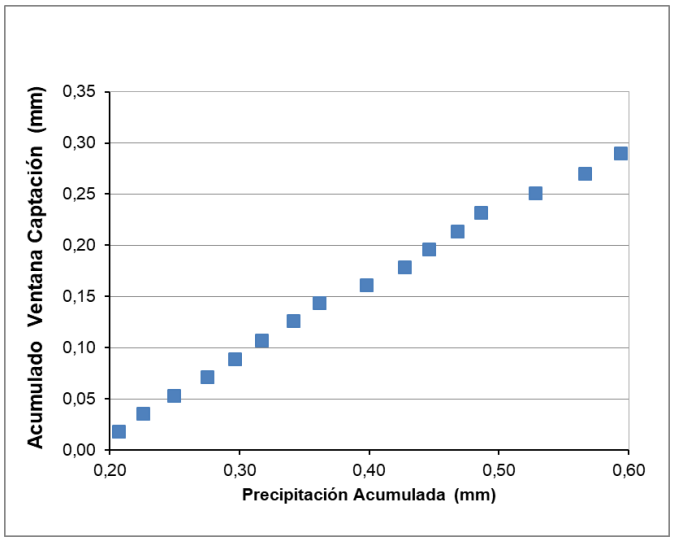


Figura 5.2.1-55 Curva de doble masa caudal medio. Estación Ventana Captación y caudal medio Acumulada Promedio (Período 1991 – 2013

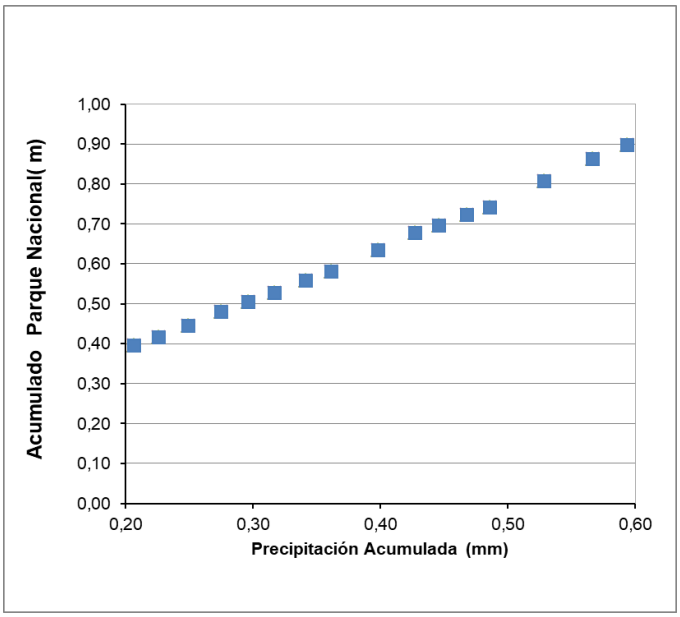


Figura 5.2.1-56 Curva de doble masa caudal medio. Estación Parque Nacional y caudal medio Acumulada Promedio (Período 1991 – 2013)

Fueron recopilados los registros de caudales medios diarios de las estaciones mencionadas y con ellos se elaboró la distribución temporal. Los resultados se presentan a continuación:

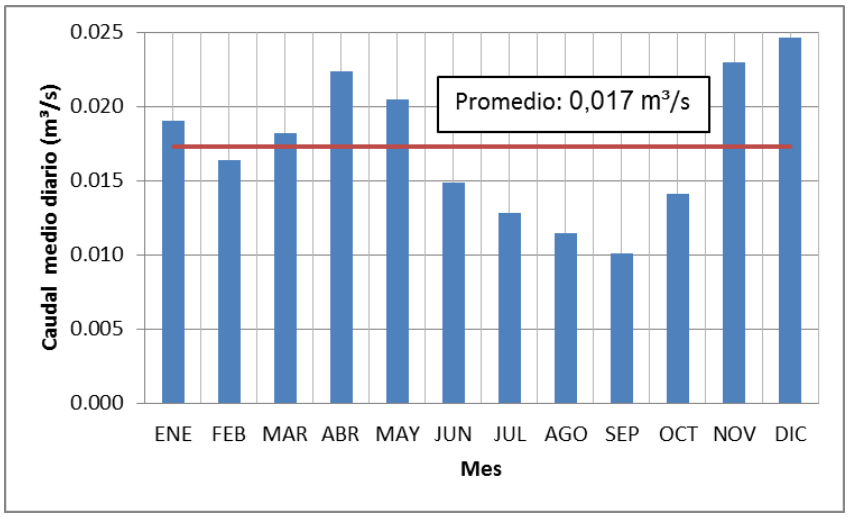


Figura 5.2.1-57 Distribución temporal de caudales medios diarios de la estación limnigráfica Ventana-Captación 1991-2013

Como se presentó en la Figura 5.2.1-57 el régimen de caudales es monomodal, cuenta con un periodo húmedo y uno seco. El periodo húmedo se presentó en los meses de noviembre a mayo, y junio a octubre fue un período seco. El promedio multianual para esta variable es 0,017 m³/s.

El mayor valor registrado de esta estación fue 0,025 m³/s, en el mes de diciembre y el más bajo registro se presenta en el mes de septiembre, con un valor de 0,010 m³/s.

También se realizó la distribución temporal de la estación Parque Nacional. El promedio multianual de la distribución temporal de caudal es 0,054 m³/s, su régimen es bimodal, pues presenta dos periodos secos en los meses de enero-marzo y agosto-octubre. Los periodos húmedos se presentan en los meses de abril-julio y noviembre-diciembre.

El mayor valor registrado de esta estación fue 0,085 m³/s en el mes de junio y el registro más bajo se presenta en el mes de septiembre, de la misma manera que la estación Ventana-Captación, con un valor de 0,015 m³/s.

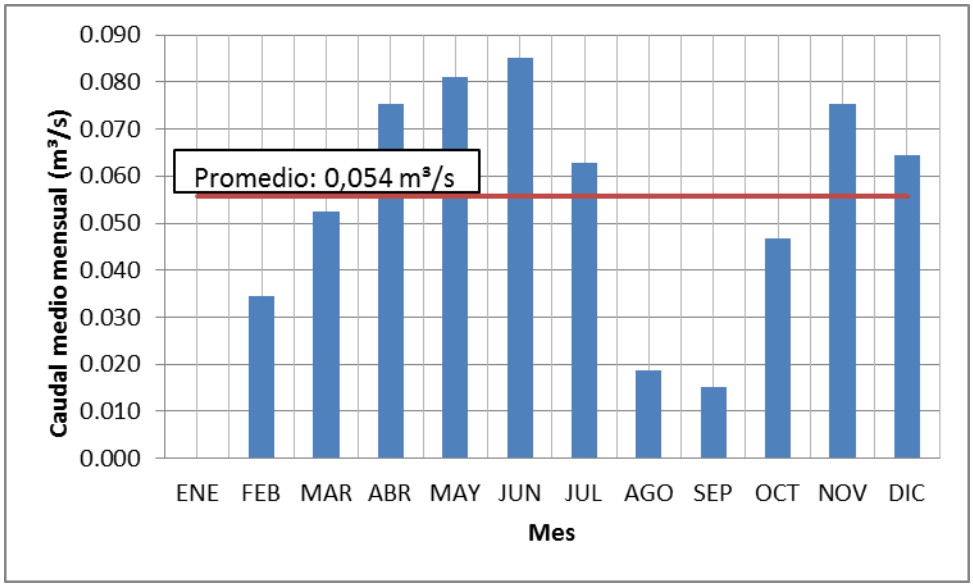


Figura 5.2.1-58 Distribución temporal de caudales medios diarios de la estación limnigráfica Parque Nacional 1991-2013

5.2.1.13.6 Curva de duración de caudales

Con el fin de determinar los caudales característicos de las estaciones base, se elaboró la curva de duración de caudales a nivel diario. En la Tabla 5.2.1-96 se presenta el resumen de los caudales característicos clasificados de acuerdo con la metodología del Índice de Alteración Hidrológica (IHA), desarrollado por *The Nature Conservancy* en el año 2009. Desde la Figura 5.2.1-59 hasta la Figura 5.2.1-60 se presenta la curva de duración de caudales para las estaciones base.

Tabla 5.2.1-96 Caudales característicos (m³/s) estaciones base.

Clasificación	% Probabilidad de Frecuencia de Excedencia	Estación Parque Nacional	Estación Ventana-Captación
		(m³/s)	(m³/s)
Extremos Altos	0	3,87	0,18
	5	0,15	0,05
Altos	5	0,15	0,05
	10	0,09	0,03
Estacionales	10	0,09	0,03
	75	0,01	0,01
Bajos	75	0,01	0,01
	95	0,01	0,01
Extremos Bajos	95	0,01	0,01

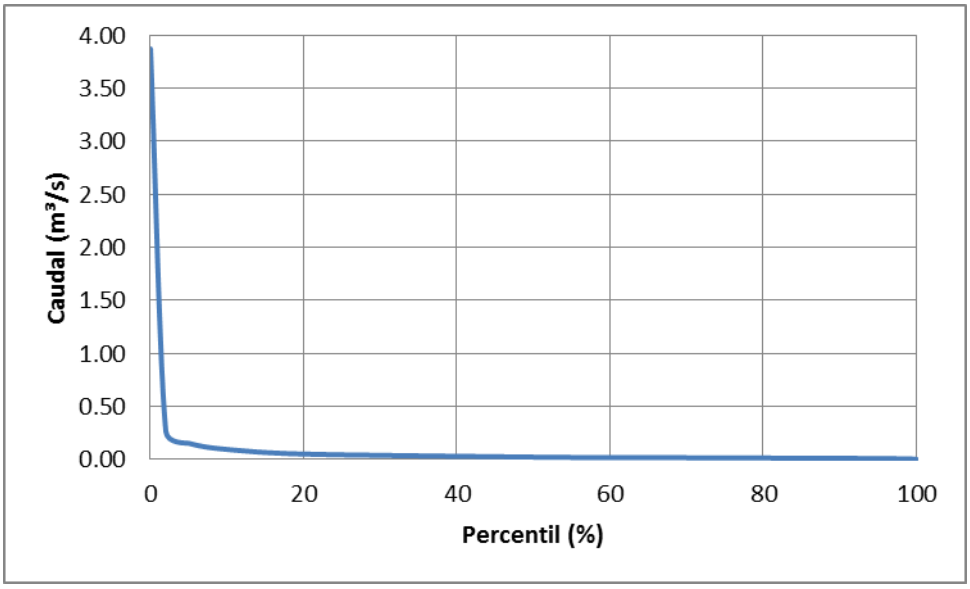


Figura 5.2.1-59 Curva de Duración de Caudales estación Parque Nacional

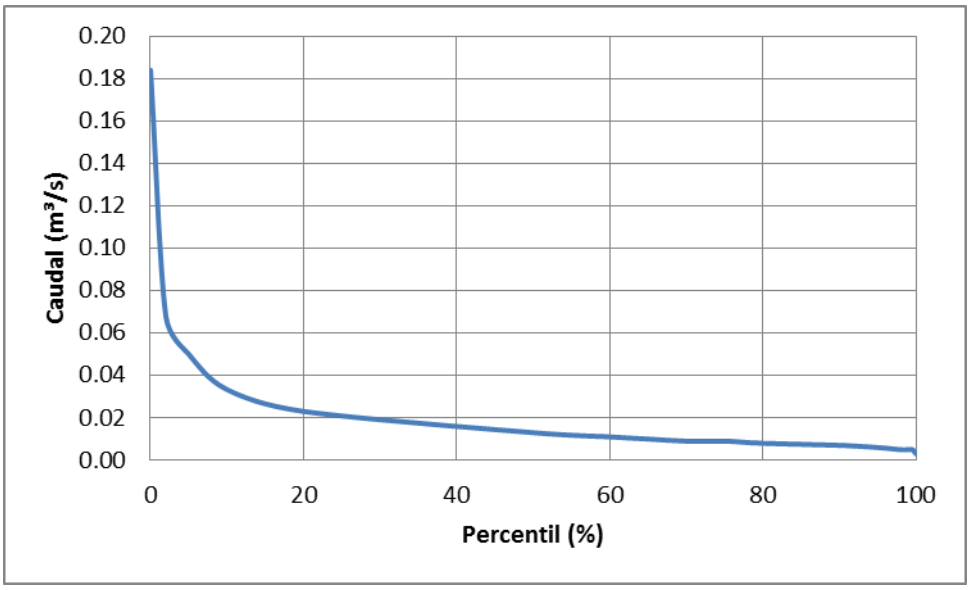


Figura 5.2.1-60 Curva de Duración de Caudales estación Ventana Captación

Puede observarse que los valores de caudales clasificados como extremos altos varían entre 3,87 m³/s a 0,18 m³/s en las estaciones Arzobispo y Ventana – Captación respectivamente. Los valores de extremos bajos corresponden a 0,01 m³/s en las dos estaciones.

5.2.1.13.7 Caudales máximos

Aunque no es el alcance del presente estudio determinar los caudales máximos para diferentes periodos de retorno, se realizó la revisión de los criterios de diagnóstico establecidos e implementados en el PMAA (para un mayor detalle de los criterios establecidos véase informe PMAB-DI-263 del PMAB 2014) en los diferentes tipos de estructuras, tal como se presenta a continuación:

Criterios de evaluación para los conductos por los que transitan aguas pluviales o combinadas

En conductos que transitan aguas lluvias o aguas combinadas (aquellas con una dilución superior a 1/4), las relaciones de llenado superiores a 0,85 o a 0,90 –según se trate de conductos de sección circular o rectangular respectivamente- no se consideran necesariamente indicativas de la necesidad de rehabilitación, e incluso se considera que la presurización de los conductos puede ser admisible mientras las láminas de agua no lleguen a niveles demasiado altos que puedan generar problemas de rebose o bien de filtraciones importantes hacia infraestructura con niveles bajos (INGETEC S.A, 2016).

Para aplicar el criterio correspondiente a la diferencia de nivel entre la rasante y la lámina de agua, es necesario involucrar el parámetro de recubrimiento del conducto (diferencia entre la rasante y la cota clave del conducto) en el proceso de decisión, por lo que se definen dos casos:

- Conductos cuya cota clave está localizada a menos de 2,4 m de la rasante

En estos conductos se consideró conveniente utilizar el criterio de relación de llenado, de manera que se disponga de un margen de seguridad para alejarse de la condición de flujo presurizado, la cual implicaría el riesgo de infiltraciones hacia sótanos.

El margen de seguridad se considera conveniente teniendo en cuenta que al llegar la lámina de agua a ponerse en contacto con la clave del conducto pueden presentarse fluctuaciones de nivel debido a que el flujo puede oscilar entre la condición libre y la condición de presurización; dichas fluctuaciones de nivel podrían llevar a que la separación mínima deseable de 2,4 m con respecto a la rasante pudiera sobrepasarse.

- Conductos cuya cota clave está localizada a más de 2,4 m de la rasante

En estos conductos se consideró directamente el criterio de separación mínima de 2,4 m entre la rasante y la lámina de agua en los pozos.

Criterios de evaluación para canales

Para el desarrollo del PMAB se acordó realizar la evaluación de capacidad de los canales que componen la red con el criterio del borde libre, para lo cual se determinó la distancia entre la lámina de agua y la cota rasante en cada sección de los canales para diferentes periodos de retorno.

Teniendo en consideración el criterio de evaluación, en el PMAB se estableció que los tramos a rehabilitar debían ser aquellos que rebosan caudales para eventos de lluvia con periodo de retorno de 25 años.

De manera complementaria, se evalúo también para cada escenario, la profundidad del agua en los canales con el fin de determinar si la lámina de agua se encontraba en la zona revestida del canal o en la sección superior de canal natural.

De lo anterior se realizó la revisión de las estructuras que se cruzan con el trazado y se presenta el resultado, considerando los parámetros descritos, así como el escenario de diagnóstico que contempla los eventos de crecientes. Los resultados se presentan en la Tabla 5.2.1-97.

Tabla 5.2.1-97 Verificación de criterios de diagnóstico estructuras

No	Nombre de la red	Localización	Sistema	Sección	Diagnóstico PMAA	Lámina	Escenario de diagnóstico	Verificación
1	Canal Cundinamarca	Av. Ciudad Villavicencio (AC 43 S) con KR 100	Pluvial	Canal	BL 4 m - 6 m	En revestimiento	Evento de lluvia con periodo de retorno de 25 años	Cumple
2	Canal Tintal II	Av. Ciudad Villavicencio (AC 43 S) desde Av. Ciudad de Cali (AK 86) hasta KR 100	Pluvial	Canal	BL 2 m - 4 m	En revestimiento		
3	Canal Río Seco	Av. Primera de Mayo con KR 51	Pluvial	Canal	BL 2 m - 4 m	En revestimiento		
4	Canal Albina	Av. Primera de Mayo con KR 39	Pluvial	Canal	BL 0,2 m - 2 m	En revestimiento		
5	Canal Río Fucha	CL 12A S desde Av. Jorge Gaitán Cortés (KR 30) hasta Av. Ciudad de Quito (NQS)	Pluvial	Canal	BL 4 m - 6 m	En natural		
6	Canal Arzobispo	Av. Caracas con DG 40A Bis	Pluvial	Canal / Box Culvert	BL 2 m - 3 m / < 50%	En revestimiento		

No	Nombre de la red	Localización	Sistema	Sección	Diagnóstico PMAA	Lámina	Escenario de diagnóstico	Verificación
7	Colector Pastrana Tramo 1	Av. Ciudad Villavicencio (AC 43 S) desde Av. Primera de Mayo hasta KR 80D	Pluvial	Tubería	Y/D < 75 %	N.A.		
8	Colector Pastrana Tramo 2	Av. Primera de Mayo desde CL 38B S hasta Av. Ciudad Villavicencio (AC 43 S)	Pluvial	Tubería	Y/D < 50 %	N.A.		
9	Interceptor Qda. Las Lajas	Av. de la Hortua (CL 1) desde KR 13A hasta KR 18	Combinado	Tubería	Y/D < 74%	N.A.	Evento de lluvia con periodo de retorno de 10 años más el caudal máximo horario sanitario proyectado a 2020.	Cumple
10	Colector Calle 3	Av. Caracas con CL 3	Combinado	Tubería	Y/D < 70%	N.A.		
11	Interceptor Comuneros	Av. Caracas con Av. Los Comuneros (CL 6)	Combinado	Tubería	Y/D < 50%	N.A.		
12	Colector Calle 22	Av. Caracas con CL 22	Combinado	Tubería	Y/D < 85%	N.A.		
13	Colector Galerías	Av. Caracas con CL 55	Combinado	Tubería	Y/D > 85 %	N.A.		
14	Colector Sears	Av. Caracas con CL 59	Combinado	Tubería	Y/D > 90 %	N.A.		
15	Colector Las Delicias	Av. Caracas con CL 61A	Combinado	Tubería	Diseños de Detalle			
16	Interceptor La Vieja	Av. Caracas con CL 69	Combinado	Tubería	Diseños de Detalle			

Además, como se mencionó anteriormente se consultó el software SewerGEMS V8i, de la casa Bentley, el cual permite simular el flujo en régimen no estacionario y condición de flujo gradualmente variado, por lo que permite analizar su comportamiento de manera más detallada que los métodos que utilizan los conceptos de flujo uniforme.

Los caudales para los periodos de retorno de 25, 50 y 100 años estimados para las estructuras que se cruzan con el trazado se presentan a continuación según los periodos verificados en el estudio de la referencia:

Tabla 5.2.1-98 Caudales máximos para diferentes periodos de retorno estructuras de canal

ID	Canal	Tr10	Tr25	Tr100
ALB_K3+497,67	Albina	43.85	50.44	56,94
RIOSE_K2+739,30	rio Seco	20.05	23.5	27,32
FU_K3+414,70	Fucha	91.63	122.39	147,99
FU_K3+414,70	Fucha	87.47	118.23	144,09
TIN_K0+935,26	Tintal-II	12.27	14.06	21,84

Tabla 5.2.1-99 Caudales máximos para periodos de retorno 10 años Colectores

ID	**Colector**	**Tr10**
PLT824551	Colector Pastrana Tramo 1	7.07
PLT8304	Colector Pastrana Tramo 2	1.21
CLT9555	Colector Transv 19	10.95
CLT11076	Colector Lajas	1.89
CLT11113	Colector Calle 3	12.81
CLO20050	Colector Calle 6	27.36
CLT95182	Colector Calle 22	26.42

ID	Colector	Tr10
CLT81121	Colector Galerías	2.03
CLT163645	Colector Sears	1.39

Además se presentan a continuación las curvas IDFs de las estaciones: Inem Kennedy, Universidad Nacional y Venado Oro Vivero que se encuentran ubicadas a lo largo del trazado y permitirán conocer las intensidades en diferentes zonas del proyecto.

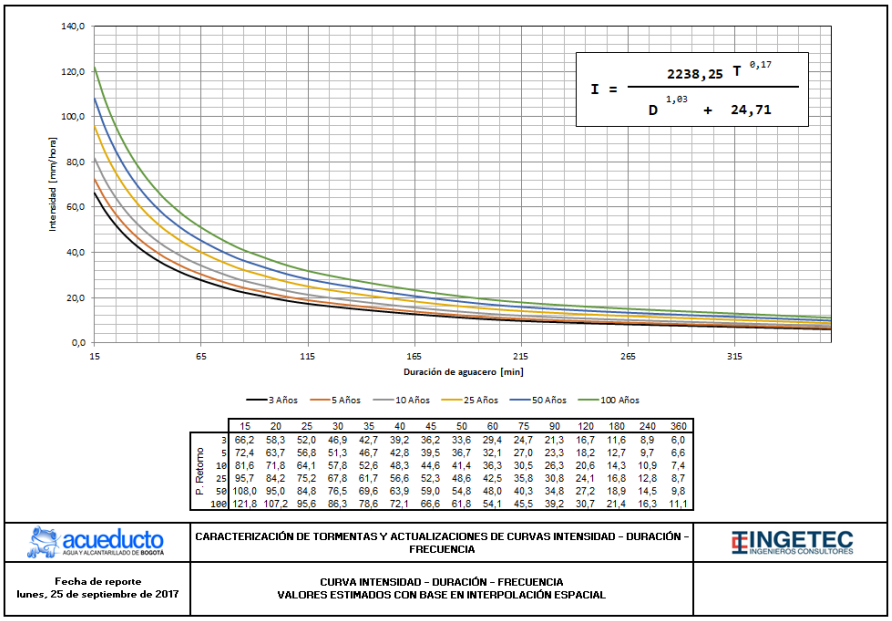


Figura 5.2.1-61 Curva Intensidad – Duración- Frecuencia. Estación Inem Kennedy

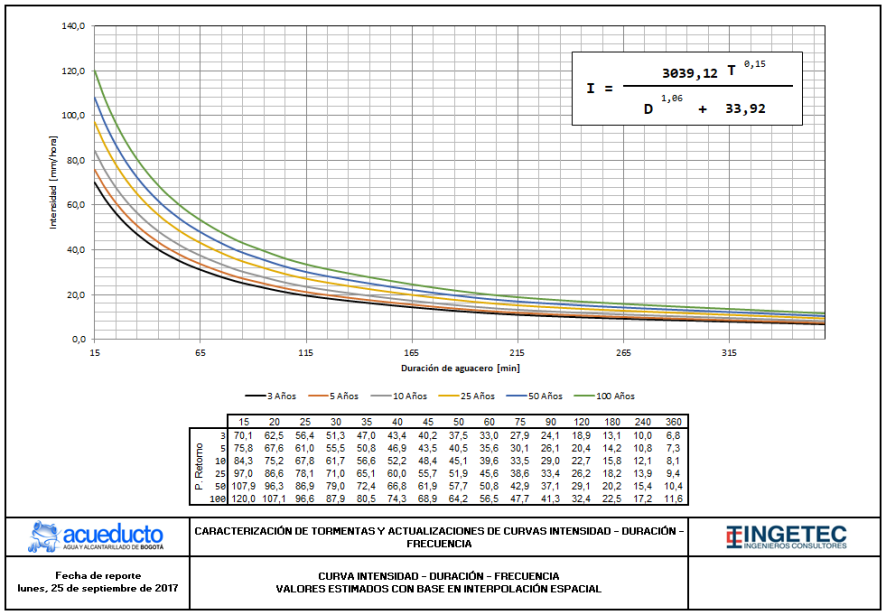
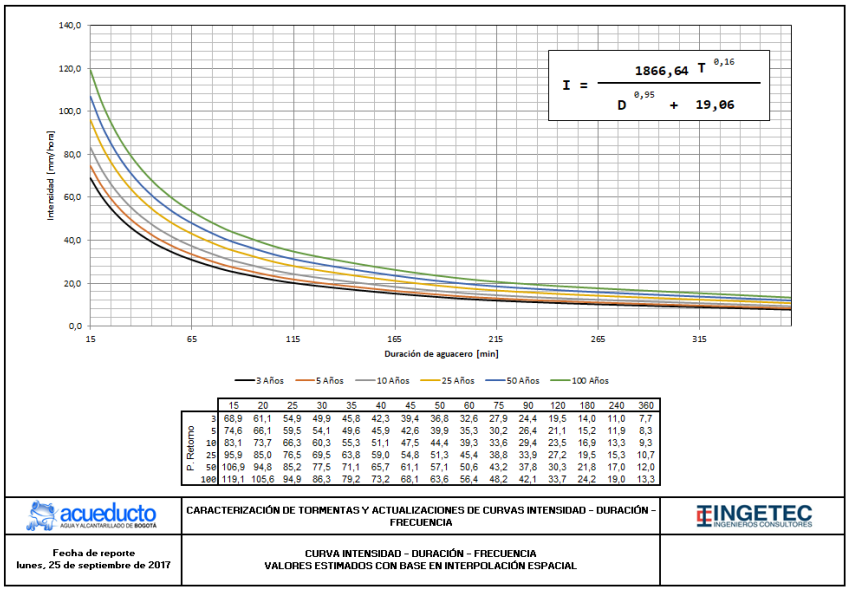


Figura 5.2.1-62 Curva Intensidad – Duración- Frecuencia. Estación Universidad Nacional



P. Retorno	15	20	25	30	35	40	45	50	60	75	90	120	180	240	360
3	68,9	61,1	54,9	49,9	45,8	42,3	39,4	36,8	32,6	27,9	24,4	19,5	14,0	11,0	7,7
5	74,6	66,1	59,5	54,1	49,6	45,9	42,6	39,9	35,3	30,2	26,4	21,1	15,2	11,9	8,3
10	83,1	73,7	66,3	60,3	55,3	51,1	47,5	44,4	39,3	33,6	29,4	23,5	16,9	13,3	9,3
25	95,9	85,0	76,5	69,5	63,8	59,0	54,8	51,3	45,4	38,8	33,9	27,2	19,5	15,3	10,7
50	106,9	94,8	85,2	77,5	71,1	65,7	61,1	57,1	50,6	43,2	37,8	30,3	21,8	17,0	12,0
100	119,1	105,6	94,9	86,3	79,2	73,2	68,1	63,6	56,4	48,2	42,1	33,7	24,2	19,0	13,3

Figura 5.2.1-63 Curva Intensidad – Duración- Frecuencia. Estación Venado de Oro Vivero

5.2.1.13.8 Caudales mínimos

Los caudales mínimos que podrán registrarse en los cauces están asociados a los valores de precipitación que se registren, tanto en la cuenca alta como en la baja. Por lo anterior los caudales mínimos pueden ser cero.

Niveles río Bogotá

Como se mencionó previamente la localización del Patio-Taller del proyecto se tiene prevista en cercanías del río Bogotá. Cerca de su posible ubicación se localiza la estación de niveles Gibraltar, la cual es operada por la Empresa de Acueducto de Bogotá (EAB). La localización de la estación se presenta a continuación:

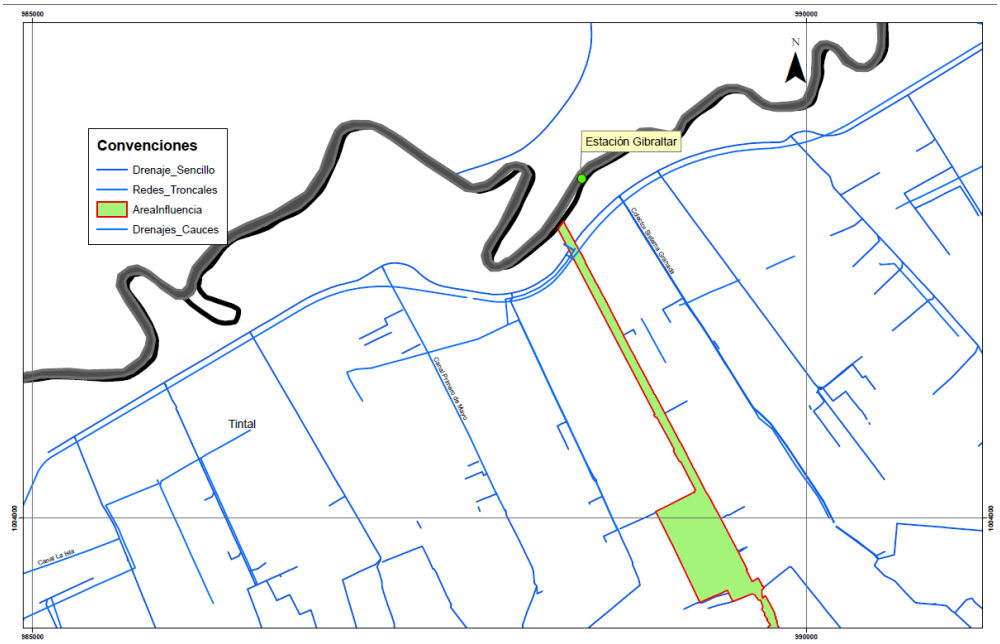


Figura 5.2.1-64 Localización estación Gibraltar Kennedy.

Fuente: www.acueducto.com.co

Luego de recopilar los registros de niveles medios diarios se realizó la caracterización de los registros del periodo 2008 -2015.

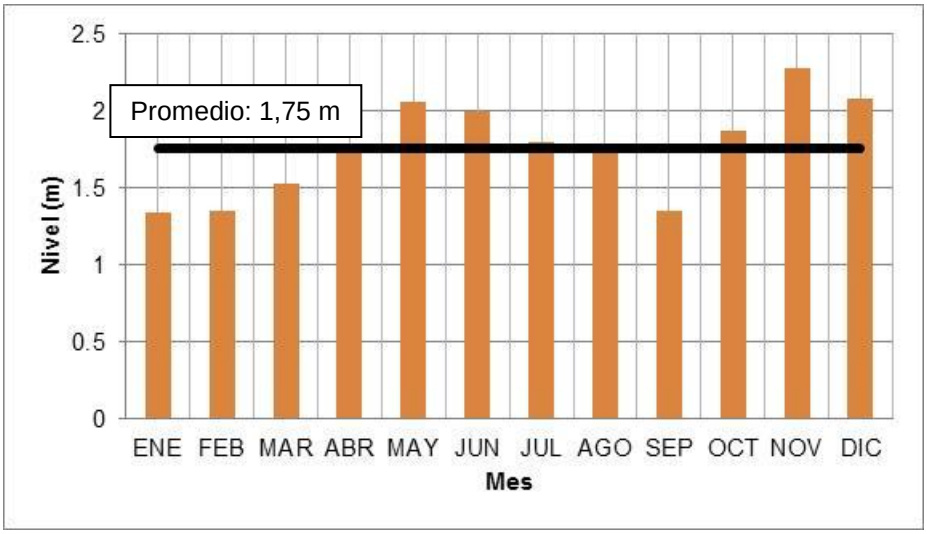


Figura 5.2.1-65 Distribución temporal de niveles medios mensuales de la estación telemétrica Gibraltar 2008-2015

A partir del promedio multianual de los niveles diarios (1,75m), se puede observar que hay dos períodos (mayo-julio) y (octubre-diciembre) que están por encima del promedio. Adicionalmente hay otros dos periodos que no superan la barrera del promedio multianual (enero-abril) y (agosto-

septiembre), por lo anterior el comportamiento de este parámetro es de régimen bimodal. El mes con mayor valor registrado por esta estación es en el mes de noviembre, con un valor de 2,27 m. El mes más bajo de esta estación es 1,33 m en enero.

El registro histórico con mayor valor de nivel se presentó en el año 2011 con un valor de 4.35 m, según la sección batimétrica presentada por el Acueducto de Bogotá en su página web www.acueducto.com.co donde el cero de la mira corresponde a 2538,31 m.s.n.m., ante el registro del máximo nivel histórico el nivel agua alcanzó un valor de 2542,31, lo cual es un valor menor a las cotas de los jarillones de protección del río por sus dos márgenes (ver Figura 5.2.1-66).

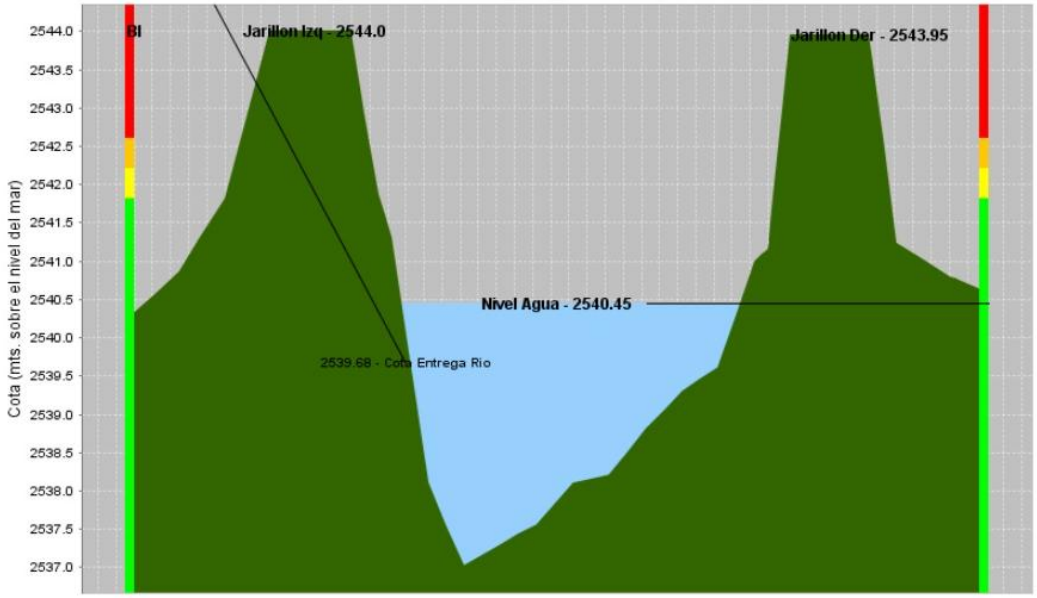


Figura 5.2.1-66 Sección batimétrica estación Gibraltar
Fuente: www.acueducto.com.co

Se realizó la curva de duración de niveles diarios de la estación Gibraltar para el periodo 2008 - 2015.De allí pudo identificarse que el nivel máximo registrado corresponde A 4,35 m el nivel que es excedido el 95% del tiempo es de 0,84 m y el nivel mínimo registrado corresponde a 0,20 m. (ver Figura 5.2.1-67 y Tabla 5.2.1-100

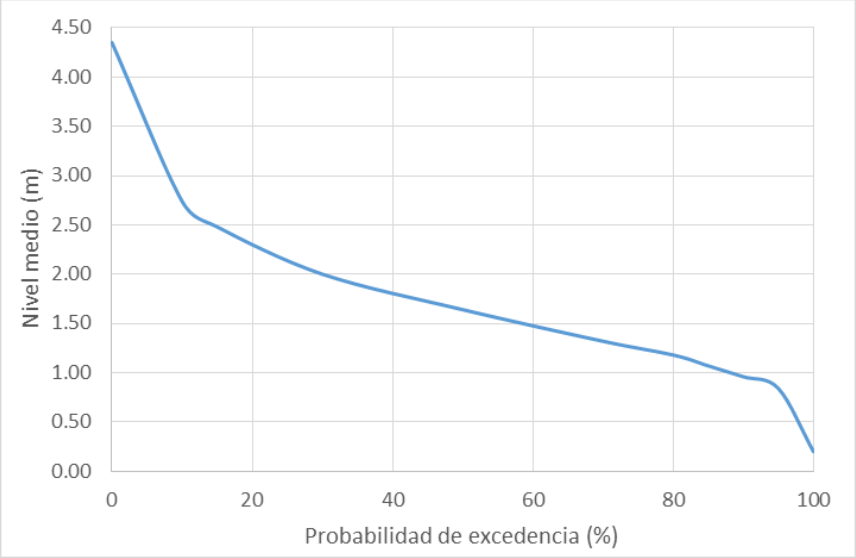


Figura 5.2.1-67 Curva de duración de niveles diarios estación Gibraltar 2008 – 2015

Tabla 5.2.1-100 Niveles diarios estación Gibraltar 2008 – 2015 para diferentes probabilidades de excedencia

Percentil (%)	Nivel (m)
0	4,35
10	2,74
15	2,48
30	2,00
50	1,64
70	1,32
80	1,18
85	1,07
90	0,96
95	0,84
100	0,20

5.2.1.13.9 Niveles en la estación Gibraltar - Canal Cundinamarca

Como se mencionó previamente el canal Cundinamarca es una cuenca de drenaje artificial entre el drenaje hídrico natural de los ríos Tunjuelo y Fucha. Esta subcuenca se encuentra localizada por debajo del río Bogotá y sus aguas son entregadas a este cauce mediante la estación de bombeo Gibraltar. A continuación se presenta algunas características de la estación con el fin de presentar los niveles de operación definidos para el bombeo:

Del informe PMAA-DI-249_rev. 1-Informe del programa de operación de alcantarillado - Subproducto 5.3 se presenta la descripción de la estación elevadora Gibraltar.

La estación elevadora se compone de:

- Estructura de entrada de aguas lluvias provenientes del Canal Embalse Cundinamarca.
- Estructura de entrada de aguas residuales.
- Canal colector de aguas lluvias y residuales.
- Bombas tipo tornillo.
- Sala de máquinas y de control remoto.
- Canal de descarga de las aguas al Río Bogotá.

La estación elevadora Gibraltar recibe caudales sanitarios a través de dos tuberías de diámetro Ø1,50 m. del Interceptor Tintal Central y del Interceptor Cundinamarca Sur, así mismo le llegan las aguas lluvias del canal embalse Cundinamarca.

Con la entrada en operación del Interceptor Fucha Tunjuelo, esta estación solo funcionará para aguas lluvias y en caso de contingencia y por medio de un sistema de compuertas elevará las aguas residuales de los Interceptores Tintal Central y Cundinamarca.

En la Figura 5.2.1-68 se muestra el esquema de la estación Elevadora Gibraltar.

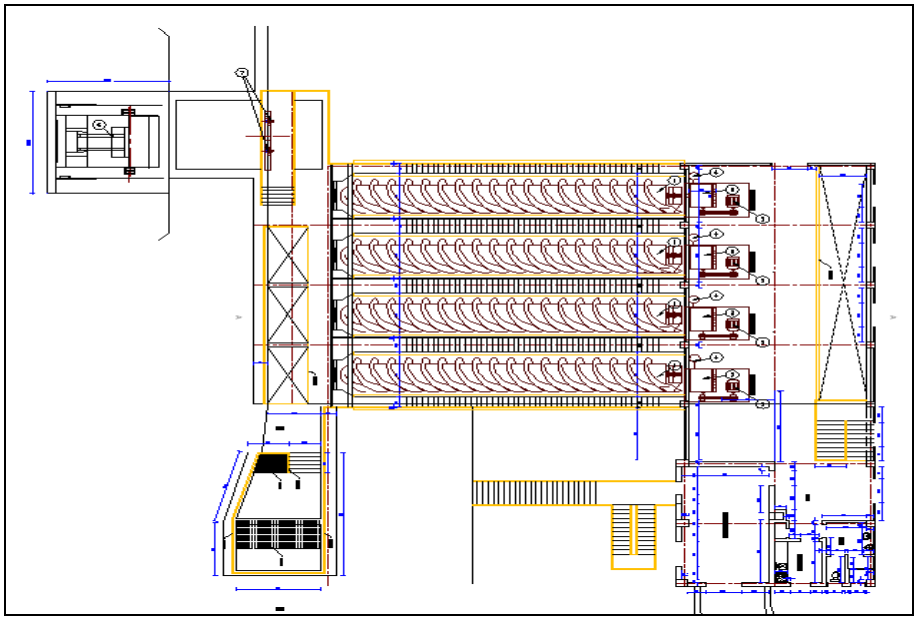


Figura 5.2.1-68 Esquema Estación Elevadora Gibraltar

Operación

La estación tiene cuatro (4) bombas tipo tornillo, cada una maneja un caudal de 1340 l/s, la operación de la estación para caudales normales es con tres (3) bombas en operación y una (1) en stand by; esta estación tiene una cabeza de elevación de 9,76 m, entregando al Río Bogotá.

Esta estación tiene el Canal Embalse Cundinamarca con una capacidad mínima de 879000 m^3.

Las bombas encenderán de acuerdo a los niveles de funcionamiento establecido y registrado a continuación:

Tabla 5.2.1-101 Niveles de ascenso y descenso Estación Elevadora Gibraltar

NIVELES	
ASCENSO	DESCENSO
Regla de operación. Si Nodo 13 elevación > 0.62 entonces bomba #1 estado= encendido	Regla de operación. Si Nodo 13 elevación <= 1.55 entonces bomba BMB#3 estado= apagado
Regla de operación Si Nodo 13 elevación > 1.12 entonces bomba BMB#2 estado= encendido	Regla de operación. Si Nodo 13 elevación <= 1.05 entonces bomba BMB#2 estado= apagado
Regla de operación Si Nodo 13 elevación > 1.62 entonces bomba BMB#3 estado= encendido	Regla de operación. Si Nodo 13 elevación 0.52 entonces bomba #1 estado= apagado

A continuación se presentan las cotas de operación de la estación de bombeo:

Tabla 5.2.1-102 Cotas de operación estacion de bombeo

	Cota Terreno	Fondo	Cota de encendido	Cota Apagado	Lámina de agua
CUN_K4+595.00	2,540.14	2,534.14			
MH-15	2,540.14	2,534.14			
Bomba1	2,540.14	2,534.14	2,534.76	2,534.66	

Bomba2	2,540.14	2,534.14	2,535.26	2,535.19	
PMP-3	2,540.14	2,534.14	2,535.76	2,535.69	
MH-13	2,543.07	2,541.41			
OF-6	2,543.07	2,541.41			2,541.81

La configuracion topologica del modelo se presenta en la Figura 5.2.1-69.

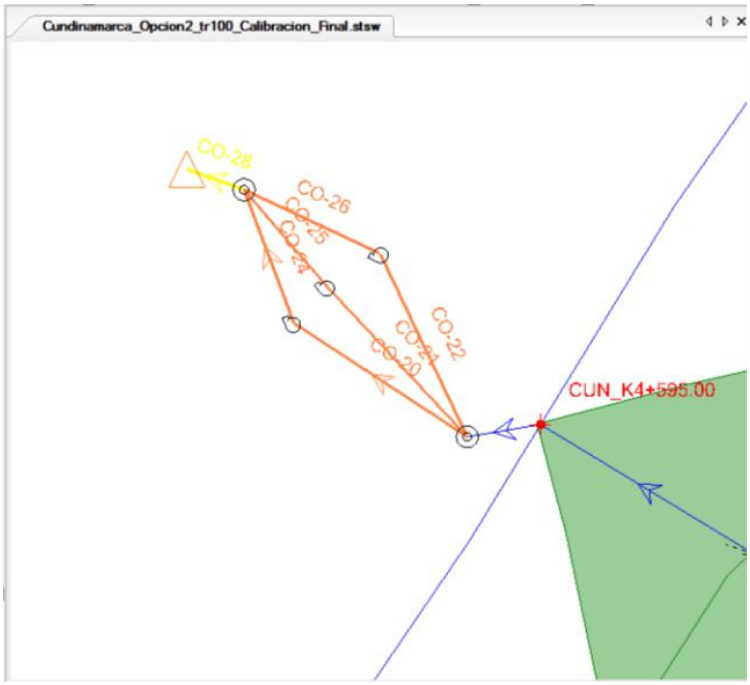


Figura 5.2.1-69 Configuración topológica del modelo SewerGems

5.2.1.14 Calidad del agua superficial

Con el fin de evaluar la calidad del agua de los cuerpos hídricos identificados en el área de influencia del proyecto, en el mes de agosto del año 2017 se realizó una campaña de Monitoreos puntual aguas arriba y aguas abajo en cada corriente hídrica identificada respecto al trazado de la PLMB. Dicha campaña se realizó durante periodo seco del año y los resultados fueron comparados con los criterios de calidad admisibles para la destinación del recurso hídrico establecidos en el Decreto 1076 del 2015 con el fin de comparar la calidad actual de los cuerpos de agua existentes en el área del proyecto respecto al marco legal establecido para el control de la calidad del recurso hídrico y determinar índice de calidad del agua.

5.2.1.14.1 Criterios de selección de los puntos de monitoreo

A partir de la identificación de las áreas de influencia directa e indirecta del proyecto, se realizó un reconocimiento por medio de fotografía satelital y campañas de campo en el cual se identificaron los cuerpos hídricos existentes en el área del proyecto objeto de estudio como se observa en la Figura 5.2.1-70.

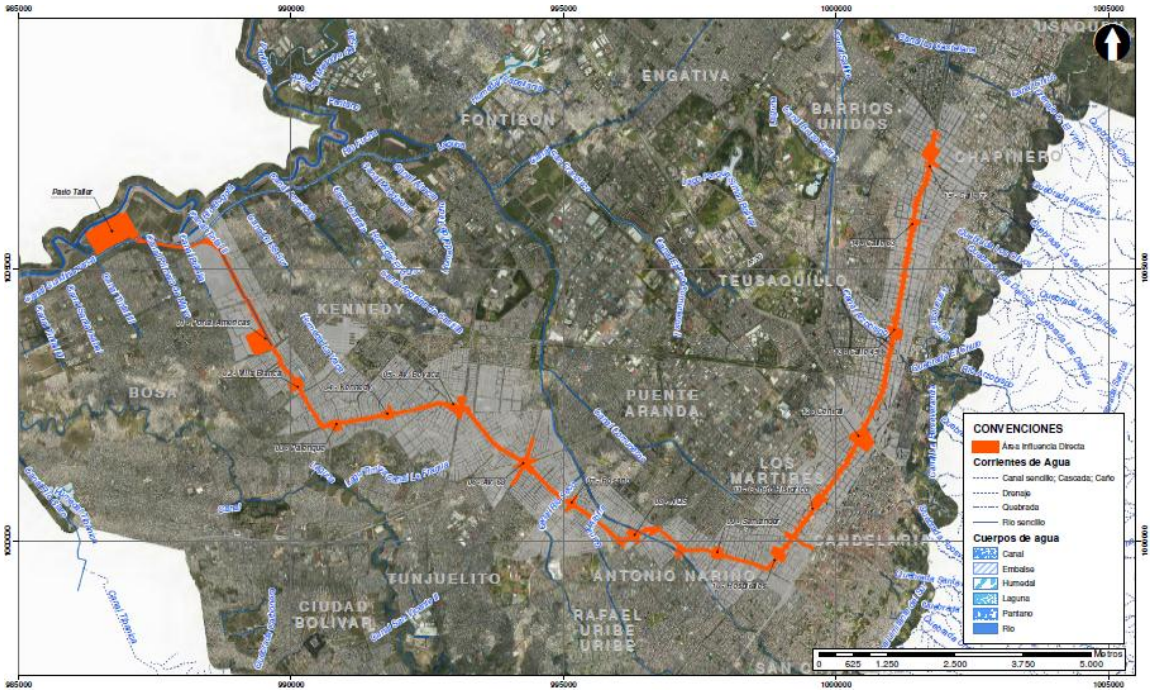


Figura 5.2.1-70 Identificación cuerpos hídricos objeto de estudio

5.2.1.14.2 Identificación de los puntos de monitoreo

La Figura 5.2.1-71 presenta la identificación de los cuerpos de agua identificados a lo largo del trazado del proyecto.

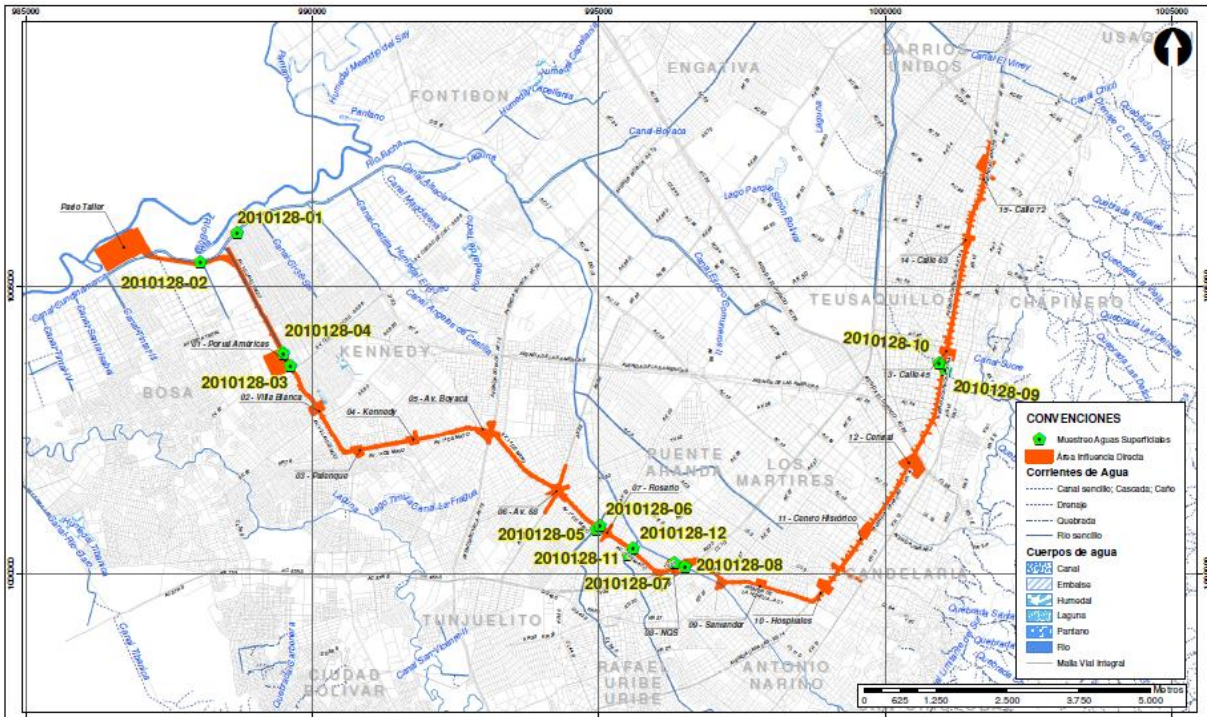


Figura 5.2.1-71 Localización Puntos de Monitoreo Calidad del Agua Superficial

A continuación se presenta la georeferenciación y localización de los puntos de calidad del agua monitoreados por el laboratorio K2 – INGENIERIA S.A.S, ver Tabla 5.2.1-103

Tabla 5.2.1-103 Georeferenciación puntos de monitoreo

Puntos de monitoreo	Coordenadas		Fotografía
	Norte	Este	
Canal Cundinamarca aguas arriba	1005954,35	988686,49	
Canal Cundinamarca aguas abajo	1005431,03	988048,42	

Puntos de monitoreo	Coordenadas		Fotografía
	Norte	Este	
Canal Tintal II aguas arriba	1003624,64	989613,9	
Canal Tintal II aguas abajo	1003848,89	989493,72	
Canal rio Seco aguas arriba	1000776,64	994955,15	
Canal rio Seco aguas abajo	1000838,07	995016,8	
Canal rio Fucha aguas arriba	1000122,88	996506,62	
Canal rio Fucha aguas abajo	1000199,09	996320,59	

Puntos de monitoreo	Coordenadas		Fotografía
	Norte	Este	
Canal Arzobispo aguas arriba	1003565,60	1001051,91	
Canal Arzobispo aguas abajo	1003666,96	1000940,95	
Canal Albina aguas arriba	1000346,57	995516,11	
Canal Albina aguas abajo	1000454,07	995605,5	

Fuente: (K2 INGENIERÍA S.A.S., 2017)

Estos puntos de monitoreo son representativos en cuanto a cobertura espacial y temporal del proyecto, teniendo en cuenta que la selección se realizó para cada uno de los cuerpos hídricos identificados al interior de las áreas de influencia del proyecto de tal manera que favorezca el monitoreo de los cuerpos hídricos a cada costado del viaducto (Aguas arriba y aguas abajo).

La selección de los puntos de monitoreo permiten dar continuidad con el seguimiento del recurso hídrico durante las fases de construcción y operación del proyecto; sin embargo, la periodicidad de estos se debe realizar teniendo en cuenta las condiciones del punto de muestreo en el año a ejecutar, así como los requerimientos establecidos por la entidad encargada de realizarlo.

5.2.1.14.3 Condiciones climáticas durante el periodo de toma de muestra

Teniendo en cuenta que la campaña de monitoreo se llevó a cabo los días tres (3) y cuatro (4) de agosto del año 2017, las cuales coinciden con el periodo de monitoreo de calidad del aire desarrollado para el estudio (ver Capitulo 4.2), a continuación se describen las condiciones

meteorológicas presentadas durante la jornada de monitoreo y su incidencia sobre los resultados de las muestras de agua superficial.

El registro de las condiciones atmosférica representativas se realizó por medio de dos estaciones meteorológicas Vantage Vue marca Davis Instruments, denominadas “Villa Blanca” y “RMCAB”, ubicadas de tal forma se diera cobertura al área de estudio (la descripción y localización de las estaciones se presenta en el Capítulo 3).

La Tabla 5.2.1-104 presenta los datos diarios obtenidos de las mediciones realizadas en las estaciones meteorologías instaladas, en estas se consolidan los valores medios de velocidad del viento, temperatura, presión barométrica, humedad relativa y precipitación acumulada.

Tabla 5.2.1-104 Registros meteorológicos

Estación villa blanca					
Fecha	**Temperatura (°C)**	**Presión barométrica (mm hg)**	**Precipitación (mm)**	**Velocidad del viento (m/s)**	**Humedad (%)**
2017-08-03	15,87	569,03	0,00	0,83	69
2017-08-04	15,11	568,29	1,02	0,68	76
Estación RMCAB					
Fecha	**Temperatura (°C)**	**Presión barométrica (mm hg)**	**Precipitación (mm)**	**Velocidad del viento (m/s)**	**Humedad (%)**
2017-08-03	15,40	564,33	0,00	1,31	58
2017-08-04	15,10	564,33	4,50	1,48	64

Fuente: K2 INGENIERÍA S.A.S., 2017

Como se observa a continuación, la estación Villa blanca registro mayores valores de temperatura y Humedad, respecto a la estación RMCAB, en la cual se registraron mayores valores de precipitación y velocidades de viento.

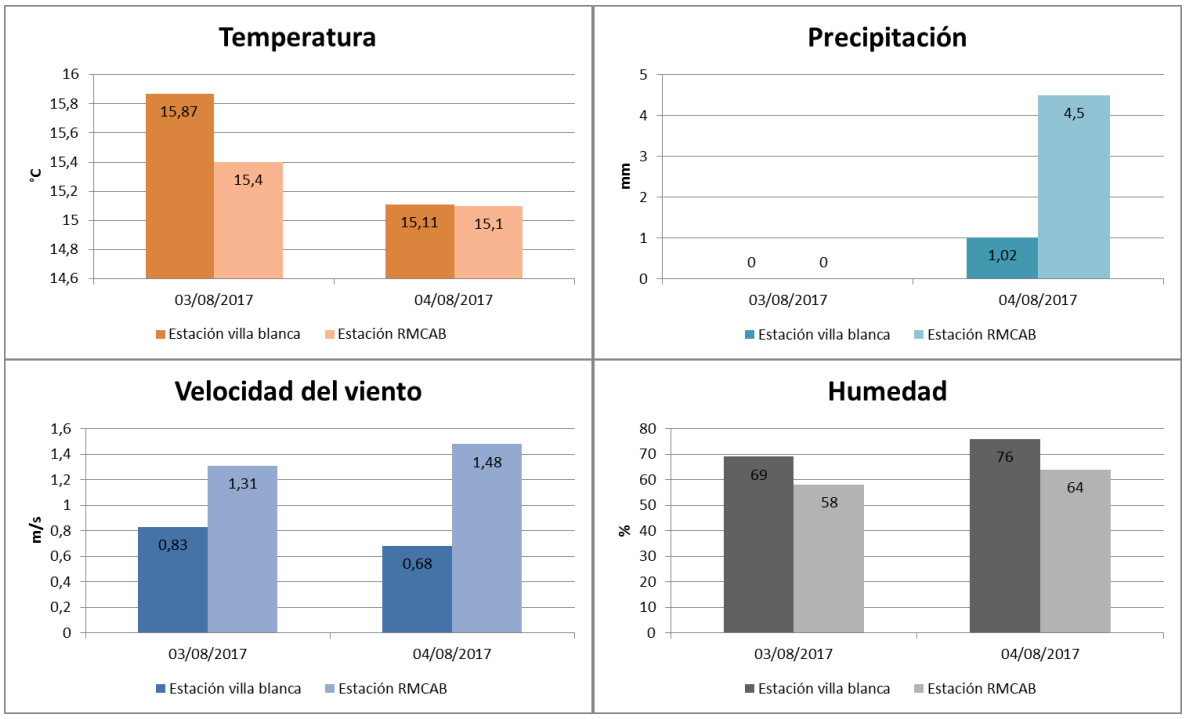


Figura 5.2.1-72 Condiciones meteorológicas – periodo de muestreo aguas superficiales

Durante la jornada de monitoreo de aguas se registraron valores medios de temperatura de 15,49 °C (Estación Villa Blanca) y 15,25°C (Estación RMCAB), encontrándose cerca a la temperatura media anual del aire de la ciudad de Bogotá para el año 2016 la cual fue de 15°C±0.65°C (Secretaria Distrital de Ambiente, 2017)

Los valores medios registrados para cada estación en cuenta a velocidad del viento fueron 0,76 m/s (Estación Villa Blanca) y 1,04 m/s (Estación RMCAB) encontrándose por debajo de los valores promedio anual registrados por la RMCAB, los cuales se encuentran entre 1,3 m/s y 2,2 m/s.

De acuerdo con la escala de precipitación de la Secretaria Distrital de Ambiente – SDA presentada en la Red de monitoreo de Calidad del Aire de Bogotá D.C. Informe anual consolidado sobre niveles de concentración de contaminantes del 2008, la precipitación diaria registrada se clasifica como “Escasa” teniendo en cuenta que los registros no superaron los 5 mm.

Respecto al porcentaje de humedad que contiene el aire con respecto al total que es capaz de contener como función de su temperatura y su presión durante el periodo de monitoreo, se obtuvieron valores medios de 72,5 % (Estación Villa Blanca) y 61% (Estación RMCAB) obteniéndose el mayor registro el segundo día de monitoreo.

Las condiciones meteorológicas registradas durante la campaña de monitoreo no representan mayor incidencia sobre los resultados de monitoreo, teniendo en cuenta que no difieren significativamente de los promedios anuales para la ciudad de Bogotá.

5.2.1.14.4 Metodologías de toma y análisis de muestras

La campaña de monitoreo consistió en la toma de muestras puntuales representativas de la calidad del agua para los cuerpos hídricos y subterráneos en el tiempo que se toma la muestra. La Tabla 5.2.1-105 presenta los métodos aplicados para las mediciones in situ y análisis en laboratorio

basados en el “Standard Methods for examination of water and wastewater - AWWA, APHA, WEF” y la EPA.

Tabla 5.2.1-105 Parámetros evaluados, métodos y referencia

Parámetro	Método	Referencia
pH	Electrométrico	Standard Methods for examination of water and wastewater AWWA APHA WEF, 4500 H+B (ED 22 2012)
Temperatura	Termómetro	Standard Methods for examination of water and wastewater - AWWA, APHA, WEF, 2550 B (ED 22 2012)
Conductividad	Sonda	Standard Methods for examination of water and wastewater - AWWA, APHA, WEF, 2510 B (ED 22 2012)
Oxígeno disuelto	Sonda	Standard Methods for examination of water and wastewater - AWWA, APHA, WEF, 4500 O G (ED 22 2012)
Nitrógeno Kjeldah	Volumétrico	Standard Methods for examination of water and wastewater AWWA APHA WEF S.M. 4500-NH3 B y C
Grasas y aceites	Partición/infrarrojo	NTC 3362 Método C
Hidrocarburos Totales	Partición/infrarrojo	NTC 3362 Método C - S.M. 5520-F - Partición/Infrarrojo - 2.1 mg HT/L - A
Demanda bioquímica de oxígeno DBO5	Luminiscencia	Standard Methods for examination of water and wastewater AWWA APHA WEF S.M. 5210 B,ASTM 888-09
Demanda Química de oxígeno	Fotométrico	Standard Methods for examination of water and wastewater AWWA APHA WEF S.M. 5220 D
Tensoactivos	Fotométrico	Standard Methods for examination of water and wastewater AWWA APHA WEF S.M. 5540 C
Coliformes fecales	Microbiológico	Standard Methods for examination of water and wastewater S.M. 9223 B Modificado NMP/100
Coliformes totales	Microbiológico	Standard Methods for examination of water and wastewater S.M. 9223 B NMP/100
Fósforo total,	Colorimétrico	Standard Methods for examination of water and wastewater S.M. 4500-P B, E
Turbiedad	Nefelómetrico	Standard Methods for examination of water and wastewater S.M. 2130 B
Sólidos disueltos	Gravimétrico	Standard Methods for examination of water and wastewater S.M. 2540 C
Sólidos suspendidos	Gravimétrico	Standard Methods for examination of water and wastewater S.M. 2540 D
Sólidos sedimentables	Volumétrico	Standard Methods for examination of water and wastewater S.M. 2540 C

Fuente: (K2 INGENIERÍA S.A.S., 2017)

Las especificaciones sobre el tipo de recipiente y preservación de muestras tomadas, se encuentran referenciadas en la Tabla 5.2.1-106

Tabla 5.2.1-106 Especificaciones de recipientes y preservación utilizada por parámetro fisicoquímico

Tipo de agua a monitorear	Parámetro	Volumen requerido	Recipiente	Preservante
Aguas superficiales y Subterráneas	Oxígeno Disuelto	25	Vidrio	No requiere
	pH	25	Vidrio	No requiere
	Temperatura del agua	25	Vidrio	No requiere
	Temperatura ambiente	NA	NA	NA
	Grasas y aceites Hidrocarburos totales	1000	Vidrio Boca ancha	Agregar HCL o H2SO4 hasta pH <2
	Fósforo Total	500	Vidrio Ámbar	Refrigerar a menor de 6°, Adiciona H2SO4 hasta pH <2.
	DBO	1000	Vidrio Ámbar	Refrigerar a <6°C
	Nitrógeno total Kjeldahl	1000		Refrigerar a menor de 6°, adiciona H2SO4 hasta pH <2.
	Sólidos suspendidos y sólidos disueltos	2000	plástico	Refrigerar a menor de 6°
	DQO	120	Vidrio	Refrigerar a menor de 6°, Preservado H2SO4 hasta pH<2.
	Tensoactivos aniónicos	1000	plástico	Refrigerar a menor de 6°
	Coliformes fecales y totales	300	plástico	Refrigerar a menor de 6°

Fuente: K2 INGENIERÍA S.A.S., 2017

5.2.1.14.5 Resultados y análisis de resultados

A continuación se presentan los resultados obtenidos en las campañas de monitoreo respecto al cumplimiento normativo.

De acuerdo con la destinación del recurso hídrico, los resultados obtenidos se compararan con los artículos 2.2.3.3.9.3 y 2.2.3.3.9.4 del Decreto 1076 del 2015, Capítulo 3 Ordenamiento Del Recurso Hídrico Sección 9 Disposiciones transitorias expedida por el Ministerio de ambiente y desarrollo sostenible por medio del cual se expide el decreto único reglamentario del sector ambiente y desarrollo sostenible para el presente

.

Tabla 5.2.1-107 Resultados monitoreo fisicoquímico del Agua

Componente		2010128-01	2010128-02	2010128-03	2010128-04	2010128-05	2010128-06	2010128-07	2010128-08	2010128-09	2010128-10	2010128-11	2010128-12	D.1076/2015	
Parámetro	Unidades	Canal Cundinamarca aguas arriba	Canal Cundinamarca aguas abajo	Canal Tintal II aguas arriba	Canal Tintal II aguas abajo	Canal rio Seco aguas arriba	Canal rio Seco aguas abajo	Canal rio Fucha aguas arriba	Canal rio Fucha aguas abajo	Canal Arzobispo aguas arriba	Canal Arzobispo aguas abajo	Canal Albina aguas arriba	Canal Albina aguas abajo	Art. 2.2.3.3.9.3	Art. 2.2.3.3.9.4
Oxígeno disuelto	mg/L	0	0,3	0	0	0,1	0,1	0,2	0,2	0,3	0,3	0	0	NR	NR
PH	Unidades	7,16	7,1	7,46	7,5	9,49	9,31	8,15	7,7	8,06	8,1	8,35	8,34	5,0 - 9,0	6,5-8,5
Temperatura del agua	°C	19,369	20,2	17,67	19,6	17,98	16,91	12,82	10,45	12,82	12,32	16	15,7	NR	NR
Temperatura del ambiente	°C	24	26	26	26	22	22	15	19	15	15	19	19	NR	NR
Conductividad	µS/cm	1083	886	1077	1065	729,8	729,8	273,1	109,4	214,3	225,1	923,1	920,2	NR	NR
Caudal	L/s	125	9	8	11	NM	NM	2240	NM	32	NM	83	NM	NR	NR
Sólidos sedimentables	mg/L	0,2	<0,1	0,3	<0,1	0,1	0,1	1	0,3	0,5	0,5	1,5	1,5	NR	NR
Nitrógeno Total Kjeldahl	mg/L	26,4	14,9	33,9	26,4	11,5	12,1	19,5	3,39	<3	16,6	28,8	30,9	NR	NR
DBO	mg/L	70,5	16,5	272	179	69,3	12,3	39	19,1	<5	8,49	57,4	61,2	NR	NR
DQO	mg/L	162	35,8	380	360	150	37,2	100	50,1	<30	33,5	158,2	194,2	NR	NR
Fósforo total	mg/L	1,77	1,22	2,57	2,15	1,08	1,05	0,083	<0,07	0,074	0,09	0,122	0,144	NR	NR
Grasas y aceites	mg/L	3,39	0,541	24,3	14,3	2,23	3,04	16,9	6,81	3,58	13,8	74,5	83,5	No se acepta película visible de grasas	No se acepta película visible de grasas
Hidrocarburos totales	mg/L	2,75	<0,2	3,52	2,36	1,62	1,24	3,21	2,04	3,09	3,52	7,94	9,64	NR	NR
Sólidos disueltos	mg/L	440	406,7	445	439,3	404,8	406,6	154	83	129,3	124	433,3	410	NR	NR
Sólidos suspendidos	mg/L	164	36,7	42	29,3	20	20,9	40	47	26	31,3	135,6	142	NR	NR
Tensoactivos	mg/L	3,98	<0,25	9,09	5,36	2,54	2,51	2	1,4	<0,25	0,81	13,46	11,47	0,5	0,5
Turbiedad	NTU	150	76	82,7	69,6	21,7	23,1	68,9	63,8	38,7	41,2	195	206	NR	190

Fuente: K2 INGENIERÍA S.A.S., 2017

(*) En la toma de muestras de los cuerpos de aguas superficiales no se midieron coliformes fecales y totales, dado que no hay intervención sobre los cuerpos de agua. No obstante, en el caso del Canal Tintal II en caso de que la autoridad ambiental lo requiera, será responsabilidad de la EAB de la intervención del Canal, realizará los correspondientes muestreos necesarios para el trámite de los permisos correspondientes.

De acuerdo con los resultados obtenidos, se observa que la mayor concentración de DBO_5 se registró en el Canal Tintal II, aguas arriba y aguas abajo, seguido por el Canal Albina y Canal Cundinamarca. No obstante las concentraciones de Oxígeno disuelto se registraron por debajo de 0,3 mg/L, reportándose en los puntos Canal Cundinamarca (Aguas abajo) y Canal Arzobispo (Aguas arriba y Aguas abajo). Como se observa en la Figura 5.2.1-73 La concentración de DBO5 tiende a disminuir en razón al incremento de oxígeno disuelto en el agua, el cual potencializa las reacciones de oxidación y degradación de la materia orgánica.

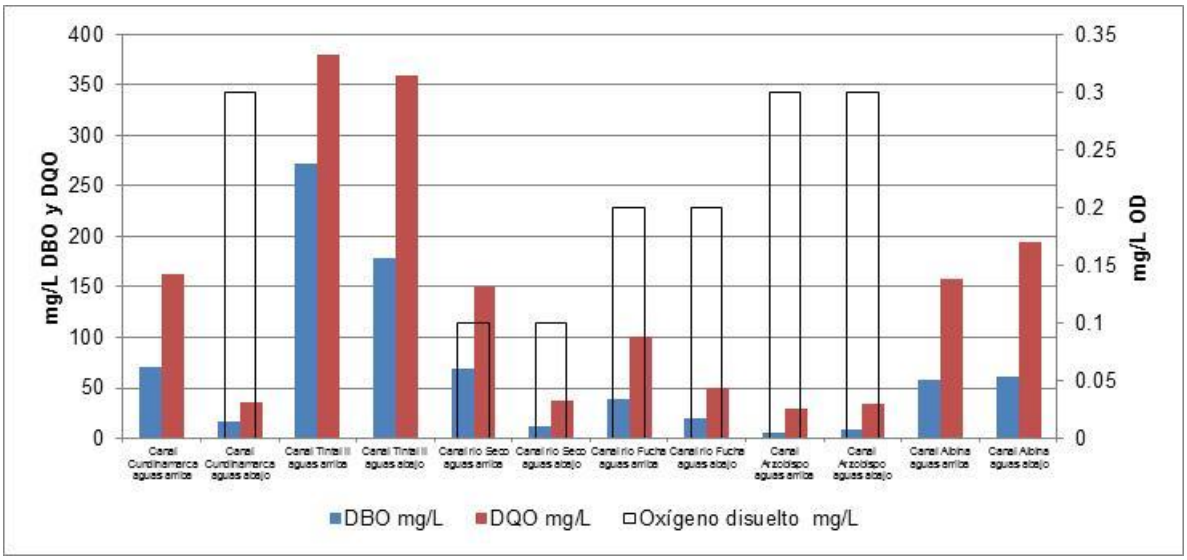


Figura 5.2.1-73 Resultados DBO_5, DQO y Oxígeno Disuelto

Tabla 5.2.1-108 Calidad del agua de acuerdo con las concentraciones de DBO_5 y DQO

Concentración de DQO	Concentración de DBO_5	Criterio	Descripción
Menor o igual a 10 mg/L	Menor o igual a 3 mg/L	Excelente	No contaminada
Mayor a 10 mg/L y menor o igual a 20 mg/L	Mayor a 3 mg/L y menor o igual a 6 mg/L	Buena calidad	Aguas superficiales con bajo contenido de materia orgánica biodegradable y no biodegradable
Mayor a 20 mg/L y menor o igual a 40 mg/L	Mayor a 6 mg/L y menor o igual a 30 mg/L	Aceptable	Con indicio de contaminación. Aguas superficiales con capacidad de autodepuración o con descarga de aguas residuales tratadas biológicamente
Mayor de 40 mg/L y menor o igual a 200 mg/L	Mayor de 30 mg/L y menor o igual a 120 mg/L	Contaminada	Aguas superficiales con descargas de aguas residuales crudas, principalmente de origen municipal.
Mayor a 200 mg/L	Mayor a 120 mg/L	Fuertemente contaminada	Aguas superficiales con fuerte impacto de descargas de aguas residuales crudas municipales y no municipales

Fuente: K2 INGENIERÍA S.A.S., 2017

A continuación se presentan las clasificaciones de cada uno de los cuerpos hídricos

Tabla 5.2.1-109 clasificaciones de cada uno de los cuerpos hídricos

Punto Muestreo	Criterio para DQO	Criterio para DBO_5
Canal Cundinamarca aguas arriba	Contaminada	Contaminada
Canal Cundinamarca aguas abajo	Aceptable	Aceptable
Canal Tintal II aguas arriba	Fuertemente Contaminadas	Fuertemente contaminada
Canal Tintal II aguas abajo	Fuertemente Contaminadas	Fuertemente contaminada
Canal rio Seco aguas arriba	Contaminada	Contaminada
Canal rio Seco aguas abajo	Aceptable	Contaminada
Canal rio Fucha aguas arriba	Contaminada	Contaminada
Canal rio Fucha aguas abajo	Contaminada	Aceptable
Canal Arzobispo aguas arriba	Aceptable	Aceptable
Canal Arzobispo aguas abajo	Aceptable	Aceptable
Canal Albina aguas arriba	Contaminada	Contaminada
Canal Albina aguas abajo	Contaminada	Contaminada

Como se observa en la Figura 5.2.1-74, en los cuerpos hídricos monitoreados se registraron mayores concentraciones de solidos disueltos, los cuales se relacionan con la conductividad asociada a cada punto. Las mayores concentraciones se registraron en Canal Tintal II (Aguas arriba y Aguas abajo) con valores en el orden de 400 mg/L, seguido por los puntos aguas arriba del Canal Cundinamarca (440 mg/L) y Canal Albina (433,3 mg/L).

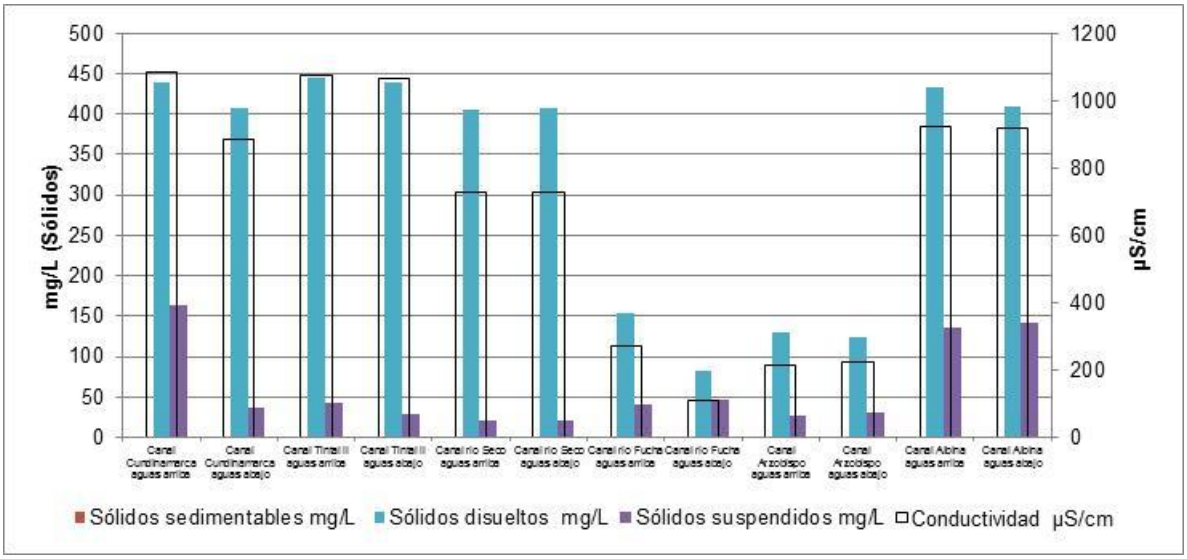


Figura 5.2.1-74 Resultados Sólidos y Conductividad

Teniendo en cuenta que la conductividad es una expresión de la habilidad del agua para transportar la corriente eléctrica y depende de la concentración total de sustancias disueltas ionizadas, razón por la cual este parámetro es un indicativo del contenido de sólidos disueltos y de la mineralización del agua. A partir de la clasificación de las aguas en términos de Conductividad determinada por Rodier, 1998 (K2 INGENIERÍA S.A.S., 2017), en su informe Análisis de las aguas: aguas naturales, aguas residuales, aguas de mar (Ver Tabla 5.2.1-110).

Tabla 5.2.1-110 Clasificación del agua según conductividad

Conductividad	Grado de mineralización
< 100 µS/cm	Muy Débil
100 < 200 µS/cm	Débil
200 < 333 µS/cm	Media acentuada
333 < 666 µS/cm	Media
666 < 1000 µS/cm	Mineralización importante
>1000 µS/cm	Mineralización excesiva

Fuente: K2 INGENIERÍA S.A.S., 2017

A partir de lo anterior, se determina la siguiente clasificación de mineralización para cada uno de los cuerpos hídricos identificados en el área del proyecto:

Tabla 5.2.1-111 Grado de Mineralización del Agua

Punto Muestreo	Grado de mineralización
Canal Cundinamarca aguas arriba	1083
Canal Cundinamarca aguas abajo	886
Canal Tintal II aguas arriba	1077
Canal Tintal II aguas abajo	1065
Canal rio Seco aguas arriba	729,8
Canal rio Seco aguas abajo	729,8
Canal rio Fucha aguas arriba	273,1
Canal rio Fucha aguas abajo	109,4
Canal Arzobispo aguas arriba	214,3
Canal Arzobispo aguas abajo	225,1
Canal Albina aguas arriba	923,1
Canal Albina aguas abajo	920,2

Nitrógeno total se considera elementos esenciales para el crecimiento de algas al ser oxidado por las bacterias nitrificantes, reduciendo los niveles de oxígeno disuelto en el agua. Las concentraciones de nitrógeno total reportadas en las aguas superficiales (<3,0 mg N/L) para el punto canal Arzobispo aguas arriba, indican que no existe contaminación en el cuerpo de agua por este nutriente, dado que en general, las aguas naturales sin contaminación fuerte tienen un contenido de nitrógeno total de 0,18 a 3,0 mg N/L (Romero, 2005) (K2 INGENIERÍA S.A.S., 2017).

Pero se evidencia contaminación fuerte según la bibliografía para los puntos Canal Cundinamarca aguas Arriba, Canal Cundinamarca Aguas Abajo, Canal Tinta II Aguas Arriba, Canal Tinta II A. Aguas Abajo, Canal Rio Seco Aguas Arriba, Canal Rio Seco A. Abajo, Canal Rio Fucha Aguas Arriba, Canal Rio Fucha Aguas Abajo, Canal Arzobispo Aguas Abajo, Canal Albino Aguas Arriba Y Canal Albino Aguas Abajo (K2 INGENIERÍA S.A.S., 2017).Ver Figura 5.2.1-75.

Respecto a la concentración de Fosforo, el cual es considerado como un elemento esencial en el crecimiento de plantas y animales, es considerado como uno de los nutrientes que controlan el crecimiento de algas y su determinación es necesaria en estudios de polución de cuerpos de agua. Como se observa en la Figura 5.2.1-75 los puntos de monitoreo Canal Rio Fucha Aguas Arriba, Canal Rio Fucha Aguas Abajo, Canal Arzobispo Aguas Arriba, Canal Arzobispo Aguas Abajo, Canal Albino Aguas Arriba, Canal Albino Aguas Abajo presentan concentraciones 2,57 mg/L indicando que los nutrientes fosfatados no generan afectación en el sistema hídrico. (K2 INGENIERÍA S.A.S., 2017).

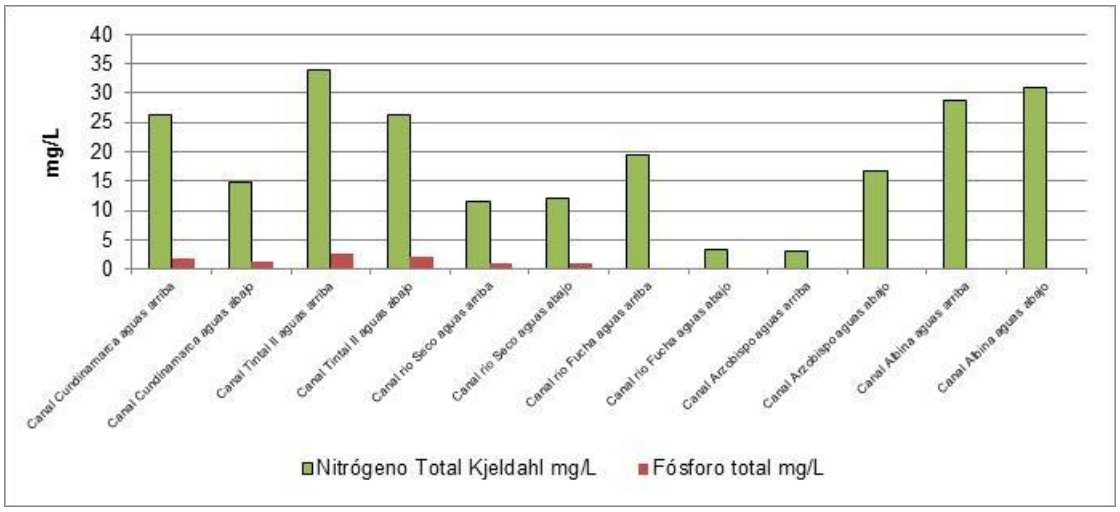


Figura 5.2.1-75 Resultados Nitrógeno Total y Fosforo

Respecto a las unidades de pH reportadas en cada uno de los cuerpos de agua, se observa los cuerpos de agua se encuentran entre 5,5 y 9,0 Unidades de pH, el cual da cumplimiento normativo con los usos del agua establecidos e n el Decreto 1076 del 2015. No obstante el Canal Río Seco reportó una tendencia alcalina con valores de 9,49 (Aguas arriba) y 9,31 (Aguas abajo).

En cuanto a las concentraciones de Grasas y Aceites, Hidrocarburos y tenso activos, en la Figura 5.2.1-76 se observa la presencia de grasas y aceites con concentraciones máximas de 74,3 mg/L (Canal Albina aguas arriba) y 83,5 mg/L (Canal Albina aguas abajo), el marco normativo (Decreto 1076/2015) No se acepta película visible de grasas.

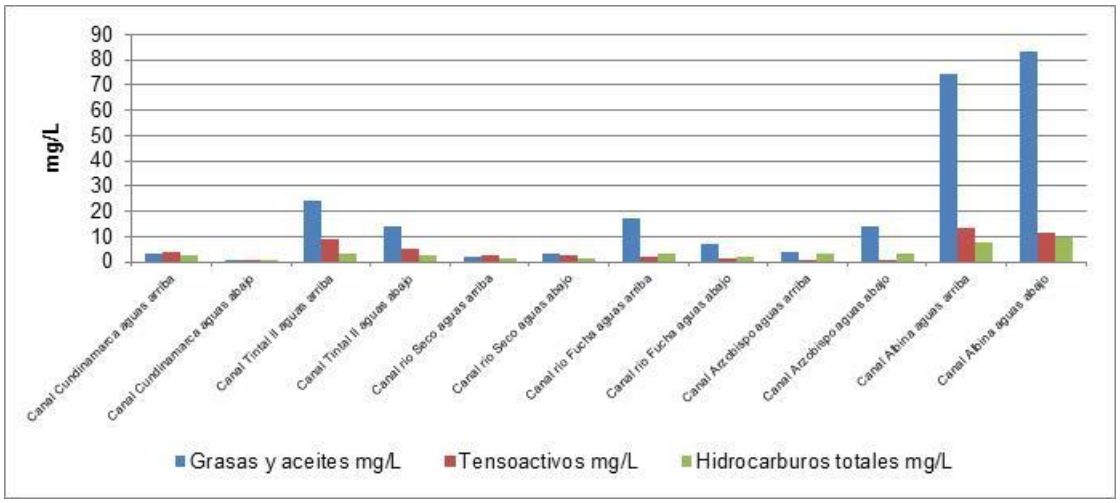


Figura 5.2.1-76 Resultados Grasas y Aceites, Tenso activos e Hidrocarburos Totales

Respecto al registro de Tensoactivos, los puntos de monitoreo registraron concentraciones máximas de 13,46 mg/L (Canal Albina aguas arriba) y 11,47 mg/L (Canal Albina aguas abajo), encontrándose por encima del límite normativo (0,5 mg/L). No obstante el punto de monitoreo Canal Cundinamarca aguas abajo y Canal Arzobispo aguas arriba registraron valores por debajo del límite de detección del laboratorio (<0,25 mg/L). Aunque la normatividad no presenta un límite de concentración de Hidrocarburos, en los cuerpos de agua monitoreados se evidencian concentraciones entre 0,2 mg/L y 9,64 mg/L, siendo el Canal Albina (Aguas arriba y Aguas abajo) el cuerpo hídrico con mayor concentración.

5.2.1.14.6 Indice IACAL

Nombre	Código	Q (m³/s)	IACAL DBO	IACAL DQO-DBO	IACAL Sólidos Suspendidos Totales	IACAL Nitrogeno Total	IACAL Fósforo Total	IACAL	Categoría clasificación IACAL	Clasificación IACAL
Canal Cundinamarca aguas arriba	**2010128-01**	0,125	0,45	0,59	1,05	0,17	0,01	2,8	3	Media-Alta
Canal Cundinamarca aguas abajo	**2010128-02**	0,009	0,01	0,01	0,02	0,01	0,00	1	1	Baja
Canal Tintal II aguas arriba	**2010128-03**	0,008	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	1	1	Baja
Canal Tintal II aguas abajo	**2010128-04**	0,011	0,01	0,01	0,00	0,00	0,00	1	1	Baja
Canal rio Fucha aguas arriba	**2010128-07**	2,24	193,27	302,30	198,23	96,64	0,41	5	5	Muy Alta
Canal rio Fucha aguas abajo	**2010128-08**	0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1	1	Baja
Canal Arzobispo aguas arriba	**2010128-09**	0,032	1,60	8,00	16,64	0,96	0,05	4,2	4	Alta
Canal Arzobispo aguas abajo	**2010128-10**	0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1	1	Baja
Canal Albina aguas arriba	**2010128-11**	0,083	0,05	0,10	0,13	0,03	0,00	1	1	Baja
Canal Albina aguas abajo	**2010128-12**	0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1	1	Baja

El IACAL presento en la mayoría de los puntos una calificación baja, indicando que los cuerpos de agua monitoreados presentan baja susceptibilidad a los tipos de contaminación relacionada con materia orgánica, solidos suspendidos y nutrientes.

5.2.1.14.7 Indice ICA

Código Laboratorio	Código	ICA OD	ICA SST	ICA DQO	ICA Conductividad	ICA Conductividad	ICA pH	ICA	Calificación de la calidad del Agua
2010128-01	**Canal Cundinamarca aguas arriba**	0,0	0,5	0,125	-5,40	0,00	1,00	0,33	Mala
2010128-02	**Canal Cundinamarca aguas abajo**	0,0	0,9	0,51	-3,89	0,00	1,00	0,49	Mala
2010128-03	**Canal Tintal II aguas arriba**	0,0	0,9	0,125	-5,36	0,00	1,00	0,40	Mala
2010128-04	**Canal Tintal II aguas abajo**	0,0	0,9	0,125	-5,26	0,00	1,00	0,41	Mala
2010128-05	**Canal rio Seco aguas arriba**	0,0	1,0	0,125	-2,77	0,00	2,64	0,75	Aceptable
2010128-06	**Canal rio Seco aguas abajo**	0,0	1,0	0,51	-2,77	0,00	2,21	0,74	Aceptable
2010128-07	**Canal rio Fucha aguas arriba**	0,0	0,9	0,125	-0,01	0,00	0,69	0,35	Mala
2010128-08	**Canal rio Fucha aguas abajo**	0,0	0,9	0,26	0,70	0,70	1,00	0,57	Regular
2010128-09	**Canal Arzobispo aguas arriba**	0,0	0,9	0,125	0,27	0,27	0,63	0,40	Mala
2010128-10	**Canal Arzobispo aguas abajo**	0,0	0,9	0,51	0,22	0,22	0,66	0,47	Mala
2010128-11	**Canal Albina aguas arriba**	0,0	0,6	0,125	-4,17	0,00	0,84	0,31	Mala
2010128-12	**Canal Albina aguas abajo**	0,0	0,6	0,125	-4,15	0,00	0,84	0,31	Mala

En la mayoría de los puntos se refleja una calificación de mala, lo que indica que la calidad actual del agua no es buena y refleja problemas en las características de los parámetros medidos.

5.2.1.15 Usos del agua

5.2.1.15.1 Caracterización general

El eje del sistema hídrico de Bogotá cuenta con tres grandes ríos que dividen la ciudad básicamente en tres cuencas de drenaje; Salitre, Fucha y Tunjuelo, siendo estos los cauces mayores que nacen en los cerros orientales recibiendo las aguas de varias quebradas creándose así por su confluencia.

La presente caracterización se ha llevado a cabo mediante la revisión de información secundaria proveniente de la Secretaría Distrital de Ambiente (SDA), Corporación Autónoma Regional de Cundinamarca (CAR), Observatorio Regional Ambiental y de Desarrollo Sostenible del Río Bogotá (ORARBO) y el Instituto de Estudios Urbanos de la Universidad Nacional.

5.2.1.15.2 Conflictos actuales

De acuerdo con el Observatorio Colombiano de la Gobernanza del Agua, del MADS, un conflicto se define como “una situación que enfrenta a dos o más actores sociales, empresariales o institucionales cuando unos consideran que las actuaciones y los intereses de otros, afectan sus derechos en torno al uso, manejo, aprovechamiento o degradación de determinado recurso hídrico o de los ecosistemas de los que el recurso depende (Wilches-Chaux, 2013)”.

Teniendo en cuenta esta definición y los actores que median los conflictos por el agua se pueden agrupar dentro de tres (3) categorías según el Instituto de Estudios Urbanos, Universidad Nacional de Colombia:

- Los relativos a las competencias de uso: Cuando el recurso no satisface las diversas demandas que tiene el agua de una cuenca (usos actuales, nuevos usos y/o posibilidad de reservar recurso para aprovechamientos futuros).
- Los generados por la contaminación del agua: Estos se refieren, básicamente, a la imposibilidad de usar las aguas de los ríos para riego y consumo humano por parte de la población, debido a la muy alta contaminación orgánica generada por las descarga de las aguas residuales de la ciudad.
- Los del aprovechamiento de las aguas subterráneas: Cuando la explotación de las aguas subterráneas sobre pasa la capacidad natural de recarga de los acuíferos.

De acuerdo a estas definiciones, para el caso de Bogotá se identificaron los siguientes conflictos mostrados en la Tabla 5.2.1-112

Tabla 5.2.1-112. Conflictos del uso del agua para Bogotá D.C

Conflictos por competencias de uso	
Descripción	Efectos
Eliminación del recurso hídrico para atender las necesidades de riego y abastecimiento del acueducto de la ciudad de Bogotá y sus alrededores.	Cuenca del río Teusacá (municipios de la Calera, Sopó y parte de Guasca) afectados por la desviación del páramo de Chingaza
Conflictos por contaminación hídrica	
Descripción	Efectos
Imposibilidad de uso de aguas del río Bogotá debido a la alta contaminación orgánica por las descargas de aguas residuales de la ciudad.	Las afectaciones físico químicas y biológicas del río no solo afectan las características del agua sino también de manera especial las condiciones sociales y económicas de la

	población asentada en sus riberas.
Conflictos por el aprovechamiento de aguas subterráneas	
Descripción	Efectos
Explotación de aguas subterráneas	Descenso en los niveles de acuíferos a causa de la sobre explotación de los mismos.

Fuente: Instituto de Estudios Urbanos, Universidad Nacional de Colombia

5.2.1.15.3 Consumo de agua subterránea

Gran parte del Distrito Capital presenta altos excedentes de agua indicando que el Distrito tiene un nivel medio – bajo de extracción del orden del 33.4% de su recarga anual. El sector industrial consume el 70% de la extracción de agua subterránea.

Tabla 5.2.1-113 Relación del agua subterránea concedida Vs extraída del acuífero

Año	Volumen Agua Concedido - VAC	Volumen de Agua Extraído - VAE	Relación de agua subterránea concedida y extraída del acuífero VASCE (%)
2012	6 927 872,12	4 792 432,12	69,18
2013	6 482 469,08	4 427 367,72	68,30
2014	6 117 270,39	3 940 530,98	64,42
2015	5 770 536,85	4 851 833,76	84,08
2016	6 240 541,71	3 112 529,56	51,65

Fuente: Observatorio Ambiental de Bogotá

Tabla 5.2.1-114 Volumen agua subterránea consumida (m^3/año)

Año	Volumen de Aguas Subterráneas Consumidas Total en el Área urbana VAS (m3/año)
2012	4 427 368
2013	3 940 531
2014	3 842 100
2015	3 820 981
2016	3 223 530

Fuente: Observatorio Ambiental de Bogotá

5.2.1.15.4 Consumo de agua potable

Los sistemas de abastecimiento de agua potable de la ciudad de Bogotá provienen de 3 fuentes:

- Sistema Chingaza: Incluye embalses de Chuza y San Rafael y el subsistema río Blanco.
- Sistema Sumapaz, cuenca alta del río Tunjuelo: Incluye los embalses de La Regadera y Chisacá y la laguna de Los Tunjos o Chisacá.
- Sistema Tibitoc - Agregado Norte: Incluye el embalse de Aposentos y los embalses de Neusa (Corporación Autónoma Regional -CAR-, Cundinamarca), Sisga (CAR, Cundinamarca) y Tominé (Empresa de Energía de Bogotá S. A. –ESP).

Tabla 5.2.1-115 Consumo residencial de agua por habitante

Año	Total de agua consumida para uso residencia en el área urbana – TACR	Población urbana total del área urbana - PUT	Consumo residencial de agua por habitante CRAPH (l/hab*día)
2013	599 743 388	7 657 602	78,32
2014	602 023 929	7 760 451	77,58
2015	603 721 036	7 862 277	76,79
2016	580 057 421	7 963 379	72,84

5.2.1.15.5 Agua subterránea en Bogotá D.C

En la Sabana de Bogotá, el agua subterránea surte a los sectores agrícola, ganadero e industrial, sistemas de acueducto y otras actividades. El desarrollo en la Sabana de Bogotá conlleva al incremento de la población, al igual que al aumento y diversificación de las actividades antrópicas, conllevando al riesgo de sobreexplotación y contaminación de los acuíferos.

De acuerdo a la Secretaria Distrital de Ambiente, en Bogotá hay 489 pozos registrados, de los cuales 79 cuentan con permiso de concesión vigente a septiembre de 2014.

La CAR cuenta con un inventario de 206 puntos de agua subterránea de Bogotá, que en su mayoría corresponde a pozos. En la Tabla 5.2.1-116 se presenta el inventario de estos puntos de agua, indicando su profundidad, localización mediante coordenadas, nombre del predio y vereda o localidad.

Tabla 5.2.1-116: Inventario de puntos de agua subterránea en Bogotá

Profundidad (m)	Coordenada X	Coordenada Y	Nombre Predio	Vereda
0	1025500	1005500	La Macarena	Guaymaral
60	1020633	9972850	El Candil	La Conejera
96	1024765	1000791	Pan de Azúcar	Guaymaral
0	1018690	998056	Parcelación Las Mercedes - Parcela N° 88,Sector N°.2 - Flores Las Mercedes	Guaymaral
95	10215066	10033701	Conjunto Residencial Andino	Casa Blanca
95	1025076	1000849	Villa Myriam	Guaymaral
102	1018130	998105	Berice	Las Mercedes – Loc. Suba
93	1025230	1000565	Conjunto Residencial El Refugio	Guaymaral/Suba
123	1022763	1000481	Don Enrique "Lote A"	La Conejera
122	1022691	1000183	Don Enrique "Lote A"	La Conejera
100	1005486	1019738	Tibirita lotes 6 y 9	Localidad de Usaquén
85	1019360	998550	Las Mercedes 1,2,3	Las Mercedes - Localidad de Suba
129	1022163	999840	Club Campestre Los Arrayanes	La Conejera - Localidad de Suba

Profundidad (m)	Coordenada X	Coordenada Y	Nombre Predio	Vereda
			El Otoño	Casa Blanca – Loc. Suba
85	1020500	1002550	El Paraíso	Localidad de Suba
180	.1006900	993050	Tíntalito	Tintalito
200	1007440	993125	Tíntalito	Tíntalito
60	1021066	996453	Veraguas	Tuna Chorrillos
110	998970	1019400	Lote 41 Manzana B Parcelación Las Mercedes	La Conejera
100 100	1019650 1019760	998950 998900	N	Chorrillos
60-60	1020861	997569	Conejera El Hospital y Miramar Alfa	Tuna - Chorrillos
40	1018300	998600	Parcelación Las Mercedes Lote 4 N° 14	
0	1000477	1024899	La Verbena	Guaymaral
(P1): 108	1023620	1000300	Santa Lucia	La Conejera
(P2): 107	1023400	1000230	Santa Lucia	La Conejera
(P3): Sellado	P3	P3	Santa Lucia	
116	1024700	1000400	Aeropuerto Guaymaral	Guaymaral
80	1003440	1021877	N	n
P4(114)		10024641	500273956	Santa Rosalía, Santa Clara
P5 (118)		1024993		Santa Rosalía, Santa Clara
P6 (120)		1024452		Santa Rosalía, Santa Clara
Santa Clara (128)		1023400		Santa Rosalía, Santa Clara
90	1020840	998470	La Escuela	Chorrillos
170	1001328	1020564	El Madrigal/La Primavera	Conejera
80	1020280	1002490	Puente el Otoño	Tuna Baja Guaymaral
60	1020320	1001970	El Otoño	
65	1020460	1002400	Finca La Copa	Suba
115	1024461	999910	Hacienda Carimagua	La Conejera
75	1024841	1001015	Fortín de San Fernando	La Conejera
116	1023947	1002355	Conjunto Residencial Loyola	Suba
153	998876	1020169	Inversiones BucareliaLtda.	Lote 74,Sector 2
0	1000804	102483	Villa Beatriz	Guaymaral
75.5	1000294	1024297	Calichana -Jagualito	Guaymaral
121.70	1.020.527	1.004.930	Polo Club de Bogotá	Bogotá
0	1001669	1025553	Santa Rosalía	Guaymaral

Profundidad (m)	Coordenada X	Coordenada Y	Nombre Predio	Vereda
86	1018300	998545	Lote 1 Parcela Las Mercedes	Tuna Baja Guaimaral
0	1.012.334	1.019.013	Santiago	San José
84	1124021	1100067	Machuma	Guaymaral
79	1.024.380	1.001.800	Serrezuela Lote N° 4	Guaymaral
60	1020443.456	997248.105	San Isidro I	La Conejera
90	1.021.550	998,26	Los Arrayanes	Bogotá
100	1001746	1021469	Lote No. 2 Torremolinos	Vereda la Conejera - Sector La Inmaculada
124	1021559	1003393	El Norte	La Conejera
68	1024649	1000800	San Jorge	Guaymaral
57	1024616	1000728	Hacienda Santa Clarita	Guaymaral_ Suba
79	1024324	1001192	Finca San Jorge	Guaymaral
100	1019333	999084	Predio No. 38, Parcelación Las Mercedes	Chorrillos
126	1002210	1020090	Los Búhos	Casablanca
150	1000622	1023551	Arizona - La Ranita	Guaymaral
84	1000260	1024725	Rincón de San Pedro	Guaymaral
0	1001312	1024156	AEROANDES	Guaymaral
0	1022983	999983	Finca San Luís	n
102	1024400	1000520	Antinarcóticos, Policía Nacional	Guaymaral
82	1024990	999935	Rincón de San Pedro Lote 58 A	Guaymaral
80	1002485	1023909	Puente Palermo	Guaymaral
102	1002028	1001103	Lote Nº 5 La Morena	Guaymaral
0	1001904	1022016	Hacienda Torremolinos	Guaymaral
26.5	1003417	1020728	Cementerio Hebreo del Norte	Guaymaral
0	100704475	100712288	El Encenillo	El Hato
0	1001271	10249981	El Rincón de Mi Abuela	Guaymaral
	1001259	1024992	El Rincón de Mi Abuela	Guaymaral
160	993793	983081	San Isidro	Olarte
0	1025024	1000346	Cucaita	Guaymaral
0	1005300	1023491	Osolandia	Torca
97	1119170	996970	parte finca san luis	Salitre
0	1003241	1021745	lotes 16a3-16a4-a5-a1-a2	Guaymaral
65	998497	1021070	San Isidro II	Guaymaral
120	998565	1021180	San Rafael	Guaymaral
50	999800	1022440	San Rafael	Guaymaral
60	999590	1022650	San Rafael	Guaymaral
	1019256	999273	Lote 21 Parcelación Las Mercedes	Suba

Profundidad (m)	Coordenada X	Coordenada Y	Nombre Predio	Vereda
74	1024750	1000550	Pinar	Guaymaral
35	1024800	100255	Rincón de San Pedro	Guaymaral
84	1000283	1024775	Urbanización Rincón de San Pedro	Guaymaral
Pozo1:90	1023400	1023350		
Pozo 2: 70	1000930	1100780		
75	1024619	1000782	Santa Cruz	Guaymaral
100	1019391	999269	Conejera Lote 20	Las Mercedes-Suba
80	1019056	999409	parcela dos de las mercedes	Suba
94	1018493	998397	Lote 32 Parcelación Las Mercedes	Loc. Suba
78	1024980	1001113	Santa Cayetana	Guaymaral
85	1019491	1002740	Lote Andalucía 1	Casa Blanca Loc.Suba
130	1020842	1001639	La Lomita	La Conejera
85	1019730	1002525	Los Pinares	San Antonio
Pozo1:70	1024400	1000700	Lote 10 Parcelación Guaymaral/Lote 60 Villa Elvira	Guaymaral
Pozo2:90	1024600	1001380	Lote 10 Parcelación Guaymaral/Lote 60 Villa Elvira	Guaymaral
72	1024605	1000713	Gualcala	Guaymaral
90	1024600	1001150		
5	10244224	1001879	Beitjala	guaymaral
0	1000780	1025020	El Remanso	Guaymaral
93	1000700	1022823	Granja Pio Pon	Guaymaral
108	1024486	1001300	Conjunto residencial Santillana	Guaymaral
80	1001931	1024362	Las Tinajas	Guaymaral
0	1000283	1024731	Rincón de San Pedro	Guaymaral
86	1024767	1000781	Villa Jura	Guaymaralviachia
98	1024353	1000031	Finca Calichana	Guaymaral
90	1025050	1000570	Martelena	Guaymaral
72	1025160	1000800	Villa Don Santiago	Guaymaral
78	1124580	1000550	Barriloche	Suba
120	1023230	1005018	La Gloria y Sorrento	N
0	1000391	1025735	El Capitolio	Guaymaral
0	1000092	1025016	Claudia Patricia	Guaymaral
87	1003150	1019550	Colegio Franciscano del Virrey Solís-Seminario Franciscano de San Bernandino	Casa Blanca
5	1024843	1010210	Cesantía	Guaymara
75	1024566	1000718	Hacienda San Pedro	La Conejera
65	1001752	1024509	Quinta La Carolina Lote 57 B Parcelación Guaymaral	Suba

Profundidad (m)	Coordenada X	Coordenada Y	Nombre Predio	Vereda
			Conjunto Villa Hermosa Interior II	Guaymaral
90	100241	1024173	Aranjuez	GuaymaralSuba
80	10021450	10033038	Villa Beatriz	La Conejera Loc. Suba
60	1019850	999670	Lote 4-5,Predio Los Monos	Conejera/Loc. Suba
3	1024283	1001773	Lote B	Guaymaral
0	N	N	N	Guaimaral
76	1024650	1000200	Rincón de San Pedro	Chorrillos
115	1024790	100820	Santa Ana	Guaymaral
78	1024700	1000620	Urbanización Rincón San Pedro Lote 21 Sector Guaymaral-Localidad de Suba	Guaymaral
0	1024702	1000471	Interlarken Lote 24	Guaymaral Suba
60	1000058	1025554	San Pedro	Guaymaral Localidad de Suba
64	1001972	1023228	La Julia	Guaymaral
120	1024070	1002280	Lote 1a, 1c, 1d	Guaymaral
90	1021954	1003424	Predio Los Alpes	Localidad de Suba Guaymaral
125	999150	1019450	Las Mercedes	Tuna Baja
84	1024725	1000260	Conjunto Acueducto San Pedro de Guaymaral	Guaymaral
51,1	1020419	999135	Unidad Pedagógica II	
112	1018450	999100	Parcelación Las Mercedes	Localidad de Suba
70	1024900	1008500	San Ignacio	Localidad de Suba
48	1001171	1024666	Conjunto Residencial La Arboleda	Guaymaral
0	1000300	1024963	El Rincón de Mi Abuela	Guaymaral
80	1001367	1024117	Hacienda San Pedro Lote D	Guaimaral
200	1014390	1010655	Mirador de San Rafael	La Toma
	990193	1010250		
0	1002473	1025157	Flores Alameda	Guaymaral
0	N	N	N	N
41	1019600	1001640	Casa Blanca El Sembradero	Casablanca
70	1019527	999626	Majadita	La Conejera
0	1022639	1003871	El Molino	El Jardín
320	1012535	1008475	Santa Inés	N
150	1011100	1000750	Agua Bonita	El Salitre La Calera
120	1025510	1002610	Lote 7 Piedra Tendida	Suba
0	991499	974335	Micania II	Curubital

Profundidad (m)	Coordenada X	Coordenada Y	Nombre Predio	Vereda
0	1,019,480	1,013,000	La Cabaña Lote 13	San José
	1020472	1002391	Otoñolas	Suba
78	1003651	1022039	Colegio Clermont School	Suba
	1022119	1003141	Colegio Andino	Loc. Suba
0	1020751	998712	Finca La Carolina	Chorrillos
0	N	N	Koralia	Vía Guaymaral
0	N	N	Villa Berta El Roncón de Mi Abuela	Guaymaral
0	1021839	1003649	Monte Perla El Otoño	N
0	998831	1020780	Lote el Parral	Localidad de Suba
60	1022563	1003010	Santafé	Suba
0	1,019,113	996,936	Lote a Parcelaciones Conejera Las Mercedes	Suba Rural
0	N	N	conejera el bosque	Guaymaral
0	1009667	1018676	El Establo - El Rincón	Márquez
N	9020240	996346	el rinconcito	Chorrillo
0	N	N	conejera el bosque	Guaymaral
0	N	N	conejera el bosque	Guaymaral
0	1009350	10011314	el portal 8 lote 4	Salitre Alto
0	1020726	998240	conejera el bosque	Chorrillos de Suba
134	N	N	barajas norte	Chorrillos Loc.Suba
0	1019481	1005321	American Pipe and Constrution Internacional	Lijacá-Torca-Loc. de Usaquén
0	993490957	990361286	El Rincón de Bella Flor	QuibaBajo
15	1007220	1007150	El Rincón ALPINO	Vereda El Hato
0	1002000	1002900	Colegio Buckighamam	N
103	1020345	996141	El Rinconcito	Chorrillos
0	999762	1018792	Lote 15 Parcelación La Conejera Estación de Servicios Cigesa	La Conejera
100	1021000	1002500	Parque II	Suba

La CAR ha instalado una red de monitoreo en la Sabana de Bogotá, para medir la evolución en el tiempo de los niveles estáticos y dinámicos en el acuífero cuaternario.

Tabla 5.2.1-117 Red de monitoreo de agua subterránea CAR

X	Y	N° Expediente	Predio	Vereda	Municipio	Elevación Placa
1020566	1013473	No se hallo	Hacienda La Gavia	San Cayetano	La Calera	2621
1019702	1012134	22874	Bramaderos	El Triunfo	La Calera	2584
995667	982536	20371	Planta de Soacha	Chuscana	Soacha	2563
996247	982889	Verificar SAE	CORTICARIBE (Hacienda Santa Ana)	Barrio Santa Ana	Soacha	2575

X	Y	N° Expediente	Predio	Vereda	Municipio	Elevación Placa
1022708	1002375	20338	El Jardín	Guaymaral	Suba	2568
1024440	999904	No se hallo	Karimagua	Guaymaral	Suba	2571
1023628	1002029	8644	Flores Astro	Guaymaral	Suba	2578
1024464	1000602	8658	Helistar	Guaymaral	Suba	2562
1023884	1002486	19144	Aeroclub de Colombia	Guaymaral	Bogotá	2574
1023526	1000621	19022	Arizona	Guaymaral	Bogotá	2572
1022943	1003589	No se hallo	Colegio Nueva York	El Jardín	Suba	2572
1022523	1005026	2001-76-1-735	Club Recreativo COMPENSAR	Buena Suerte	Bogotá	2585
996033	992844	7001-761-3175	ALFRAGRES (El Coral)	Soacha Compartir	Soacha	2573
998206	979516	27006	Canoas Saenz	Canoas	Soacha	2566
1022113	1003140	DM-01-CAR-6665	Andino I	Guaymaral	Bogotá	2573
1021420	1004015	No se hallo	Colegio San Viator	Guaymaral	Bogotá	2565
1020410	1002638	6277	Los Nogales	Autonorte	Bogotá	2567
998752	981452	8011-761-5780	FAGECOR	Canoas	Soacha	2564
1019741	1005486	2280	Tibabita	Usaquén	Bogotá	2580
998009	979967	8011-761-1127	Tierra Blanca	Canoas	Soacha	2557
1020751	998712	28656	Finca La Carolina	Chorrillos	Suba	2572
1019434	999148	21055	Colegio Juan Ramón	Suba	Bogotá	2570
1020569	1001337	Verificar SAE	Madrigal	Suba	Bogotá	2569
1019397	1000736	Verificar SAE	La Conejera	Suba	Bogotá	2590
1016230	1002966	DM-01-CAR-3774	Carmel Club	Mazurén	Bogotá	2571
1016016	1002922	DM-01-CAR-3774	Carmel Club	Mazuren	Bogotá	2569
999659	985550	8011-761-20690	Potrero Grande	Bosatama	Soacha	2573
1000850	983800	8011-761-19754	La ChucuitaLote B	Bosatama	Soacha	2553
997716	987402	8011-761-7909	Terrenos	Centro de Soacha	Soacha	2594
998048	986835	8011-761-7909	Terrenos II	Terrenos	Soacha	2578
998895	984258	8011-761-1046	Secretaria Social	Centro de Soacha	Soacha	2566
998095	983903	No se hallo	Universidad de Cundinamarca	Centro de Soacha	Soacha	2578
995669	982540		Vidriería Fenicia	Chusacá	Soacha	2581

Fuente: Estudio “Sistema de Modelamiento Hidrogeológico del Distrito Capital Bogotá” (Secretaría Distrital de Ambiente, 2013)

En el estudio “Sistema de Modelamiento Hidrogeológico del Distrito Capital” (Secretaría Distrital de Ambiente, 2013) se encuentra un inventario de 65 pozos de agua subterránea localizados en la ciudad de Bogotá, donde se indica su código, nombre, profundidad, localización mediante

coordenadas, unidades geológicas captadas, caudal, nivel estático, nivel dinámico, capacidad específica, transmisividad y conductividad hidráulica entre otros. De este inventario, se tomó la información de los pozos localizados en el área de influencia indirecta, relacionándola en la Tabla 5.2.1-118 y mostrando su localización en la Figura 5.2.1-77.

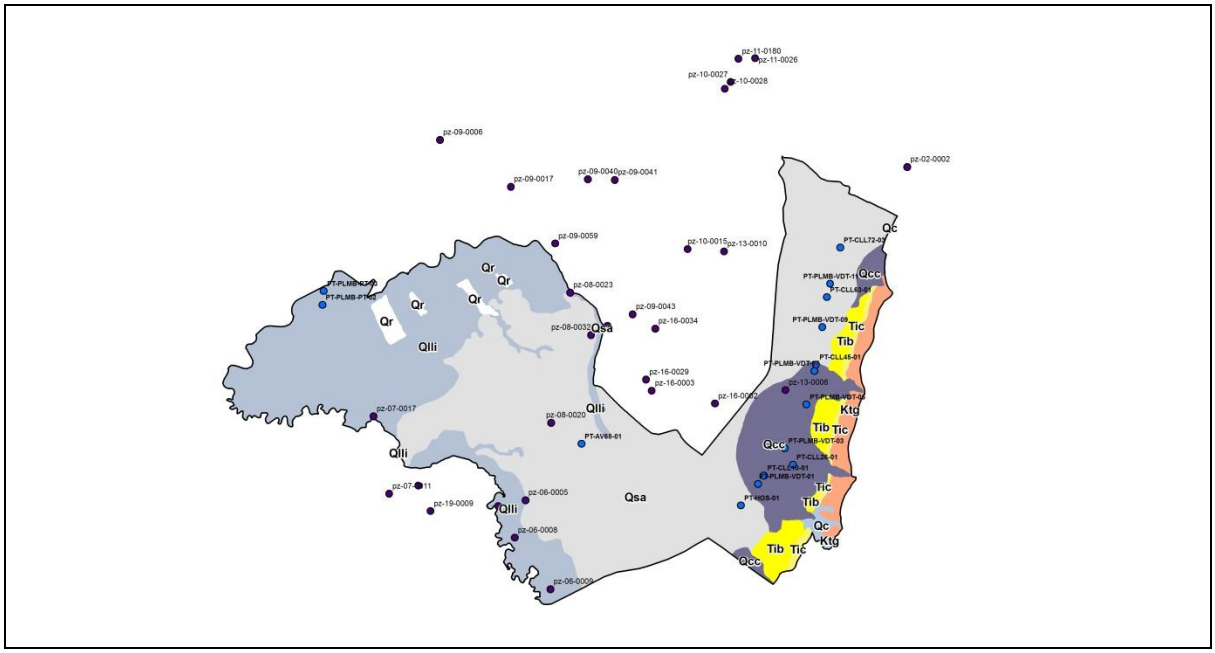


Figura 5.2.1-77 Localización de pozos en el AII
Fuente: “Sistema de Modelamiento Hidrogeológico del Distrito Capital” (Secretaría Distrital de Ambiente, 2013)

Tabla 5.2.1-118: Inventario de puntos de agua subterránea

CODIGO	NOMBRE DEL POZO	PROF	NORTE	ESTE		Q (l/s)	NE (m)	ND (m)	CE (l/s/m)	T (m2/día)	K
pz-06-0005	ACEGRASAS No. 2	101	99831,690	92599,493	Q	3,95	29,26	29,75	8,06122449	315	
pz-06-0008	GENERAL MOTORS	175	98737,000	92286,000	Q, K	11,76	13,88	16,23	5,004255319	489	
pz-06-0009	PARQUE EL TUNAL	151	97241,200	93327,490	Q, K	11,7	28,98	32,57	3,259052925	543	
pz-07-0016	CLARA FEY No. 1	155	102.259.339	88.205.917	Q	4	15,18	16,56	2,898550725	172	
pz-07-0017	CLARA FEY No. 2	155	102271,993	88172,863	Q	4,49	15,19	23,08	0,569074778	106	4,41666666
pz-07-0020	CONSULTECNICA	64	102.744.026	88.576.752	Q	0,6	17	17,7	0,857142857	39	
pz-08-0020	LAVAUTOS LA 65	98	102083,824	93347,582	Q	0,3	22,32	25,74	0,087719298	8,2	0,54666666
pz-08-0023	LAFAYETTE 1	513	105871,010	93901,460	Q	26,93	53,11	64,86	2,291914894	373	
pz-08-0032	CLINICA NUESTRA SEÑORA DE LAPAZ No. 1	126	104638,441	94510,494	Q	1,68	29,43	35,37	0,282828283	31	
pz-13-0005	MULTILAVADO LA 45	74	104.132.013	100.308.382	Q	0,44	15,44	27,8	0,035598706	9	0,75
pz-13-0006	ESTACION MOBIL TEUSAQUILLO	75	103035,558	100176,997	Q	0,32	12,35	15,57	0,099378882	1,2	
pz-14-0004	HERMANAS DOMINICAS PRESENTACION	180	102.000.000	99.480.000	Q	3,2	38,1	46,25	0,392638037	29	
pz-19-0005	FRIGORIFICO GUADALUPE No. 1	134	99655,000	91805,000	Q	14,9	23,87	26,39	5,912698413	1432	

PROF: Profundidad; Q: Caudal; NE: Nivel Estático; ND: Nivel Dinámico, CE: Capacidad Especifica; T: Transmisividad, K: Conductividad hidráulica
Fuente: “Sistema de Modelamiento Hidrogeológico del Distrito Capital” (Secretaría Distrital de Ambiente, 2013)

De la información relacionada en la Tabla 5.2.1-118 se destaca que aunque los pozos de captación de agua subterránea localizados en el área de influencia indirecta cuentan con profundidades comprendidas entre 64 y 513 m, tan solo dos (pozos General Motors y Parque Tunal) localizados al sur de la ciudad, captan acuíferos conformados por rocas del Grupo Guadalupe, el resto, a pesar de sus profundidades, tan solo captan niveles permeables de la Formación Sabana y del Complejo de Conos respectivamente. En estos pozos los niveles estáticos medidos se encontraron desde 12,35 m hasta 53,11 m y los niveles dinámicos entre 15,57 m y 64,86 m de profundidad. Este inventario no incluye pozos saltantes o artesianos.

Los coeficientes de almacenamiento y las transmisividades presentan valores muy variables. Los coeficientes de almacenamiento presentan valores comprendidos entre 0,035598706 y 8,06122449 y las transmisividades entre 1,2 y 1432 m^2/día.

De igual manera se establece con base en el inventario de pozos de agua subterránea del estudio "Sistema de Modelamiento Hidrogeológico del Distrito Capital Bogotá" (Secretaría Distrital de Ambiente, 2013), que en el área de influencia directa (AID) no se encuentran pozos para la captación y extracción de agua subterránea. Se deduce del inventario igualmente, que a lo largo del trazado del proyecto de la PLMB, no se encuentran pozos saltantes.

5.2.1.16 Hidrogeología

Los objetivos del estudio hidrogeológico de la PLMB incluyen la definición y descripción de los tipos de acuífero, la identificación de las zonas de recarga y descarga, las direcciones de flujo y la caracterización hidro-geoquímica del agua subterránea, la determinación de niveles piezométricos a lo largo de la traza de la PLMB, la definición de la interconexión de los acuíferos con las fuentes superficiales de agua, la definición de los acuíferos que serán afectados por las obras de la PLMB y la vulnerabilidad de estos acuíferos a la contaminación por su construcción y operación.

La primera línea del metro de Bogotá es una estructura lineal de 23,86 km de longitud, situado en su totalidad sobre los materiales cuaternarios de la Sabana de Bogotá, la cual corresponde a la expresión morfológica de un extenso relleno fluvio-lacustre cuaternario, con un espesor máximo del orden de los 400 m, dispuesto sobre un substrato de rocas sedimentarias plegadas del Paleógeno, Neógeno y Cretácico, que afloran en los cerros que bordean la Sabana de Bogotá y en los cerros que se encuentran incluidos dentro de ella.

El relleno fluvio-lacustre de la Sabana conforma un gran acuífero superficial, libre y semiconfinado, con una interconexión no bien conocida entre los distintos niveles acuíferos constituidos por niveles permeables de las unidades pre-cuaternarias que le infra-yacen.

Este estudio se realiza con información hidrogeológica de la Sabana de Bogotá, que incluye descripciones de los acuíferos, definición de zonas de recarga y descarga, direcciones de flujo, valores de parámetros hidráulicos del acuífero cuaternario y características hidro-geoquímicas del agua subterránea, entre otros.

5.2.1.16.1 Área de influencia indirecta

Con base en el mapa geológico actualizado y las descripciones de las unidades lito-estratigráficas, se determinaron los tipos de acuífero y se agruparon diferentes formaciones de acuerdo a sus características hidráulicas, para obtener así los sistemas acuíferos (Ver Anexo 5.2.1.12 Plano ETPLMB-ET19-L04-PLA-G-0004_RA)

5.2.1.16.2 Tipos de acuíferos

Los tipos de acuíferos determinados a partir de las características litológicas de las unidades lito-estratigráficas presentes en el AII son:

- Acuífero Coluvial (Acqc)

Acuífero libre, de extensión local, de flujo intergranular, de muy baja productividad, conformado por depósitos coluviales matriz-soportados.

- Acuífero Sabana (Acqs)

Acuífero discontinuo de extensión regional, de flujo intergranular, de baja productividad, con capacidad específica comprendida entre 0,05 y 1,00 l/s/m, conformado por el depósito fluvio-lacustre de la Sabana, el cual comprende una secuencia de arcillas y limos con intercalaciones de arenas y gravas, que hacen parte del Complejo de Conos, la Formación Sabana y los Depósitos de Llanura de Inundación, de espesor variable, bajo en inmediaciones a la zona montañosa y alcanzando un máximo del orden de los 320 m en el área de Funza, Mosquera y Madrid. En las perforaciones ejecutadas en el trazado de la PLMB, el basamento del depósito cuaternario, conformado por arcillolitas de la Formación Bogotá. Los niveles permeables de arenas y gravas almacenan agua recomendable para cualquier uso y pueden aportar caudales entre 1 l/s a 5 l/s, dependiendo del número que se atraviesen. Este acuífero es el de mayor explotación en el área de estudio.

- Acuítardo Bogotá (Atpb)

Acuitardo de extensión regional, conformado por una secuencia de 720 m de espesor de arcillolitas con algunas intercalaciones de areniscas cuarzo-feldespáticas de la Formación Bogotá. Los niveles de arenisca pueden constituir acuíferos con limitados recursos de agua subterránea, de muy baja productividad, con capacidad específica promedio menor de 1,00 l/s/m, que pueden producir agua que requieren tratamiento para su uso, en caudales del orden de 2 l/s.

A pesar que la Formación Bogotá contiene niveles permeables de muy baja productividad, se considera o cataloga como acuitardo, ya que está constituida predominantemente por arcillolitas, que forman un sustrato impermeable.

- Acuífero Cacho (Acpc)

Acuífero discontinuo de extensión regional, de baja productividad, con capacidad específica comprendida entre 0,05 y 1,00 l/s/m, conformado por una secuencia de aproximadamente 120 m de espesor de areniscas amarillas a rojizas de grano grueso a conglomerático, muy friables, con intercalaciones de arcillolitas de la Formación Cacho, que puede aportar caudales comprendidos entre 3 l/s a 9 l/s, de agua apta para riego y consumo humano previo tratamiento para el hierro.

- Acuitardo Guaduas (Ackpg)

Acuitardo continúo de extensión regional, de bajo rendimiento, conformado por una secuencia de arcillolitas con intercalaciones de areniscas cuarzosas y mantos de carbón de la Formación Guaduas. El conjunto medio de esta formación, conformado por fundamentalmente por areniscas con intercalaciones de arcillolita, puede constituir acuíferos con limitados recursos de agua subterránea, de muy baja productividad, con capacidad específica promedio menor del 0,05 l/s/m, que puede aportar agua en caudales comprendidos entre 1 l/s a 3 l/s.

Aunque la Formación Guaduas contiene en su parte media, niveles permeables, se le considera o cataloga como acuitardo, ya que está constituida predominantemente por arcillolitas, que forman un sustrato impermeable.

5.2.1.16.3 Sistemas acuíferos

En el área de influencia indirecta se diferencian dos sistemas acuíferos: el Sistema Acuífero Cuaternario con flujo esencialmente intergranular y el Sistema Acuífero con Limitados Recursos de Agua Subterránea. De los dos, el de mayor importancia para el área de estudio, es el Sistema Acuífero Cuaternario (Figura 5.2.1-78 y Anexo 5.2.1.12 Plano ETPLMB-ET19-L04-PLA-G-0004_RA).

- Sistema Acuífero Cuaternario con flujo esencialmente intergranular (Sa-fi)

Sistema acuífero discontinuo de extensión regional y local, conformado por depósitos cuaternarios de ambiente fluvio-lacustre, de montaña y de ladera, al igual que rocas sedimentarias paleógenas y neógenas (terciarias). Son acuíferos de productividad alta a baja, capacidad especifica promedio entre 0,05 y 1,0 l/s/m, con transmisividad del orden de 1 a 1400 m^2/día, con flujo de agua esencialmente intergranular, que produce agua recomendable para cualquier uso, con caudales de hasta 5 l/s.

Este sistema acuífero constituido por el depósito cuaternario diferenciado en Formación Sabana, Complejo de Conos y depósitos de coluvión, al igual que por rocas sedimentarias detríticas del miembro medio de la Formación Guaduas y de la Formación Cacho. La Formación Sabana y el Complejo de Conos están conformados por una secuencia de arcillas y limos con intercalaciones lenticulares de arenas y gravas, cuyo espesor conjunto es variable, alcanzado localmente los 400 m. El miembro medio de la Formación Guaduas está conformado por areniscas y la Formación Cacho por areniscas y areniscas conglomeráticas (Figura 5.2.1-78 Anexo 5.2.1.12 Plano ETPLMB-ET19-L04-PLA-G-0004_RA).

- Sistema acuífero con limitados recursos de agua subterránea (Sa-Lras)

Conformado por las secuencias de arcillolitas de las formaciones Guaduas y Bogotá respectivamente, con limitados recursos de agua subterránea, de muy baja a nula productividad, con capacidad específica comprendida entre 0,05 y 1,0 l/s/m, con flujo esencialmente intergranular, que almacenan agua que requiere tratamiento para su uso y localmente agua recomendable para cualquier uso (Figura 5.2.1-78 y Anexo 5.2.1.12 Plano ETPLMB-ET19-L04-PLA-G-0004_RA)

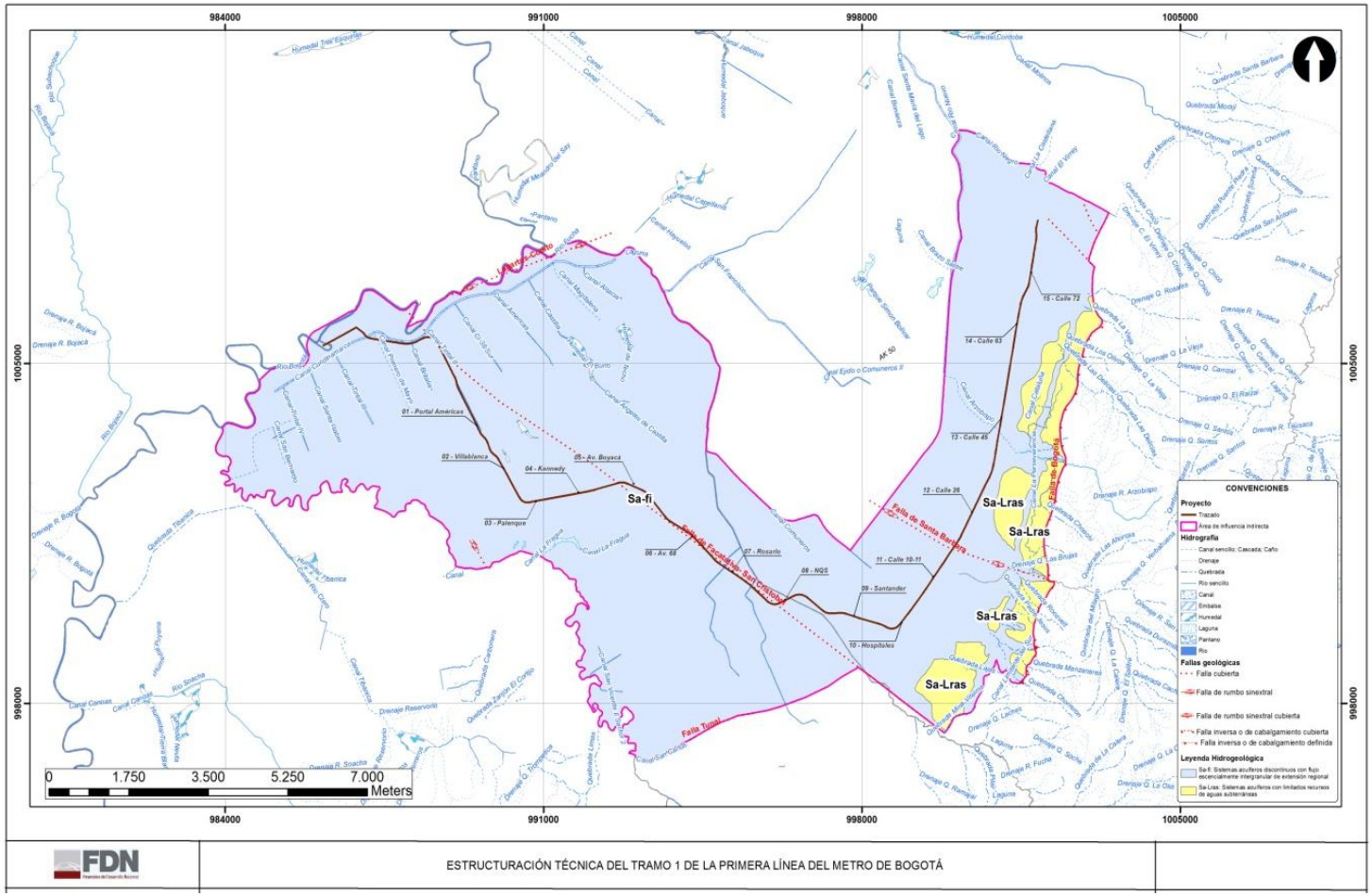


Figura 5.2.1-78 Mapa hidrogeológico del área de influencia indirecta

5.2.1.16.4 Zonas de recarga y descarga

Parte de la recarga del Acuífero Sabana viene por goteo lento a través de las capas semi-confinantes de arcilla. Originalmente la recarga a dichos acuíferos, genéticamente relacionados con los ríos y quebradas del piedemonte, era directa, a partir de la infiltración en las partes altas de los abanicos. Con la progresiva urbanización y el recubrimiento de materiales impermeables, esta recarga se hizo cada vez más difícil.

La Secretaría Distrital de Ambiente ha adelantado estudios para la determinación de la recarga potencial y las zonas de mayor recarga en el Distrito Capital, a partir del cálculo de la infiltración real y descontando la escorrentía superficial, con base en información hidro-climatológica. Es así que en el estudio denominado "Sistema de Modelamiento Hidrogeológico del Distrito Capital Bogotá" (en Secretaría Distrital de Ambiente, 2013, se estimó la recarga potencial mediante el análisis temporal y espacial de series de históricas de lluvias, temperatura, evapotranspiración y caudales en los cauces de los ríos Tunjuelo, Fucha y Salitre, usando un modelo que involucra la pendiente y la permeabilidad del terreno, al igual que el tipo de cobertura.

El balance hídrico permite encontrar el sobrante o déficit de agua en superficie, comparando la evapotranspiración y la precipitación neta, teniendo en cuenta la reserva útil del suelo, que depende de la textura y el espesor del suelo. En el balance hídrico, las entradas menos las salidas de agua, son equivalentes a la cantidad potencial de agua que pudiera ingresar a los acuíferos mediante infiltración. Las entradas de agua corresponden a la precipitación media mensual y las salidas al volumen de escurrimiento y la evapotranspiración. El volumen de escurrimiento es calculado a partir de los datos de caudal en cada una de las cuencas. El cálculo de la recarga potencial se realiza usando la ecuación empírica de Cheeturvedi (Sinha y Sharma 1998; en Secretaría Distrital de Ambiente, 2013). La recarga potencial en milímetros por año (mm/año) para el Distrito se muestra en la Figura 5.2.1-79.

Se obtiene en el estudio en referencia de la Secretaría Distrital de Ambiente (2013), que la mayor recarga potencial se presenta en los Cerros Orientales y Surorientales de Bogotá, especialmente en las partes altas de las cuencas de los ríos Fucha y Tunjuelo, con valores superiores a los 200 mm/año. En la zona de los humedales Juan Amarillo y Jaboque, los más grandes del Distrito Capital, la recarga potencial se encuentra entre 10 y 100 mm/año. En las partes media y baja del río Tunjuelo y en la parte baja del río Fucha, se obtuvieron valores negativos de recarga potencial, comprendidos entre -50 a -200 mm/año, indicando que en esta zona no se presenta recarga potencial. De esta forma fueron obtenidos valores aproximados de la infiltración real media anual, entre valores cercanos a cero para la zona plana arcillosa, hasta valores de 200 a 250 mm/año en las zonas permeables montañosas.

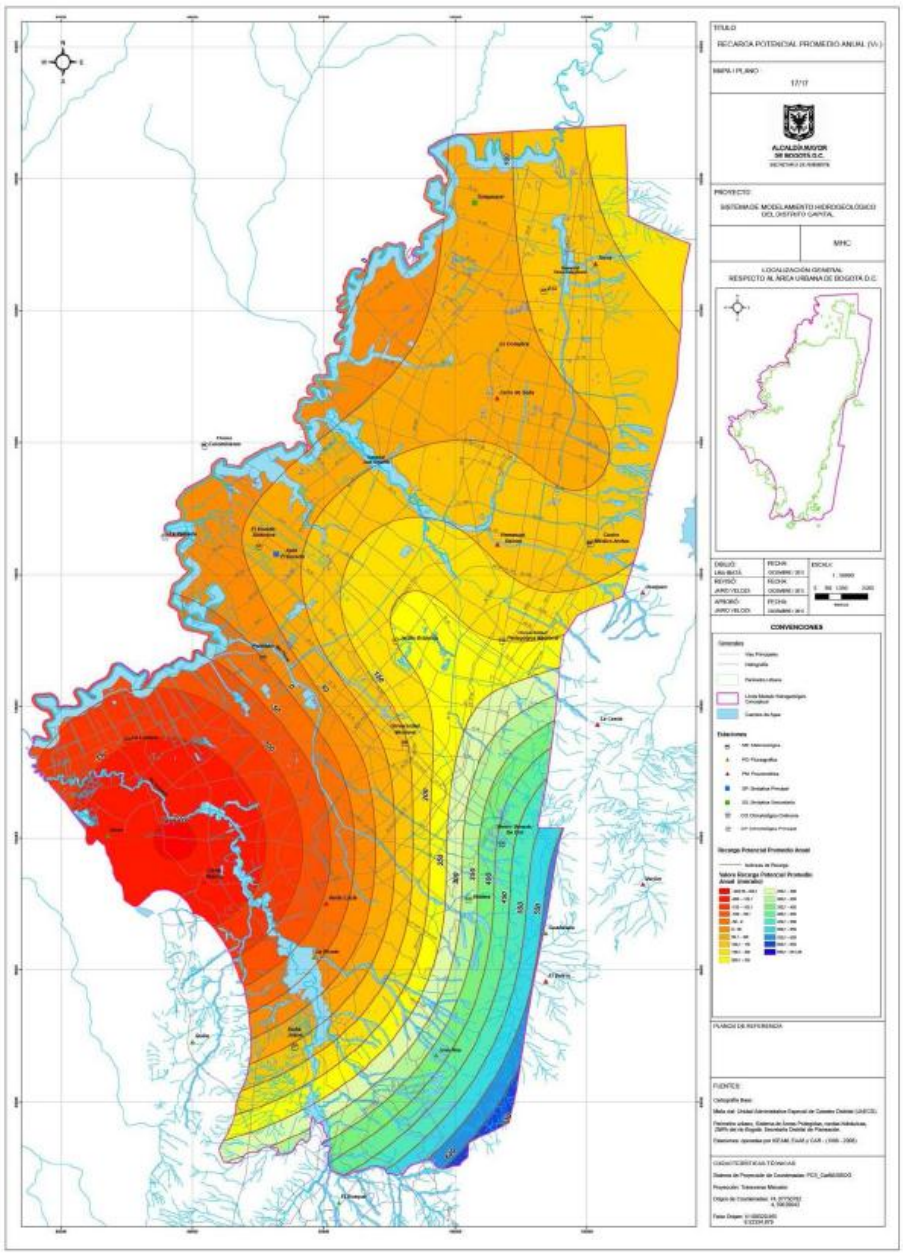


Figura 5.2.1-79 Mapa de recarga potencial promedio anual en el Distrito Capital.

Fuente: Estudio “Sistema de Modelamiento Hidrogeológico del Distrito Capital Bogotá” (Secretaría Distrital de Ambiente, 2013)

A partir del mapa de recarga potencial de la Secretaría Distrital de Ambiente se establece para el área de influencia indirecta del Proyecto Metro, que la zona de recarga se localiza principalmente en los Cerros Orientales de Bogotá y va disminuyendo hacia el occidente, donde se encuentra el cauce del río Bogotá.

5.2.1.16.5 Direcciones de flujo

Para evaluar los niveles del agua subterránea en el Acuífero Cuaternario, en el estudio "Sistema de Modelamiento Hidrogeológico del Distrito Capital Bogotá", de la Secretaría Distrital de Ambiente (2013), se tuvo en cuenta los niveles de precipitación registrados durante el periodo comprendido entre 1999 a 2010, realizando mapas de isopiezas mes a mes, año a año, época de alta y de baja precipitación, promedios de alta y baja precipitación y promedio del comportamiento total multianual desde 1999 a 2010 (Figura 5.2.1-80, Figura 5.2.1-81 y Figura 5.2.1-82).

La evolución de los niveles piezométricos desde 1999 hasta el año 2010 muestra que:

- En el sector de Puente Aranda, desde 1999 hasta el año 2000, no se presentó ninguna evolución favorable o desfavorable en el comportamiento de los niveles piezométricos.
- Del año 2001 al 2010 en el sector de Puente Aranda se han venido reflejando descensos del orden de 5 a 10 metros aproximadamente, esto debido a que las captaciones han aumentado;
- Las fluctuaciones en las zonas más próximas al complejo industrial de Bogotá se han visto afectadas como sucede en el sector de Kennedy, que desde1999 a 2010, han presentado descensos del orden de 20 metros y en el sector de Fontibón descensos del orden de 12 metros, con algunos ascensos en los últimos años.
- El sector norte de Bogotá no presenta mayores fluctuaciones y se evidencian comportamientos estables.
- En el sector sur de la localidad de Ciudad Bolívar se evidencian descensos de pocos metros, pero al occidente de los cerros del sur, en el pozo de PROTABACO se presenta un incremento del nivel piezométrico debido a que la demanda ha disminuido sustancialmente.
- En la localidad de Bosa y de Suba se presentan pequeñas fluctuaciones con algunos ascensos y descensos menores.

La dirección del flujo del recurso hídrico subterráneo en el Acuífero Cuaternario, obedece principalmente a condiciones antrópicas. El agua subterránea tiene una dirección general de este a oeste, es decir, desde los Cerros Orientales hacia el río Bogotá.

De la calle 100 a la calle 15 sur, el agua subterránea fluye de los Cerros Orientales al complejo industrial de Puente Aranda, debido a la gran demanda del recurso hídrico subterráneo. Parte del agua subterránea de Puente Aranda, en inmediaciones del Barrio Galán, fluye de Este a Oeste hacia las industrias del Sur de Bogotá en la localidad de Bosa.

Al noroccidente y occidente de la ciudad, en las localidades de Engativá y Fontibón, el agua subterránea tiene una dirección de Este a Suroeste, debido a la influencia de la gran demanda de las industrias presentes en el área de Fontibón. También se observa una dirección natural con tendencia hacia el humedal de Capellanía.

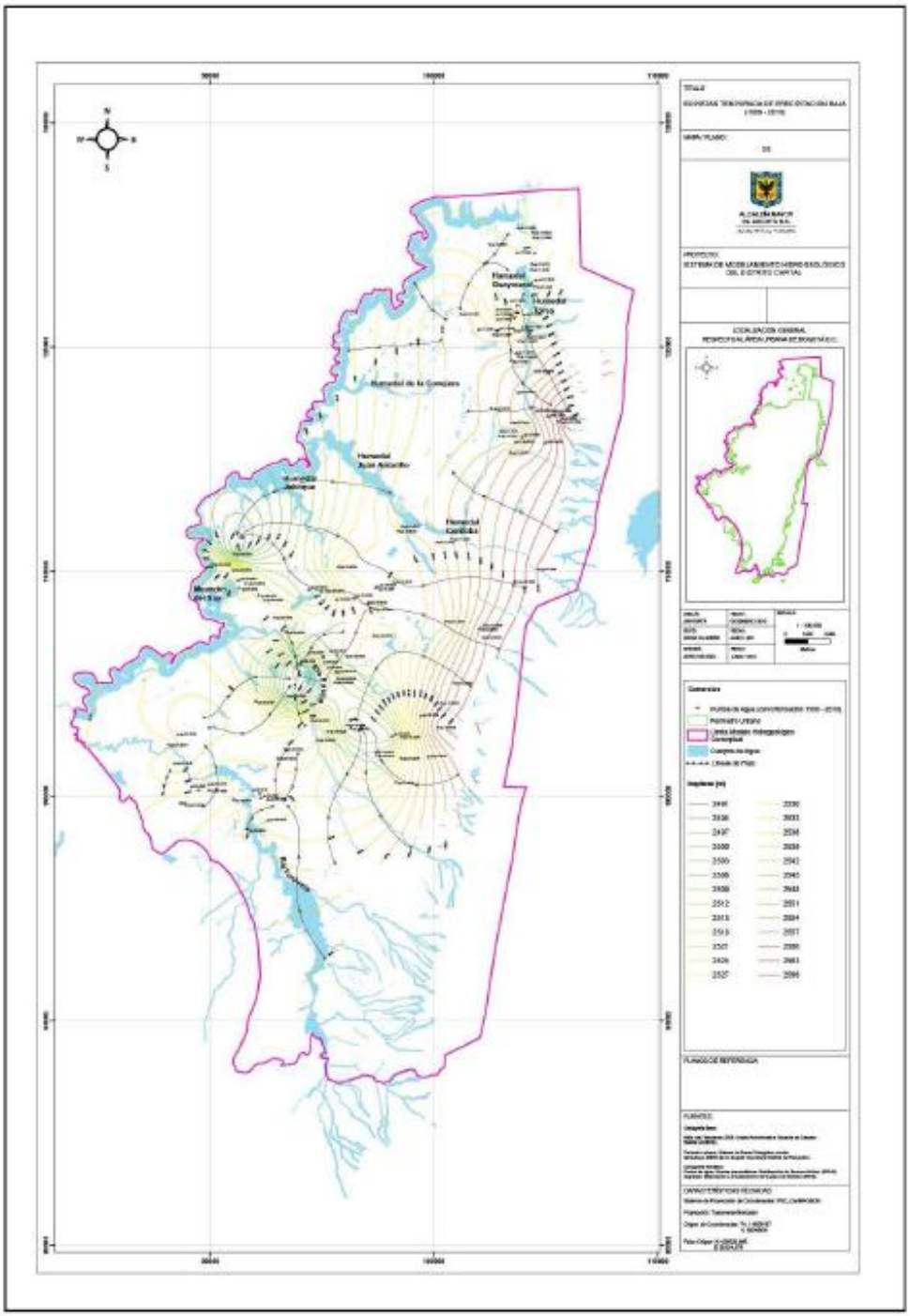


Figura 5.2.1-80 Mapa de isopiezas en temporadas de baja precipitación durante el periodo 1999-2010.

Fuente: Estudio “Sistema de Modelamiento Hidrogeológico del Distrito Capital Bogotá” (Secretaría Distrital de Ambiente, 2013)

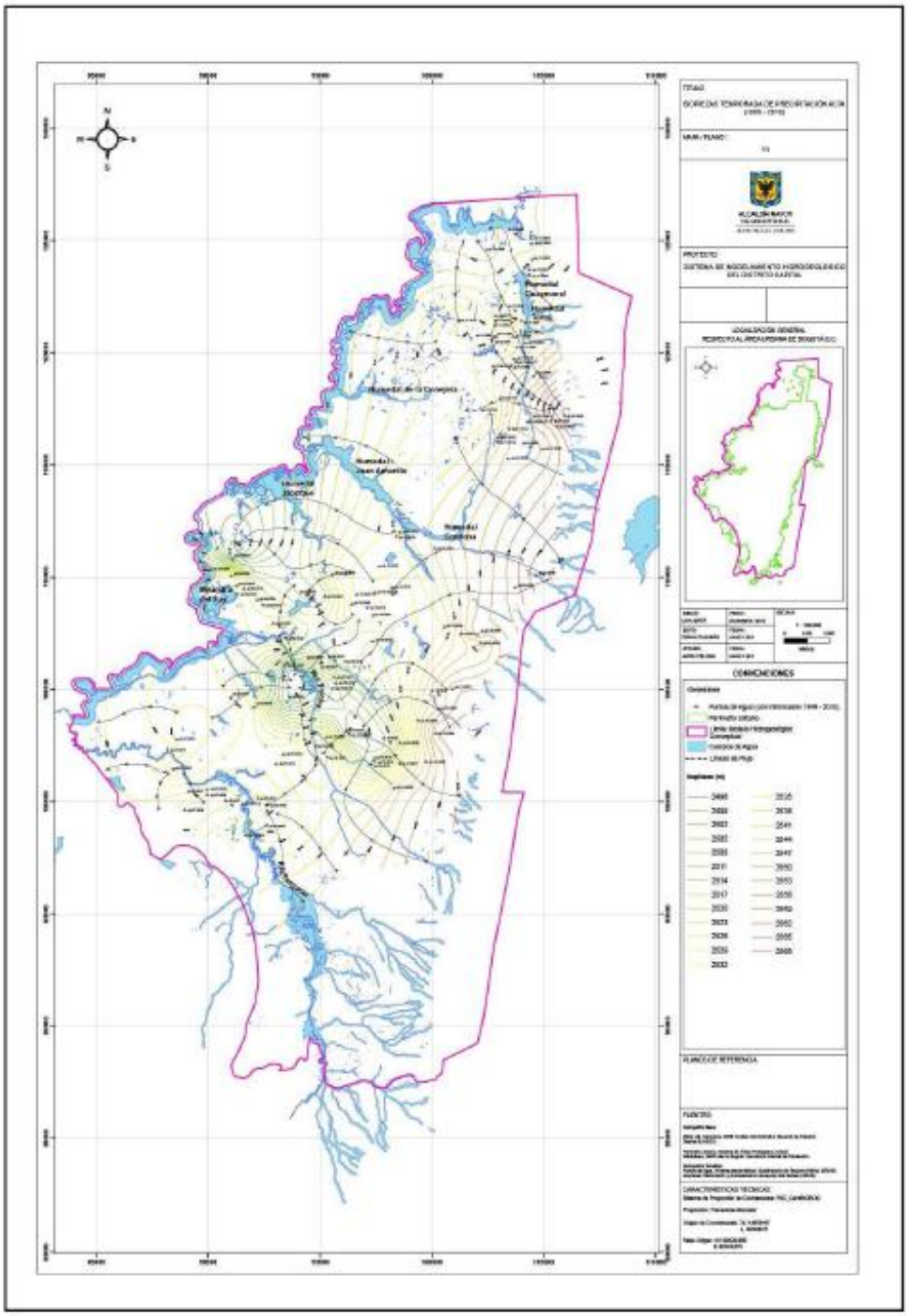


Figura 5.2.1-81 Mapa de isopiezas en temporadas de alta precipitación durante el periodo 1999-2010.

Fuente: Estudio “Sistema de Modelamiento Hidrogeológico del Distrito Capital Bogotá” (Secretaría Distrital de Ambiente, 2013)

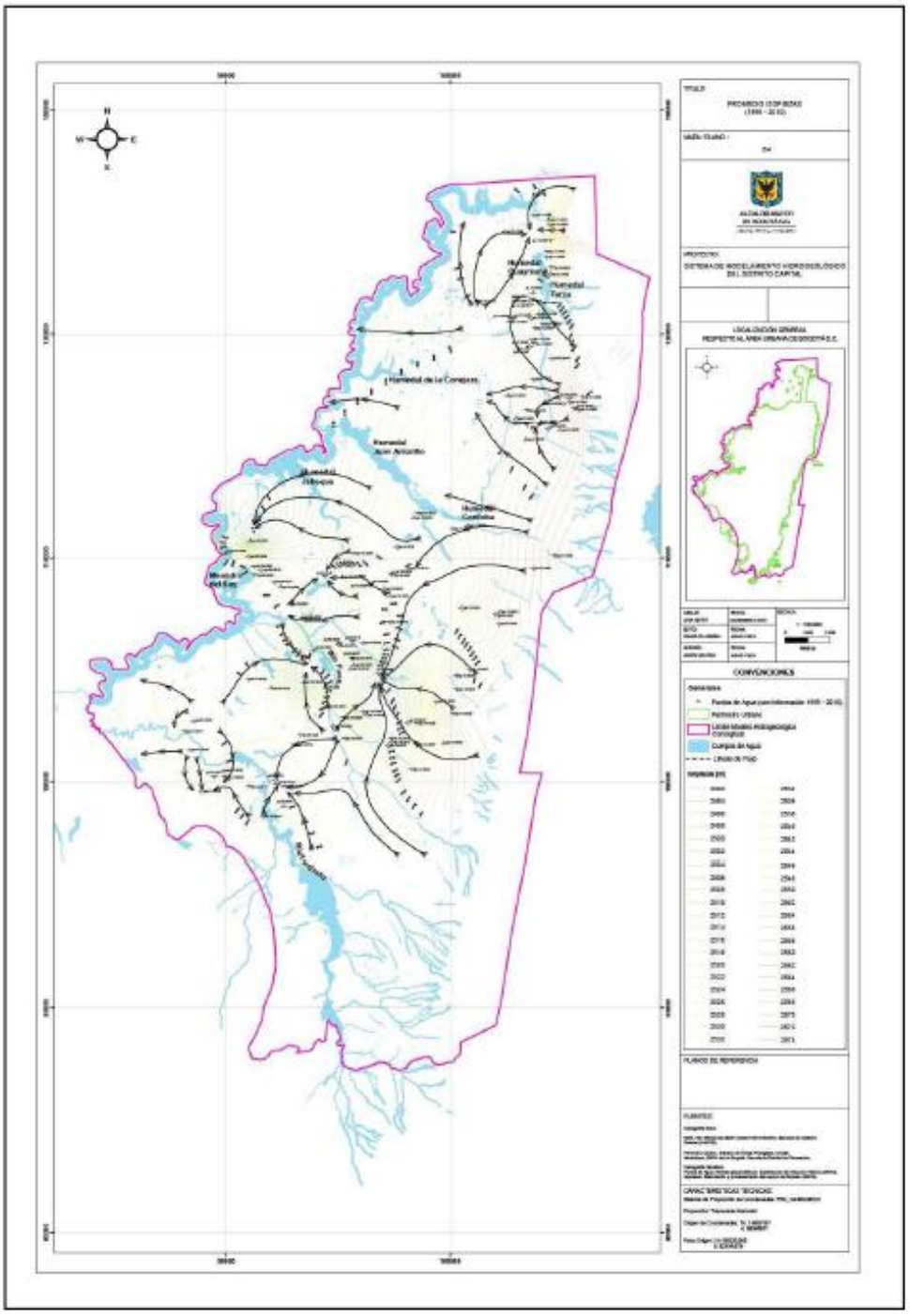


Figura 5.2.1-82 Mapa de isopiezas total durante el periodo 1999-2010.

Fuente: Estudio “Sistema de Modelamiento Hidrogeológico del Distrito Capital Bogotá” (Secretaría Distrital de Ambiente, 2013)

5.2.1.16.6 Información Geofísica

Para determinar las características hidrogeológicas de la Sabana de Bogotá se tomó la información geofísica contenida en el informe “Sistema de Modelamiento Hidrogeológico del Distrito Capital Bogotá”, de la Secretaría Distrital de Ambiente (2012), relacionada con sondeos eléctricos verticales (SEV’s), gravimetría, sísmica y sondeos magneto telúricos con el propósito fundamental de determinar el espesor del depósito cuaternario y la presencia dentro de este de niveles permeables saturados, con posibilidades acuíferas. De igual manera se han usado métodos geofísicos como la sísmica de reflexión para definir el techo del basamento pre-cuaternario, estableciendo si es terciario (del Paleógeno-Neógeno) o cretácico y las estructuras que lo afectan.

En el proyecto del Metro subterráneo también se realizaron mediciones de la resistividad con el propósito de definir la litología predominante en los sitios de las estaciones.

- Geoeléctrica

En el área de la Sabana de Bogotá se han realizado estudios a nivel local y regional usando el método geoeléctrico para identificar los espesores y las resistividades de las diferentes capas que conforman el subsuelo, con el propósito de determinar potenciales zonas acuíferas. En el informe “Sistema de Modelamiento Hidrogeológico del Distrito Capital Bogotá” de la Secretaría Distrital de Ambiente (2012), se hace referencia a treinta (30) sondeos eléctricos verticales (SEV’s) ejecutados en el área de la Sabana de Bogotá comprendida entre el río Bogotá, los cerros orientales, los cerros del sur y el río Tunjuelo, para identificar los espesores y las resistividades de las diferentes capas que conforman el subsuelo. De los 30 sondeos realizados, solo siete (SEV’s 14, 15, 17, 26, 28, 29 y 30) se localizan en el AII definida para el componente geosférico, cuyas localizaciones en coordenadas del Sistema de referencia Gauss Kruger, con origen en el Observatorio Astronómico de Bogotá, la abertura AB (entre electrodos de corriente) y profundidad de investigación se relacionan en la siguiente tabla:

Tabla 5.2.1-119 Localización de sondeos eléctricos verticales (SEV’s) en la Sabana de Bogotá (Sistema de referencia Gauss Kruger, con origen en el Observatorio de Bogotá)

SEV	Coordenada X (mN)	Coordenada Y (mE)	Abertura(AB)	Profundidad investigada(m)
14	1008642	1001200	800	400
15	1008489	1001955	660	330
17	1003688	1000262	600	300
26	997244	993820	1000	500
28	998303	996185	650	325
29	997700	996550	500	250
30	997952	996929	500	250

Fuente: Estudio “Sistema de Modelamiento Hidrogeológico del Distrito Capital Bogotá” (Secretaría Distrital de Ambiente; 2013)

Los resultados de la interpretación geoeléctrica siguiendo el algoritmo de Schlumberger, del estudio “Sistema de Modelamiento Hidrogeológico del Distrito Capital Bogotá” (Secretaría Distrital de Ambiente; 2013) se presenta en la Tabla 5.2.1-120.

Tabla 5.2.1-120 Resultados de la interpretación Geoeléctrica

		Capa 1	Capa 2	Capa 3	Capa 4	Capa 5	Capa 6	Capa 7
SEV-14	Resistividad	74,4	364	21,3	4,7	7,3	13	
	Espesor	0,3	0,5	11,6	12,1	62,1	>313,4	
	Profundidad	0,3	0,8	12,4	24,5	86,6	>400	
SEV-15	Resistividad	98,7	14,3	23	16,3	21,9	9,9	32
	Espesor	1,5	5,4	12,9	23,2	50,1	112	>125
	Profundidad	1,5	6,9	19,8	43,0	93,1	205,1	>330
SEV-17	Resistividad	558	76,6	45,9	89,3	20,2	51,9	22,1
	Espesor	0,2	2,4	7	20,2	38,2	183	>49
	Profundidad	0,2	2,6	9,6	29,8	68,0	251,0	>300
SEV-26	Resistividad	77,4	23,3	37,8	26,3	125	72,8	106
	Espesor	0,5	1,2	2,1	14,9	164	149	>168
	Profundidad	0,5	1,7	3,8	18,7	182,7	331,7	>500
SEV-28	Resistividad	82,7	18,2	135	17,7	30,9		
	Espesor	0,5	4	5,5	248	>67		
	Profundidad	0,5	4,5	10,0	258,0	>325		
SEV-29	Resistividad	407	16,2	9	39,6	22,4	49,1	2,1
	Espesor	0,2	1,6	3,4	3,5	62,6	32,3	>146
	Profundidad	0,2	1,8	5,2	8,7	71,3	103,6	>250
SEV-30	Resistividad	177	20,4	58,3	34,6	16,2	105	46,8
	Espesor	0,4	2,5	5,1	26,4	55,5	124	>36
	Profundidad	0,4	2,9	8,0	34,4	89,9	213,9	>250

Fuente: Estudio “Sistema de Modelamiento Hidrogeológico del Distrito Capital Bogotá” (Secretaría Distrital de Ambiente; 2013)

Para la interpretación de las resistividades obtenidas, fueron establecidos varios rangos de resistividad:

- Niveles arcillosos: resistividades de 5 a 20 Ohmm.
- Arcilla arenosa: resistividades de 20 a 45 Ohmm
- Arena arcillosa: resistividades de 45 a 70 Ohmm.
- Arenas saturadas: resistividades de 70 a 180 Ohmm
- Material seco: resistividades mayores de 180 Ohmm

La interpretación presentada en el estudio “Sistema de Modelamiento Hidrogeológico del Distrito Capital Bogotá” (Secretaría Distrital de Ambiente; 2013) de los valores de resistividad muestra que el depósito fluvio-lacustre de la Sabana de Bogotá es de espesor variable y está constituido fundamentalmente por una secuencia de arcillas y arcillas arenosas, con resistividades bajas comprendidas entre 5 y 45 ohmm, con intercalaciones de arenas arcillosas con resistividades de 45 a 70 ohmm, al igual que intercalaciones de arenas y gravas saturadas con resistividades de 70 a 180 ohmm. Se considera adicionalmente, que las resistividades por encima de 30 ohmm, indican la presencia de arcilla arenosa o de arena con posibilidades acuíferas. Las resistividades por encima de 180 ohmm pueden corresponder a basamento rocoso sin posibilidades acuíferas.

El estudio “Sistema de Modelamiento Hidrogeológico del Distrito Capital Bogotá” hace referencia a varias secciones geoeléctricas, pero no incluye los gráficos.

También fue realizada por parte de CODENSA por intermedio de la firma ESOLUTIONS LIMITADA (2014), la medición de la resistividad de los terrenos donde se proyectaron las 27 estaciones y 4 subestaciones del proyecto Metro subterráneo, mediante sondeos cortos y aplicando el método de Wenner. Para el caso de las áreas asignadas a subestaciones se realizaron mediciones de los

valores de resistividad a distancias de separación entre electrodos entre 1 m y 5 m con una profundidad de las picas del arreglo de 15 cm. Para el caso de las áreas asignadas a las estaciones se realizaron mediciones de resistividad con separación entre electrodos de 1 m a 32 m con una profundidad de las picas entre 15 cm y 30 cm según las necesidades del método y las condiciones propias del terreno bajo prueba (ESOLUTIONS LIMITADA, 2014).

Los valores de resistividad de la capa superior (p1), profundidad de la capa superior (h), resistividad de la capa inferior (p2) y coeficiente de reflexión (K), obtenidos para las estaciones localizadas sobre la Avenida Villavicencio, Avenida 1° de Mayo, NQS, Calle 8ª Sur y Avenida Calle 1ª, se resumen en la tabla siguiente:

Tabla 5.2.1-121 Resumen de resultados del modelo de dos capas para puntos medidos en las estaciones

Punto de medida	p1	p2	h	k
ER01 - Portal Américas	168	24	0,9	-0,84
ER02 - Casablanca	72	33	1,38	-0,41
ER03 - Villavicencio	79	53	0,74	-0,3
ER04 - Palenque	73	19	5,45	-0,59
ER05 - Kennedy	56	43	0,79	-0,19
ER06 - Boyacá	161	48	1,56	-0,57
ER07 - Primera de Mayo	149	25	1,59	-0,74
ER08 - Avenida 68	50	27	0,85	-0,41
ER09 - Rosario	22	44	1,51	0,36
ER10 - NQS	73	38	1,33	-0,35
ER11 - Santander	220	14	4,22	-0,89
ER12 - Nariño	281	14	1,3	-0,92
ER13 - Hortúa	34	77	5,85	0,39

Fuente: ESOLUTIONS LIMITADA (2014)

A partir de los resultados obtenidos se concluyó que:

- En general las resistividades de la capa superior en las áreas de las estaciones tienen valores entre 22 Ohm-m y 281 Ohm-m, que corresponde a terrenos del tipo areno arcilloso, con excepción de los ubicados cerca a las estaciones Rosario y Hortúa, donde las resistividades fueron inferiores a 45 Ohm-m y corresponden a terrenos limosos.
- Las resistividades de la segunda capa presentan valores comprendidos entre 14 Ohm-m y 77 Ohm-m, correspondientes a terrenos arcillosos, arcillo arenosos, arcillo limosos, areno arcillosos y arenosos.
- Los resultados indican que el coeficiente de reflexión fue negativo en la mayoría de las áreas de las estaciones, indicando que la capa inferior es de menor resistividad.
- El espesor promedio de la primera capa es de 2,2 m, con valores máximos de 5,85 m y mínimos de 0,74 m.
- No se pueden generalizar los valores de resistividad obtenidos, por lo que se recomienda complementar estas mediciones con los análisis de suelos y generar diseños individuales para cada estación según sus propias condiciones.

- En general el comportamiento de las resistividades del terreno en áreas de las subestaciones son inferiores a 186 Ohmm y superiores a 20 Ohmm lo que corresponde a terrenos de arena arcillosa.

Se aclara en el informe de ESOLUTIONS LIMITADA (2014) que los resultados fueron obtenidos bajo condiciones secas del terreno, por lo que consideran valores representativos de las condiciones más resistivas del terreno.

En el informe de ESOLUTIONS LIMITADA (2014) se indica que aunque fueron obtenidos valores de resistividad comprendidos entre 20 y 480 Ohm-m, es necesario hacer mediciones recurriendo a arreglos que permitan diferenciar más de dos capas geoeléctricas, ya que no se puede generalizar un único valor de resistividad para todo el trazado del Metro y enfatiza que los resultados se obtuvieron bajo condiciones secas del terreno, por lo que los valores obtenidos se consideran valores representativos de las condiciones más resistivas del terreno. Este informe incluye las curvas de resistividad aparente, más no las secciones geoeléctricas, ya que además indica que los resultados obtenidos están sujetos a verificación.

A partir de sondeos eléctricos verticales ejecutados en la Sabana de Bogotá, se han realizado mapas de iso-resistividad, para inferir el espesor y la litología del depósito cuaternario, con el fin de determinar zonas promisorias para la exploración de aguas subterráneas. La firma HIDROGEOCOL realizó en el año 1999, partir de sondeos eléctricos verticales, un mapa de iso-resistividad a profundidades de 50, 100 y 250 metros (en Sistema de Modelamiento Hidrogeológico del Distrito Capital Bogotá", Secretaría Distrital de Ambiente, 2013). Los resultados de la interpretación de estos sondeos indican que:

- En los sectores cercanos a los cerros el Cuaternario presenta poco espesor.
- Valores bajos de resistividad se presentan al occidente y áreas alejadas de los Cerros Orientales, en inmediaciones de los cauces de los ríos Bogotá, Fucha y Juan Amarillo, interpretándose como un cuaternario arcilloso.
- Entre los Cerros Orientales y el Cerro de Suba, también se presentan bajos valores de resistividad, interpretándose como correspondientes a un material arcilloso.
- En la zona de Quiba y Cazucá, siguiendo el cauce del río Tunjuelo, las resistividades son del orden de 20 a 50 ohm-m, en la parte baja del río, correspondiente a un material arcillo arenoso, y con resistividades de 100 a 150 ohm-m, en la parte alta, donde se explotan las gravas y arenas del río.

Las resistividades por encima de 200 ohm-m se interpretan como correspondientes al basamento rocoso sobre el cual se apoya el depósito cuaternario de la Sabana de Bogotá.

En el estudio de la Secretaría Distrital de Ambiente (Sistema de Modelamiento Hidrogeológico del Distrito Capital Bogotá, 2013), no se incluye el mapa de iso-resistividad en referencia.

- Método CSAMT

La Empresa de Acueducto y Alcantarillado de Bogotá y la firma JICA (2003 -2006) han adelantado estudios usando el método CSAMT (Controlled Source Audio Magneto Telluric) en la Sabana de Bogotá ("Sistema de Modelamiento Hidrogeológico del Distrito Capital Bogotá", Secretaría Distrital de Ambiente, 2012), en los cuales se aplican los siguientes criterios:

- La resistividad eléctrica del Cuaternario es menor de 30 Wm
- La resistividad eléctrica del Terciario es menor de 50 Wm
- La resistividad eléctrica del Cretáceo es mayor de 50 Wm

Los valores de la resistividad en las formaciones geológicas son diferentes, incluso dentro de la misma formación, dependiendo del contenido de material arcilloso y si estuviera seco o saturado. Por lo tanto, es imposible tomar un valor de resistividad único para una formación específica.

En el área ubicada al sur de Bogotá y norte del municipio de Soacha sobre la Formación Bogotá, de acuerdo con el resultado del sondeo CSAMT, la parte superficial del suelo (por encima de los 250 m de profundidad) tiene una resistividad variable y valores menores a 10 Wm, estos están distribuidos en forma continua desde los 250 m hasta por lo menos 1.200 m de profundidad. Esta unidad parece ser Terciaria y Cuaternaria. Por lo tanto, se asume que el Grupo Guadalupe se distribuye, por lo menos, a una profundidad mayor a los 1.200 m del nivel del suelo.

El área ubicada al norte de Bogotá y el municipio de Chía, de acuerdo con los resultados de los sondeos CSAMT, altas resistividades de formaciones superiores a 80 Wm, se distribuyen en espesores de más de 1000 metros; esta formación parece corresponder al Grupo Guadalupe. Los mapas geológicos existentes muestran a la formación cretácica hundiéndose debido a la presencia de fallas.

Los resultados del CSAMT muestran que dicho hundimiento está alrededor de los 250 metros.

- Gravimetría

Con el fin de estimar el espesor del depósito cuaternario de la Sabana de Bogotá, en el estudio de "Microzonificación Sísmica de Santa Fe de Bogotá" (INGEOMINAS y Universidad de Los Andes, 1997) se adelantó una campaña para determinar la anomalía gravimétrica en la región donde se localiza la ciudad, mediante el levantamiento de más de 370 estaciones gravimétricas. El mapa de anomalía gravimétrica se muestra en la Figura 5.2.1-83

Se estimó mediante este método, que en la zona comprendida entre los cerros de Cota y de Suba, el espesor del depósito es del orden de 500 m y entre los cerros de Suba y los Cerros Orientales de Bogotá es del orden de 240 m. Se pudo verificar mediante la perforación exploratoria "Bilbao", realizada en Suba, que el depósito cuaternario entre los cerros de Cota y de Suba, presenta un espesor de 520 m, muy similar al estimado mediante el método geofísico.

El mapa de anomalía gravimétrica residual igualmente muestra que además de la zona comprendida entre los cerros de Cota y de Suba, en la zona de Funza, Madrid, Mosquera y Faca, el depósito cuaternario de la Sabana de Bogotá, también muestra un gran espesor, que disminuye hacia el oriente. Perforaciones ejecutadas entre Funza y Tenjo han atravesado más de 300 m del depósito cuaternario, en tanto que una perforación ejecutada en la Ciudad Universitaria, mostró un espesor de 203 m.

En las perforaciones SP-3, SP-4, SP-5, SP6, PT-CLL10-03, PT-PLMB-VDT-07, PT-CLL45-01, PT-CLL45-03, PT-PLMB-VDT-09, PT-CLL63-01, PT-CLL63-03, PT-PLMB-VDT-11 y PT-PLMB-VDT-12 ejecutadas para el proyecto Metro, también fue alcanzado el basamento rocoso del depósito cuaternario de la Sabana de Bogotá, conformado en este caso por rocas de la Formación Bogotá. Las profundidades de las perforaciones y el espesor del depósito cuaternario o profundidad del basamento rocoso.

Tabla 5.2.1-122 Relación de perforaciones ejecutadas en el proyecto, donde fue alcanzado el basamento del depósito cuaternario de la Sabana

Perforación	Localización	Profundidad Perforación	Espesor depósito Cuaternario	Substrato rocoso
SP-3	SENA – Av 1° de Mayo-NQS	306,00	299,30	Fm Bogotá
SP-4	CAI – Carrera 11 – Calle 77	130,00	117,50	Fm Bogotá
SP-5	Parque - Calle 106 – entre Carreras 13 A y 14	176,80	166,00	Fm Bogotá
SP-6	Campo de futbol - Instituto Pedagógico Nacional	140,50	124,00	Fm Bogotá
PT-CLL10-03	Avenida Caracas	66,00	57,50	Fm Bogotá
PT-PLMB-VDT-07	Avenida Caracas	44,70	42,00	Fm Bogotá
PT-CLL45-01	Avenida Caracas	47,50	40,60	Fm Bogotá
PT-CLL45-03	Avenida Caracas	41,40	35,15	Fm Bogotá
PT-PLMB-VDT-09	Avenida Caracas	31,40	28,00	Fm Bogotá
PT-CLL63-01	Avenida Caracas	60,00	54,10	Fm Bogotá
PT-CLL63-03	Avenida Caracas	63,20	53,00	Fm Bogotá
PT-PLMB-VDT-11	Avenida Caracas	57,00	52,00	Fm Bogotá
PT-PLMB-VDT-12	Avenida Caracas	75,80	65,70	Fm Bogotá

Desde el punto de vista hidrogeológico, es conveniente conocer o estimar el espesor del depósito cuaternario, ya que entre mayor sea este, mayor es la posibilidad de encontrar intercalaciones de arenas y gravas saturadas de agua, que brindan la posibilidad de ser aprovechadas como fuentes de agua subterránea.

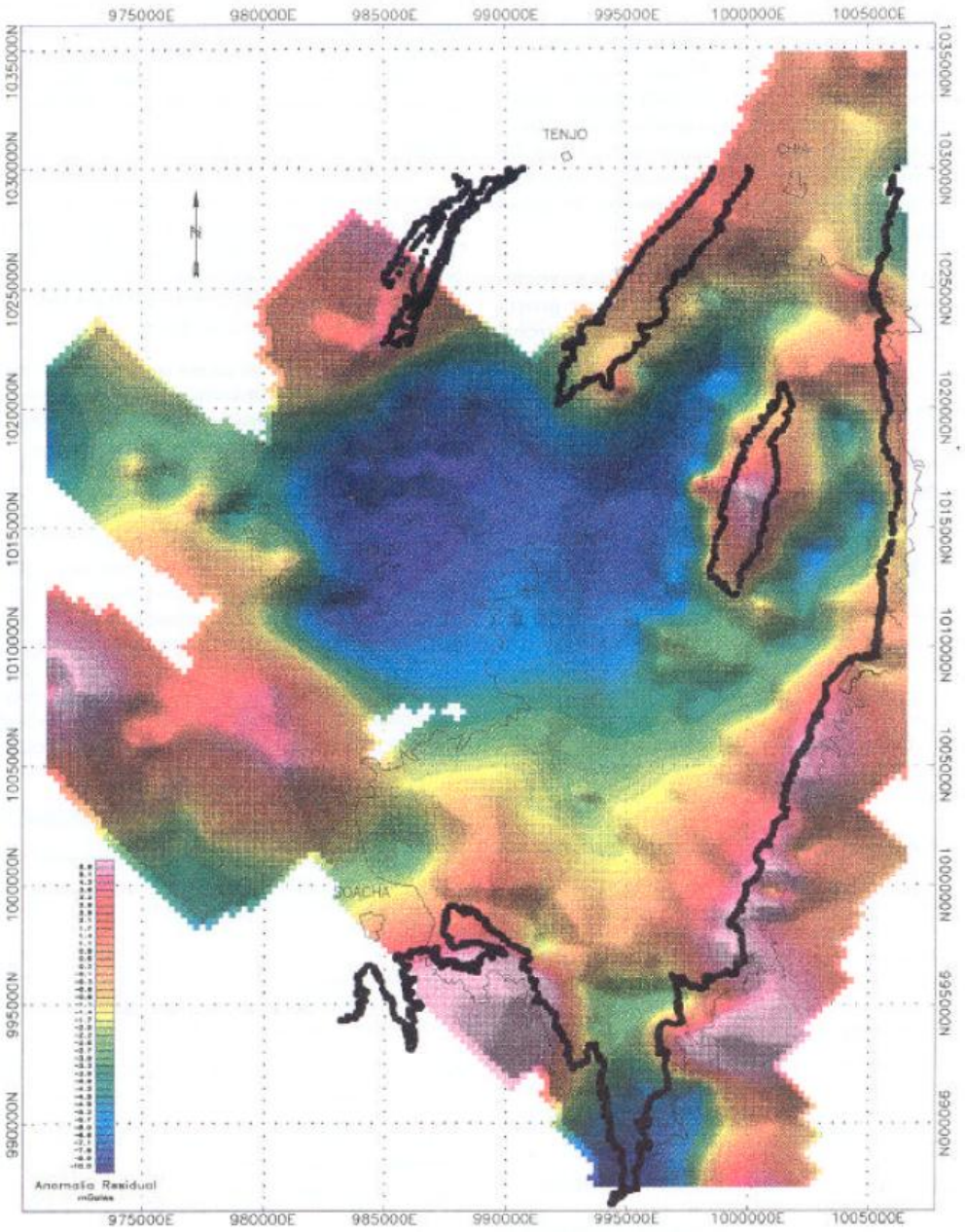


Figura 5.2.1-83 Mapa de anomalía residual

Fuente: Estudio “Sistema de Modelamiento Hidrogeológico del Distrito Capital Bogotá” (Secretaría Distrital de Ambiente, 2013)

- Sísmica de reflexión

En la Sabana de Bogotá también se han adelantado programas de exploración sísmica para definir la profundidad del basamento pre-cuaternario y las estructuras que lo afectan, como el J-78 JUICA de ECOPETROL, para exploración de hidrocarburos, el “Estudio Geofísico e Hidrogeológico en la Planta de INDEGA-PANAMCO en Santa Fe de Bogotá D.C” y el estudio de “Microzonificación Sísmica de Santa Fe de Bogotá” (Secretaría Distrital de Ambiente, 2013).

La interpretación de la línea del proyecto J-78 JUICA indica:

- Que el techo del Cretácico se encuentra a 670 m de profundidad, en cercanías de la margen occidental del río Bogotá.
- Que en inmediaciones de la intersección de la Autopista a Medellín y la vía Cota-Funza, se presenta un fallamiento de tipo inverso importante, que posiblemente afecta a la Formación Tilatá.
- En general se aprecian fallas transversales a la dirección de la línea sísmica, que indican hundimientos de todas las formaciones, lo cual evidencia que a través del tiempo la zona ha sido expuesta a una tectónica de bloques controlados por fallamientos fuertes.

De igual manera se usó la sísmica de reflexión para determinar el espesor del depósito cuaternario y las estructuras que afectan el basamento rocoso terciario, en aquellas zonas donde este se encuentra poco profundo, al inicio y al final del trazado de la primera línea del Metro subterráneo, llegando hasta una profundidad de 500 m (Ulloa-Ocsa de Colombia UT, 2014).

En este estudio realizado por Ulloa-Ocsa de Colombia UT (Unión Temporal) para el CNSORCIO L1, fueron realizadas dos líneas sísmicas en un predio ubicado en el sector de la Carrera 9 con Calle 27 (al norte de la ciudad) y una línea en el predio donde se proyectó el Portal Américas (al sur de la ciudad). En el extremo occidental de la línea sísmica de dirección EW, ejecutada al norte de la ciudad, se detectó que el depósito cuaternario alcanza un espesor máximo de 141 m y adicionalmente la presencia de una falla inversa (de cabalgamiento) que estaría fosilizada por el depósito cuaternario más reciente y que podría corresponder a la Falla Bogotá.

En la línea sísmica ejecutada al sur de la ciudad se detectó que el espesor del Cuaternario varía entre 158 y 290 m y que las rocas terciarias subyacentes se encuentran afectadas por una falla de cabalgamiento.

En los estudios de geología de la Sabana de Bogotá, no se indica que las fallas cuyas trazas se encuentran fosilizadas por los depósitos cuaternarios diferenciados en Formación Sabana, Complejo de Conos y Depósitos de Llanura de Inundación, sean activas y que por tanto hayan afectado el depósito. Normalmente se indica, que para determinar la actividad reciente de alguna de las fallas cuyas trazas se encuentran cubiertas por los depósitos cuaternarios de la Sabana de Bogotá, como es el caso de la Falla Bogotá, se requiere de estudios especializados, pues no hay evidencias en superficie, que indiquen que los depósitos cuaternarios han sido afectados por tal actividad.

- Sísmica pasiva

La distribución de espesores de suelos a lo largo de la traza de la PLMB (subterráneo), al igual que la composición y la consistencia del depósito cuaternario se intentó definir mediante la diferencia de velocidades usando el método REMI.

La sísmica pasiva presenta una profundidad de interpretación de unos 35 m y permite ver el contacto del depósito cuaternario y el basamento rocoso terciario, en aquellas zonas donde este se encuentra poco profundo, así como la diferencia de velocidades entre niveles de diferente composición y consistencia del depósito cuaternario, así como la posible definición de zonas de falla.

Con el propósito de determinar las propiedades geo-mecánicas de los materiales del subsuelo sobre los cuales se emplazarían las obras del Proyecto Metro (subterráneo), el CONSORCIO L1 contrató en al año (2014 con la Unión Temporal Ulloa-Ocsa de Colombia UT, la realización de un estudio aplicando sísmica pasiva.

A partir de las velocidades de las ondas S, fueron definidas capas, las cuales se correlacionaban con los tipos de terreno establecidos según la Norma de Construcciones Sismo resistentes NCSE-02. A cada tipo de terreno se le asignó un coeficiente de terreno “C” que depende de sus características geotécnicas, planteando adicionalmente que a partir de las velocidades de propagación de las ondas S (Vs) obtenidas a distintas profundidades y los datos de la Densidad Húmeda del Terreno, es posible calcular los módulos de elasticidad dinámica del terreno, correspondiente al Módulo de Rigidez (G). Las interpretaciones sobre las características del subsuelo derivadas de este método fueron ajustadas con los datos de las perforaciones existentes y plasmadas en secciones.

- Hidráulica de Pozos

En la Sabana de Bogotá se han adelantado estudios principalmente de carácter local para la determinación de parámetros hidráulicos, de algunas de las unidades lito estratigráficas presentes en la región de la Sabana Bogotá, mediante la ejecución de pruebas de bombeo. En el informe “Sistema de Modelamiento Hidrogeológico del Distrito Capital Bogotá” (Secretaría Distrital de Ambiente, 2012) se presentan los resultados de pruebas de bombeo a caudal constante de 0.27 a 27.12l/seg ejecutadas en los pozos relacionados en la Tabla 5.2.1-123, bajo condiciones normales de flujo de agua subterránea y de bombeo, con tiempos de bombeo y recuperación de niveles de 600 a 2800 minutos aproximadamente, con una mayor frecuencia de 1440 minutos, para evaluar los parámetros hidráulicos de la Formación Sabana y el Complejo de Conos que hacen parte del Acuífero Cuaternario, mediante la aplicación de los métodos de Cooper & Jacob y Theis y usando el software especializado AQUIFERTEST (prueba de bombeo y recuperación) para la generación de las curvas de interpretación hidráulica.

Tabla 5.2.1-123 Parámetros hidráulicos

Parámetro Hidráulico		Formación Sabana	Complejo de Conos
Nivel Estático	NE	2,61 a 94.93 m	13.88 m a 29.26 m
Nivel Dinámico	ND	9.80 a 106.54 m	16.23 m a 32.57 m
Abatimiento	Ab	0.44 a 59.98 m	2.35 m a 3.59m
Transmisividad	T	1.37 a 373 m^2/día	315 a 1432 m^2/día
Conductividad hidráulica	K	0.54 a 9.11 m/día	17.50 a 43.57m/día
Capacidad específica	CE	0.005 a 4.54 l/seg/m	2.35 a 8.06l/seg/m
Coeficiente de almacenamiento	s	1.1 x 10-4 a 8 x 10-5	2.62 x10-3

Fuente: Informe “Sistema de Modelamiento Hidrogeológico del Distrito Capital Bogotá” (Secretaría Distrital de Ambiente, 2012)

Para calcular la conductividad hidráulica es indispensable conocer el diseño del pozo, para obtener el espesor de las rejillas o filtros de extracción del recurso hídrico subterráneo. Se presentan algunas de las curvas por el método de Cooper Jacob, Theis y recuperación mediante el software especializado AQUIFERTEST obtenidas en los pozos pz-07-0016 de Clara Fey-1 y pz-07-0017 de Clara Fey-2 para el cálculo de la transmisividad y coeficiente de almacenamiento.

La prueba de bombeo a caudal constante del pozo pz-07-0016 Clara Fey-1, con base a la interpretación de la prueba, presenta una transmisividad promedio del orden de 172 m^2/día:

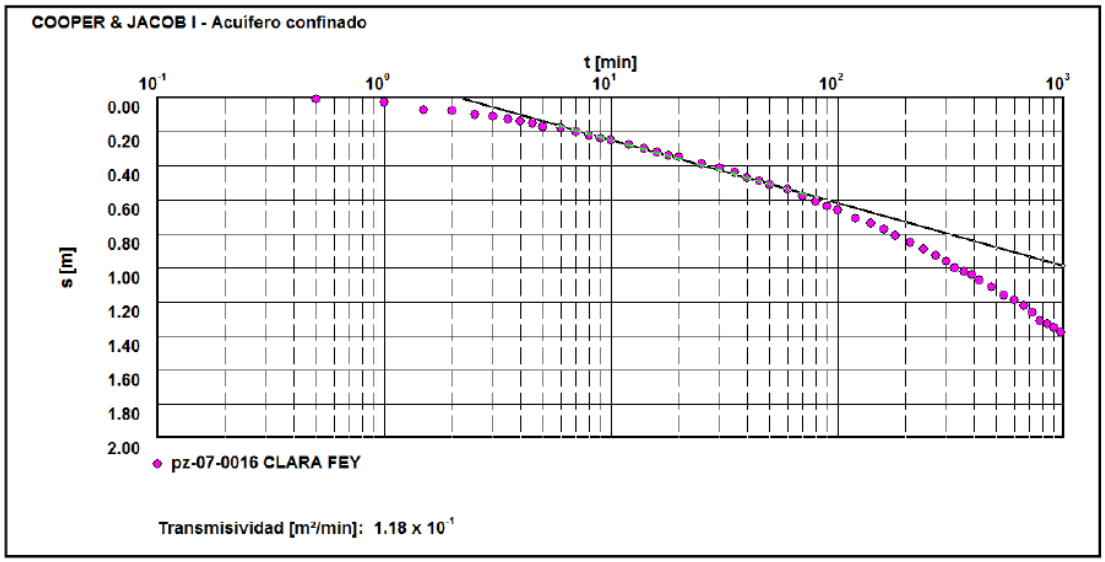


Figura 5.2.1-84 Grafica de bombeo a caudal constante usando el método Cooper & Jacob. Pozo Clara Fey-1.

Fuente: Informe “Sistema de Modelamiento Hidrogeológico del Distrito Capital Bogotá” (Secretaría Distrital de Ambiente, 2012)

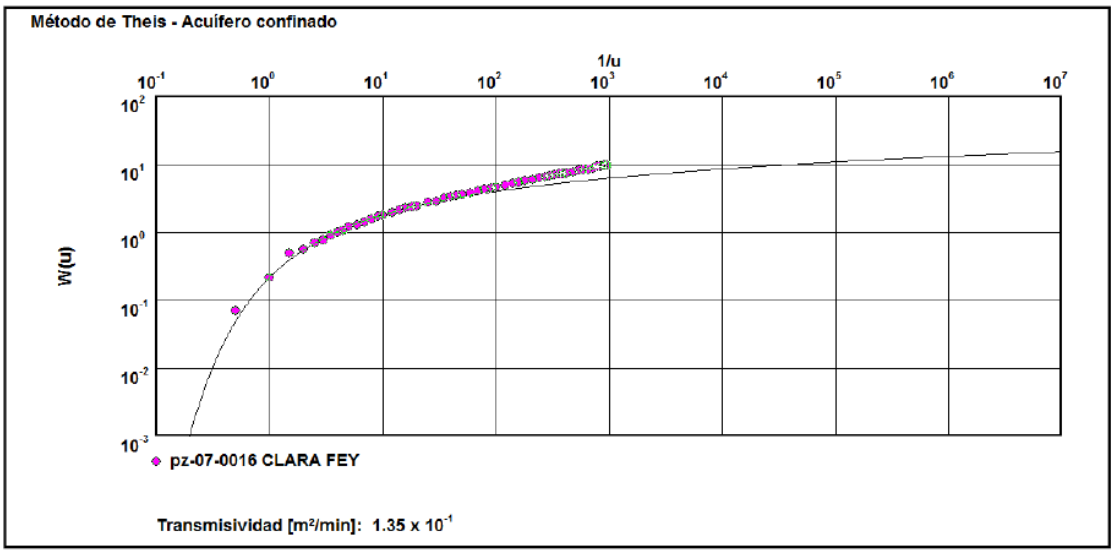


Figura 5.2.1-85 Grafica de bombeo a caudal constante usando el método Theis. Pozo Clara Fey-1.
Fuente: Informe “Sistema de Modelamiento Hidrogeológico del Distrito Capital Bogotá” (Secretaría Distrital de Ambiente, 2013)

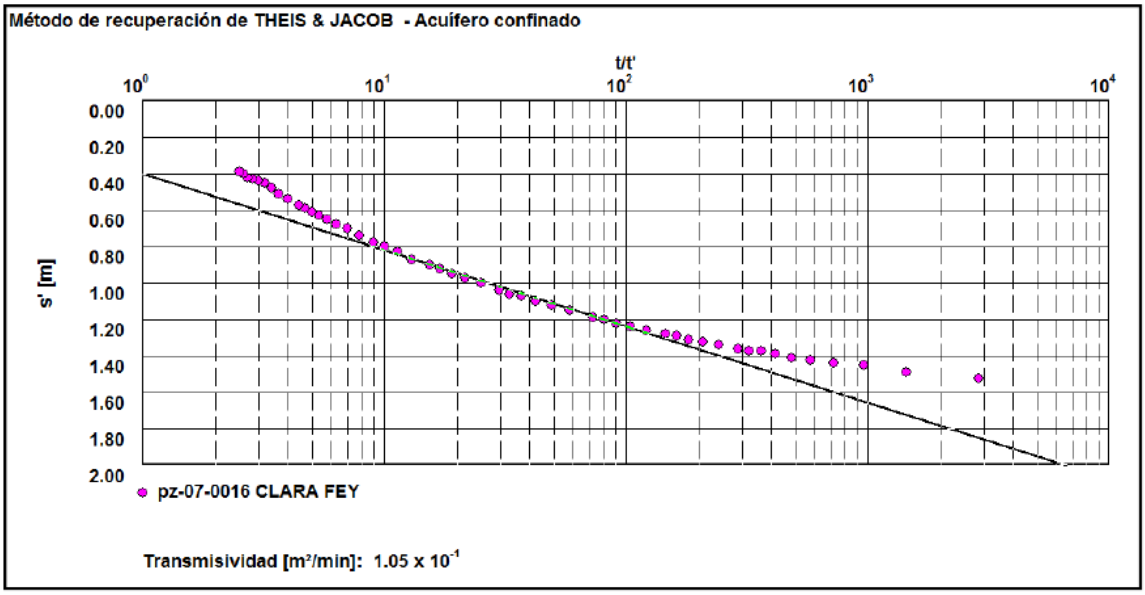


Figura 5.2.1-86 Grafica de recuperación de niveles usando el método de Theis & Jacob, Pozo Clara Fey-1.
Fuente: Informe "Sistema de Modelamiento Hidrogeológico del Distrito Capital Bogotá" (Secretaría Distrital de Ambiente, 2013)

La prueba de bombeo a caudal constante del pozo pz-07-0017 de Clara Fey 2 presenta una transmisividad promedio del orden de 106 m2/día

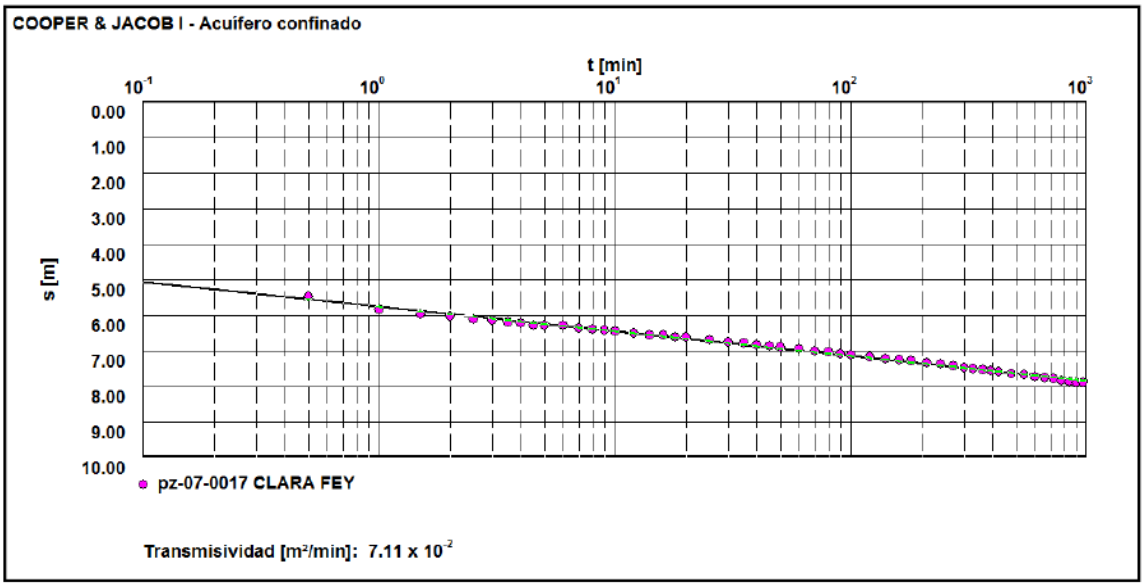


Figura 5.2.1-87 Gráfica de bombeo a caudal constante usando el método Cooper & Jacob. Pozo Clara Fey-2.
Fuente: Informe "Sistema de Modelamiento Hidrogeológico del Distrito Capital Bogotá" (Secretaría Distrital de Ambiente, 2013)

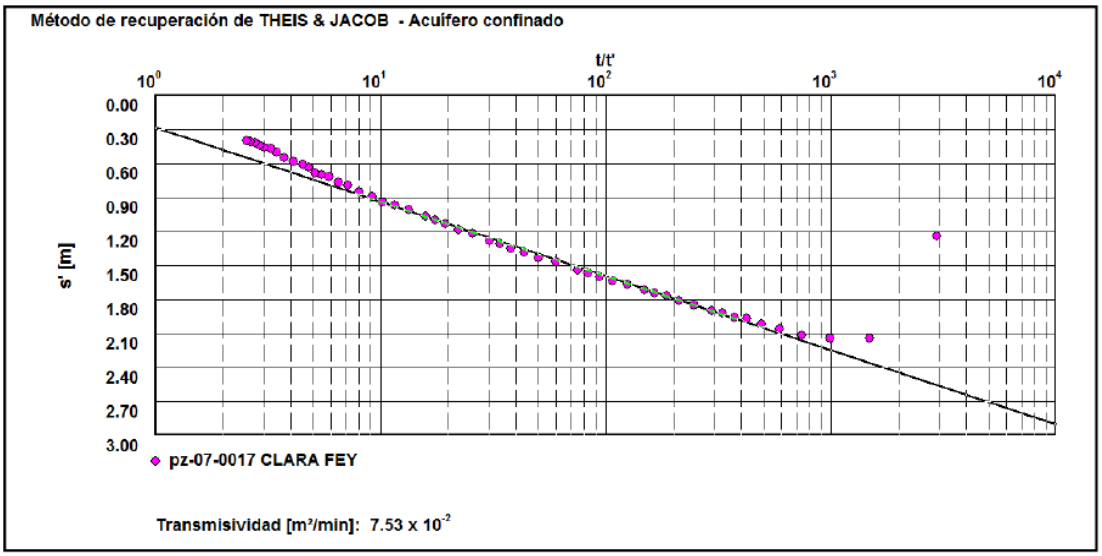


Figura 5.2.1-88 Grafica de recuperación de niveles usando el método de Theis & Jacob. Pozo Clara Fey-2.
Fuente: Informe “Sistema de Modelamiento Hidrogeológico del Distrito Capital Bogotá” (Secretaría Distrital de Ambiente, 2013)

El pozo pz-07- 0016 (Clara Fey-1) fue usado como pozo de observación del pozo pz-07-0017 (Clara Fey-2), a una distancia de 35 metros, los cuales presentan una conexión hidráulica para determinar el coeficiente de almacenamiento del acuífero cuaternario de la formación Sabana, obteniéndose un valor del orden de 1.42 x 10-3.

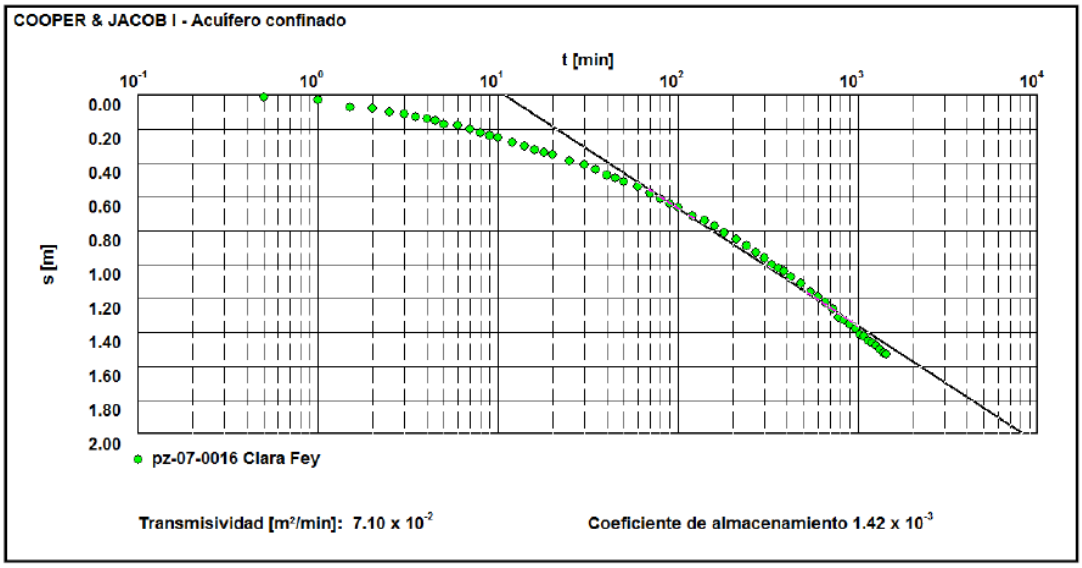


Figura 5.2.1-89 Pozo de observación Clara Fey-1.
Fuente: Informe “Sistema de Modelamiento Hidrogeológico del Distrito Capital Bogotá” (Secretaría Distrital de Ambiente, 2013)

Con el propósito de conocer las características físico-químicas del agua subterránea contenida en las unidades hidrogeológicas presentes en el área de influencia indirecta del Proyecto de PLMB, se tuvo en cuenta los análisis físico-químicos e isotópicos que se presentan en el estudio “Sistema de Modelamiento Hidrogeológico del Distrito Capital Bogotá” (Secretaría Distrital de Ambiente, 2012), para determinar el tipo de agua contenida en las unidades lito estratigráficas presentes en el Distrito Capital. Para dicho análisis, fueron tomadas muestras de agua en 72 puntos hidrogeológicos del Distrito Capital, durante el mes de noviembre de 2010, siguiendo los protocolos de la Secretaría Distrital de Ambiente. Para la mayoría de las muestras de agua, se indicó la unidad lito estratigráfica sobre la cual estaba emplazado el punto hidrogeológico, con el propósito de definir las características físico-químicas del agua subterránea contenida en cada una de estas unidades. Se aclara que el estudio de la Secretaría Distrital de Ambiente, no incluye resultados de calidad del agua de las formaciones Cacho y Bogotá.

De este análisis físico-químico, se tienen en cuenta en este estudio, únicamente las clasificaciones de agua obtenidas para las unidades lito estratigráficas presentes en el área de influencia indirecta, correspondientes a los depósitos de llanura de inundación, depósitos de coluvión, complejo de conos, Formación Sabana y Formación Guaduas.

- Caracterización Hidrogeoquímica

La clasificación química de las muestras de agua se realizó mediante el uso de los diagramas de Piper. A continuación se presenta la clasificación de los puntos muestreados.

Tabla 5.2.1-124 Clasificación geoquímica de los puntos de agua

Estación	Tipo de Agua	Unidad Geológica
Quebrada Aguas Calientes	Ca-Mg-HCO3-Cl	
Río Arzobispo	Ca-Mg-SO4-Cl	
Quebrada El Delirio	Ca-SO4-Cl-HCO3	
Quebrada La Vieja	Ca-SO4-Cl-HCO3	
Páramo de Guacheneque- Río Bogotá	SO4-HCO3-Cl	
Humedal La Regadera	Ca-Cl-SO4-HCO3	Depósito Llanura de Inundación
Humedal Santa María del Lago	Ca-HCO3	Depósito Llanura de Inundación
Humedal Córdoba	Ca-HCO3	Depósito Llanura de Inundación
Humedal Salitre - Juan Amarillo	Ca-HCO3	Depósito Llanura de Inundación
Humedal Jáboque	Ca-HCO3-Cl	Depósito Llanura de Inundación
Humedal Guaymaral	Ca-HCO3-SO4-Cl	Depósito Llanura de Inundación
Humedal Conejera	Ca-K-SO4-HCO3-Cl	Depósito Llanura de Inundación
aj-07-0034 SUDEIM	HCO3-SO4	Depósito Llanura de Inundación
Humedal Tibanica	Na-Ca-HCO3-Cl	Depósito Llanura de Inundación
pz-10-0041 Finca La Junca	Na-Ca-HCO3-Cl	Depósito Llanura de Inundación
pz-07-0017 Clara Fey No. 2	Na-HCO3	Depósito Llanura de Inundación
pz-07-0020 CONSULTÉCNICA	Na-HCO3	Depósito Llanura de Inundación
pz-06-0005 ACEGRASAS No. 2	Na-HCO3	Depósito Llanura de Inundación
pz-06-0008 General Motors	Na-HCO3-Cl	Depósito Llanura de Inundación
pz-19-0021 Frigorífico Guadalupe	Na-HCO3-Cl	Depósito Llanura de Inundación
pz-06-0003 NATESA	Na-HCO3-Cl	Depósito Llanura de Inundación
pz-06-0009 Parque El Tunal	Na-HCO3-Cl	Depósito Llanura de Inundación
pz-08-0012 Gaseosas Colombiana No. 2	Na-HCO3-Cl	Depósito Llanura de Inundación

Estación	Tipo de Agua	Unidad Geológica
aj-11-0197 Sapito Pito	Ca-HCO3-Cl	Depósito coluvión
pz-11-0008 Mobil Suba Inversiones VIACAR	Na-Cl-HCO3-SO4	Depósito coluvión
pz-14-0003 Centro Carrera 19	Na-Ca-HCO3-Cl	Complejo de Conos
aj-17-0002 La Mansión del Duende	Na-Cl-SO4	Complejo de Conos
aj-10-0020 Servicentro El Radar	Ca-Cl-SO4-HCO3	Fm Sabana
pz-09-0040 Indega Panamco Planta Norte	HCO3	Fm Sabana
aj-11-0201 Pequeñitas y Pequeñitos de Jesús	HCO3-Cl	Fm Sabana
pz-10-0022 Lavadero Beto	Na-HCO3	Fm Sabana
pz-09-0041 PROTELA S.A.	Na-HCO3-Cl	Fm Sabana
pz-09-0007 HB Estructuras Metálicas	Na-HCO3-Cl	Fm Sabana
pz-08-0023 La Fayette No. 1	Na-HCO3-Cl	Fm Sabana
pz-09-0031 IMAL	Na-HCO3-Cl	Fm Sabana
pz-07-0005 CARBOQUÍMICA No. 2	Ca-HCO3	Fm Sabana
pz-07-0033 CARBOQUÍMICA No. 4	Ca-HCO3	Fm Sabana
pz-01-0009 Autocentro Santana	Ca-HCO3-Cl-SO4	Fm Sabana
pz-01-0101 Los Tres	Ca-HCO3-SO4-Cl	Fm Sabana
pz-15-0001 Lava Cars Ciudad Jardín	Ca-Mg-HCO3	Fm Sabana
aj-01-0095 Escuela Unión Colombia	Ca-Na-Cl-NO3	Fm Sabana
pz-19-0015 PAVCO	Ca-Na-HCO3	Fm Sabana
pz-11-0011 Carmel Club No. 2	Ca-Na-HCO3	Fm Sabana
aj-19-0025 Mary Osório de Morales	Ca-Na-Mg-Cl	Fm Sabana
pz-01-0023 Universidad San Buenaventura	Ca-SO4-HCO3	Fm Sabana
pz-01-0058 Hijas de Santa María Providencia	Cl	Fm Sabana
pz-01-0069 Tibatí	HCO3	Fm Sabana
pz-01-0083 Sede Social y Deportiva No. 2 Bavaria	HCO3-SO4-Cl	Fm Sabana
pz-11-0047 CAFAM No.1	K-HCO3-Cl	Fm Sabana
pz-16-0014 GRASCO No. 2 Bodega 14	Na-Ca-HCO3-Cl	Fm Sabana
pz-19-0024 PETCO	Na-Ca-HCO3-Cl	Fm Sabana
pz-11-0101 Colegio El Rosario	Na-Cl-HCO3	Fm Sabana
pz-11-0023 Meals	Na-Cl-HCO3	Fm Sabana
pz-16-0002 Gaseosas Colombiana No. 4	Na-HCO3	Fm Sabana
pz-11-0096 Colegio La Enseñanza No. 2	Na-HCO3	Fm Sabana
pz-01-0010 UNICENTRO	Na-HCO3	Fm Sabana
pz-13-0015 INGEOMINAS No. 2	Na-HCO3	Fm Sabana
pz-01-0004 Country No. 2	Na-HCO3	Fm Sabana
pz-07-0007 Jardines del Apogeo No. 1	Na-HCO3	Fm Sabana
pz-13-0010 Parque Simón Bolívar	Na-HCO3	Fm Sabana
pz-13-0010 Parque Simón Bolívar	Na-HCO3	Fm Sabana
pz-08-0002 Bavaria No. 2	Na-HCO3	Fm Sabana
pz-13-0007 Parqueadero Punto de Plata	Na-HCO3-Cl	Fm Sabana
pz-19-0017 HILAT No. 2	Na-HCO3-Cl	Fm Sabana
pz-16-0034 ASITEX LTDA No. 2	Na-HCO3-Cl	Fm Sabana
pz-01-0075 Colegio Teresiano	Na-HCO3-Cl	Fm Sabana

Estación	Tipo de Agua	Unidad Geológica
pz-09-0044 Manufacturas Eliot No. 2	Na-HCO3-Cl	Fm Sabana
pz-11-0153 Suba – EAAB	Ca-Mg-HCO3	Fm Guaduas
pz-11-0136 Sociedad Proma Ltda	Na-HCO3-Cl	Fm Guaduas

Fuente: Estudio “Sistema de Modelamiento Hidrogeológico del Distrito Capital Bogotá” (Secretaría Distrital de Ambiente, 2013)

Son de interés para este estudio, únicamente los resultados de las muestras de agua tomadas en los puntos hidrogeológicos localizados o emplazados en las formaciones Guaduas, Cacho y Bogotá, al igual que en el Complejo de Conos, la Formación Sabana y los Depósitos de Llanura de Inundación y de Coluvión, por ser unidades que se encuentran en el área de influencia indirecta. En el área de influencia directa no serán intervenidos los acuíferos formados por las unidades del Grupo Guadalupe, ya que en el subsuelo de la Sabana de Bogotá, estos en general son profundos.

- Clasificación Geoquímica de las muestras de agua tomadas en la Formación Guaduas

El agua subterránea de la Formación Guaduas se clasifica como bicarbonatada cálcica debido a la disolución de minerales silicatados, que posiblemente indica flujos intermedios a locales.

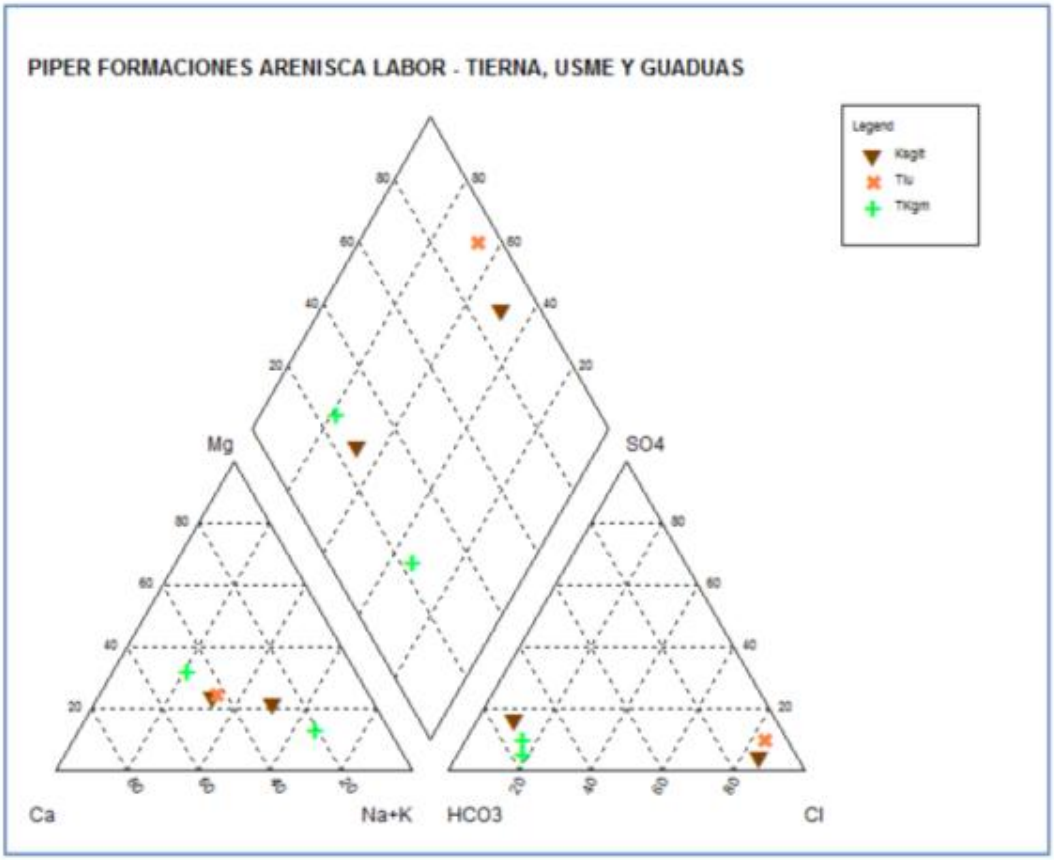


Figura 5.2.1-90 Diagrama Piper mostrando la clasificación geoquímica de las muestras de agua (en verde) tomadas en la Formación Guaduas.
Fuente: Estudio “Sistema de Modelamiento Hidrogeológico del Distrito Capital Bogotá” (Secretaría Distrital de Ambiente, 2013)

- Clasificación geoquímica de las muestras de agua tomadas en los Depósitos de Llanura de Inundación

El agua subterránea de los Depósitos de Llanura de Inundación (Formación Chía) se clasifica principalmente como bicarbonatada sódica y cálcica. La presencia de los iones HCO3 y Ca se puede atribuir a la disolución irreversible de los minerales silicatados. El sodio proviene de la disolución del agua con los materiales esencialmente arcillosos; posiblemente presenta un flujo de carácter regional y algo local.

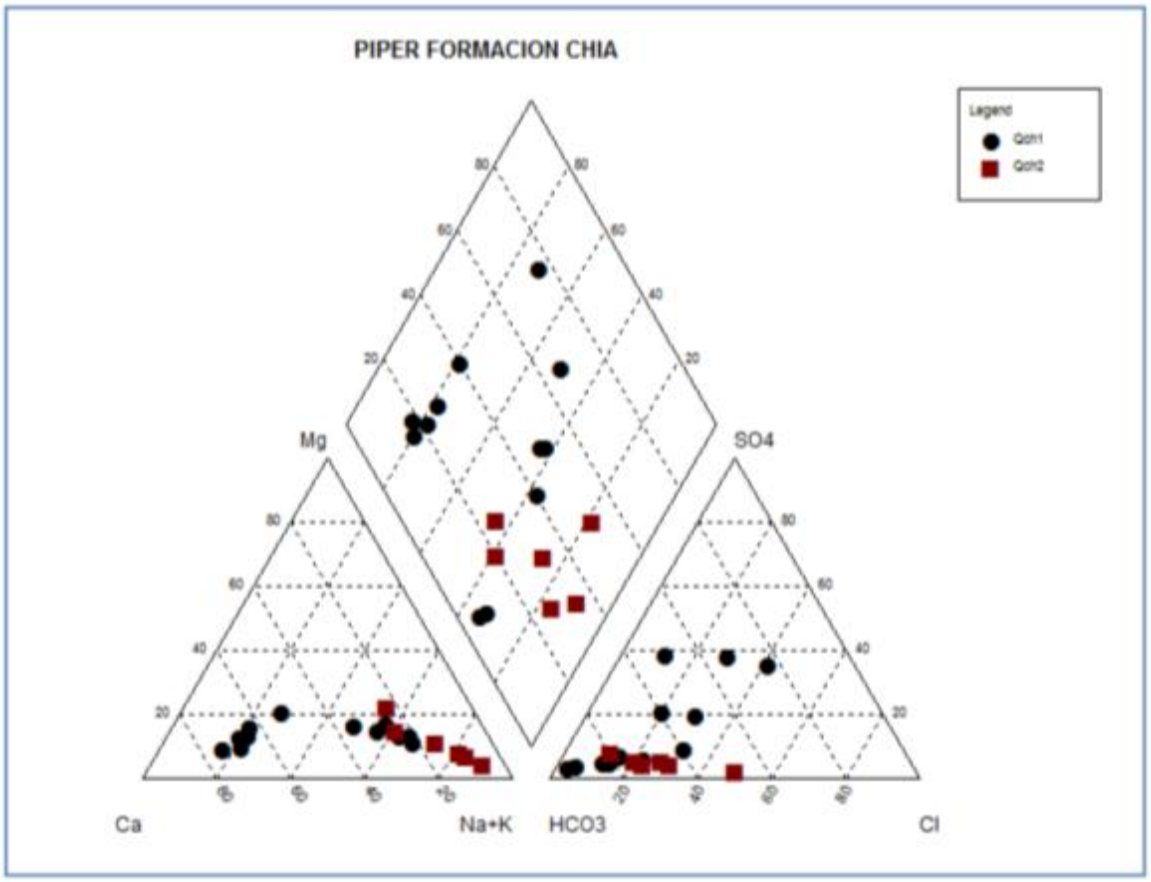


Figura 5.2.1-91 Diagrama de Piper mostrando la clasificación geoquímica de las muestras de agua tomadas en los Depósitos de Llanura de Inundación.
Fuente: Estudio “Sistema de Modelamiento Hidrogeológico del Distrito Capital Bogotá” (Secretaría Distrital de Ambiente, 2013)

- Clasificación Geoquímica de las muestras de agua tomadas en los Depósitos de Coluvión y el Complejo de Conos

El agua subterránea de los Depósitos de Coluvión y el Complejo de Conos se clasifica como cloruradas cálcicas, con un flujo evidentemente local.

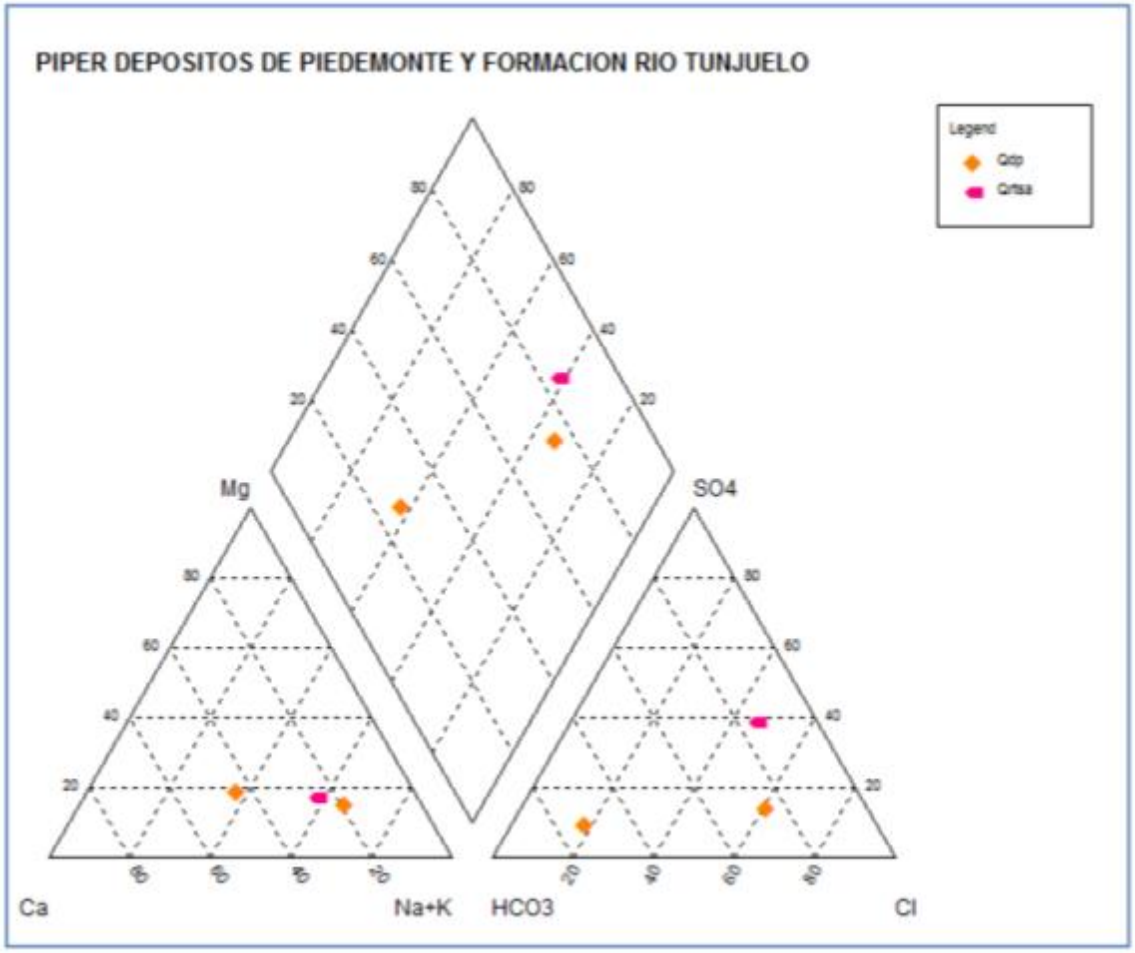


Figura 5.2.1-92 Diagrama de Piper mostrando la clasificación de las muestras de agua tomadas en los Depósitos de Coluvión y el Complejo de Conos.

Fuente: Estudio “Sistema de Modelamiento Hidrogeológico del Distrito Capital Bogotá” (Secretaría Distrital de Ambiente, 2013)

- Clasificación Geoquímica de las muestras de agua tomadas en niveles de arcillas y arenas de la Formación Sabana

Las muestras de agua tomadas de niveles de arcillas y arenas finas de la Formación Sabana se clasifican como bicarbonatadas sódicas. La presencia de sodio se debe principalmente a procesos de cambio de bases de las arcillas. El flujo de agua subterránea en esta unidad es de carácter regional.

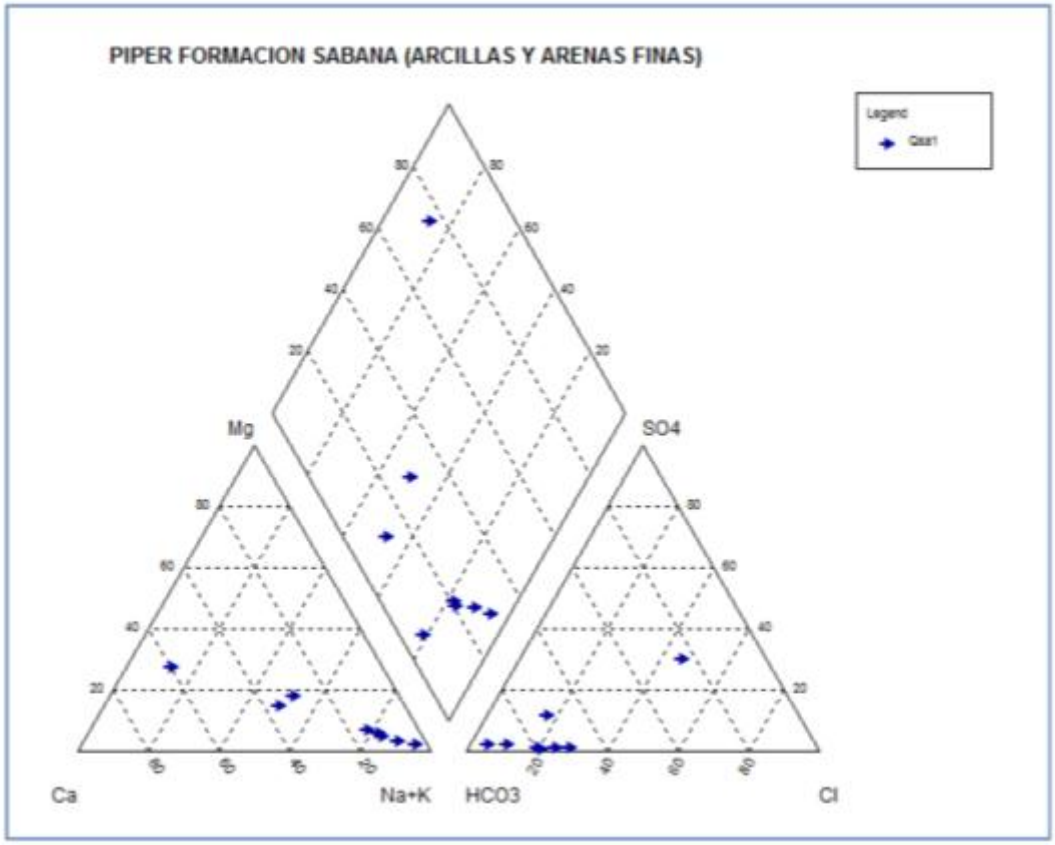


Figura 5.2.1-93 Diagrama de Piper mostrando la clasificación de las muestras de agua tomadas en niveles de arcillas y arenas finas de la Formación Sabana.
Fuente: Estudio “Sistema de Modelamiento Hidrogeológico del Distrito Capital Bogotá” (Secretaría Distrital de Ambiente, 2013)

- Clasificación Geoquímica de las aguas tomadas en niveles de arenas, arcillas y turba de la Formación Sabana

Las muestras de agua tomadas de niveles de arenas, arcillas y turba de la Formación Sabana, se clasifican como aguas bicarbonatadas sódicas. La presencia de sodio se debe principalmente a procesos de cambio de bases del as arcillas. Se presenta concentraciones importantes de NO3 y sulfatos debido al a materia orgánica y actividades industriales y urbanas del Distrito. El flujo del agua subterránea es esta unidad es de carácter regional.

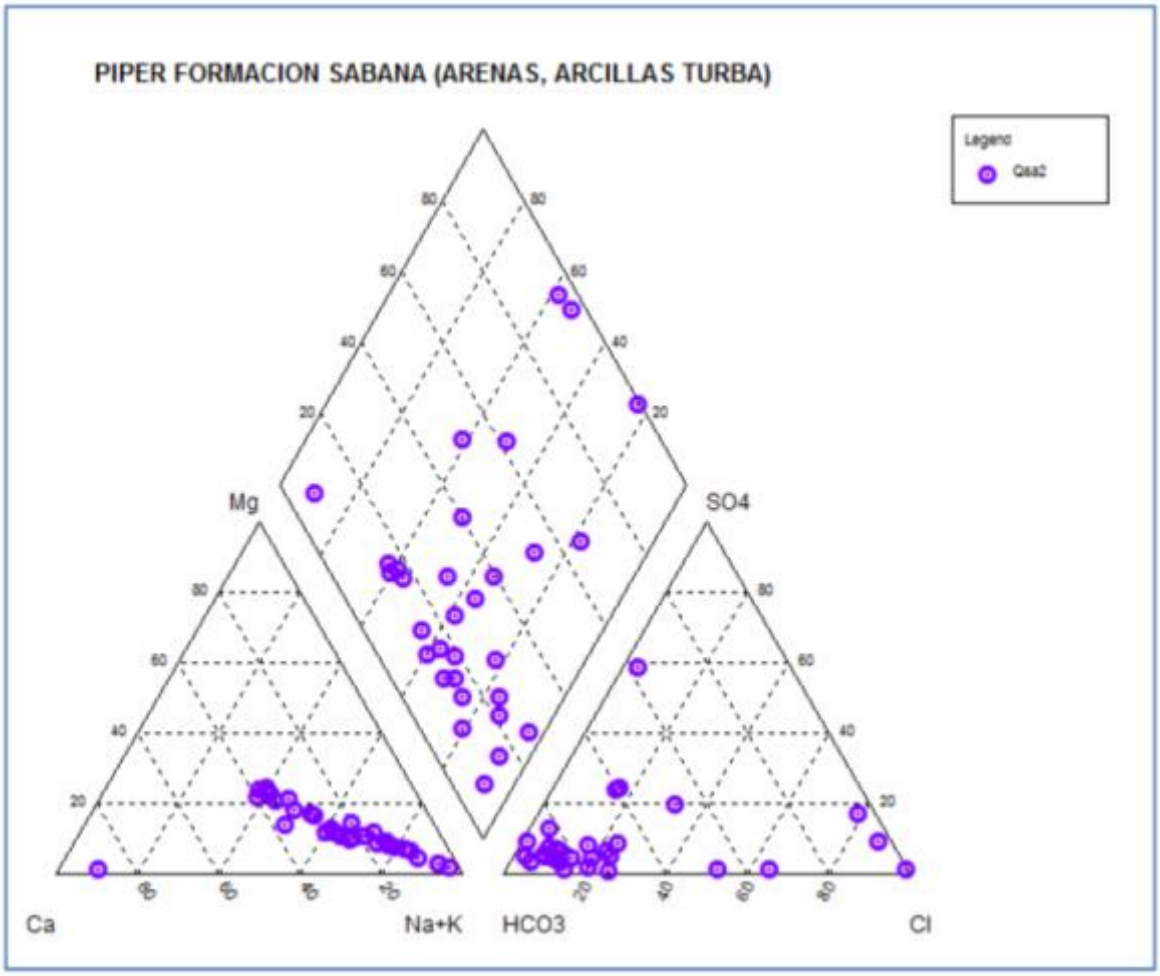


Figura 5.2.1-94 Diagrama de Piper mostrando la clasificación de las muestras de agua tomadas en niveles de arenas, arcillas y turba de la Formación Sabana
Fuente: Estudio “Sistema de Modelamiento Hidrogeológico del Distrito Capital Bogotá” (Secretaría Distrital de Ambiente, 2013)

- Clasificación Geoquímica de fuentes superficiales

Las fuentes superficiales se clasifican como aguas bicarbonatadas cálcicas y sulfatadas, debido al carácter de tipo local, la presencia de sulfatos se debe a las actividades urbanas e industriales.

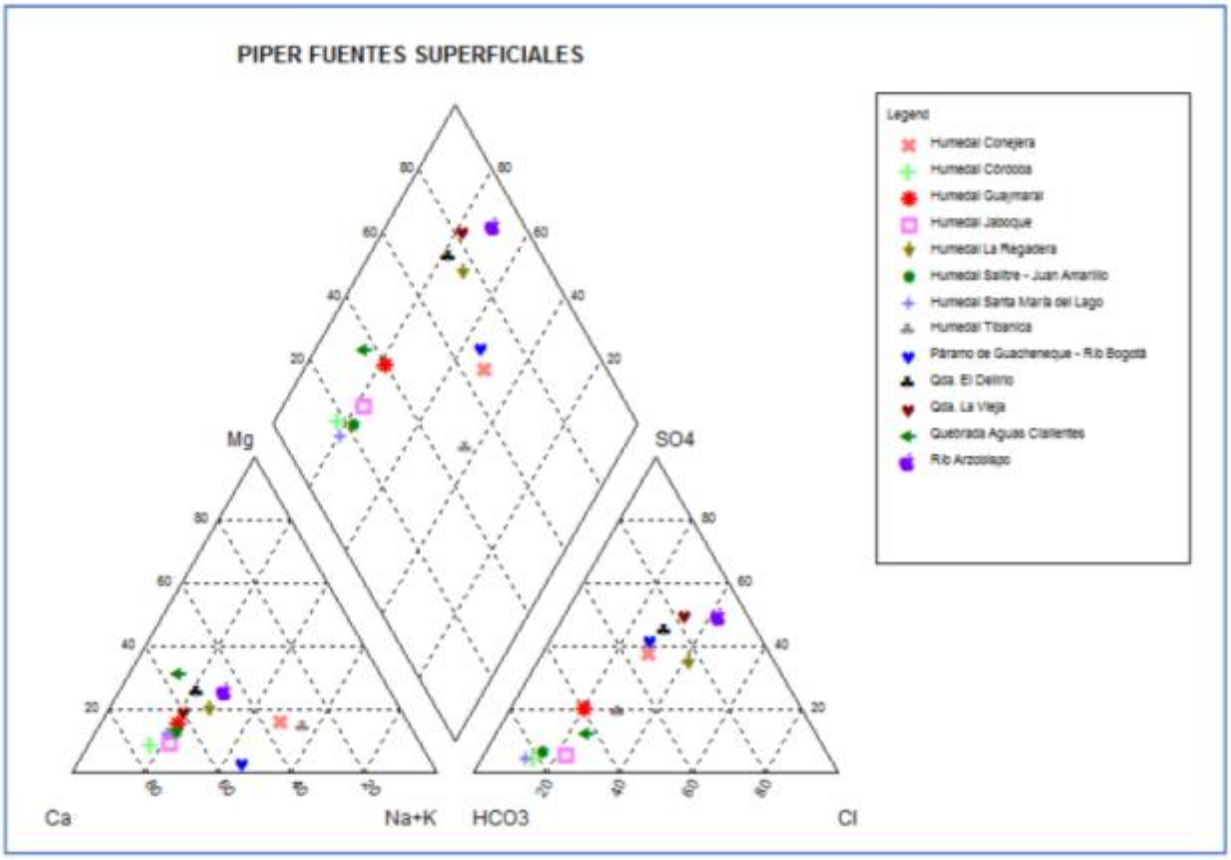


Figura 5.2.1-95 Diagrama de Piper fuentes superficiales
Fuente: Estudio “Sistema de Modelamiento Hidrogeológico del Distrito Capital Bogotá” (Secretaría Distrital de Ambiente, 2013)

- Evaluación Hidrogeoquímica

De las evaluaciones hidrogeoquímicas adelantadas en la Sabana de Bogotá, se considera apropiado considerar la realizada en el estudio “Sistema de Modelamiento Hidrogeológico del Distrito Capital Bogotá” (Secretaría Distrital de Ambiente, 2012), ya que se basa en información tomada en pozos localizados en la zona que cubre la ciudad de Bogotá. Dentro de los parámetros medidos en este estudio se encuentra el valor de pH, la conductividad eléctrica, temperatura, concentración de sodio y cloruros e isótopos.

- **Valor de pH**

De acuerdo al estudio “Sistema de Modelamiento Hidrogeológico del Distrito Capital Bogotá” (Secretaría Distrital de Ambiente, 2012) el agua subterránea en el Distrito Capital tiene valores de pH entre 5.6 a 8.8, los valores más bajos se presentan en los sectores de Puente Aranda y Bosa, al centro y sur de Bogotá, y en el área de Usaquén y Torca – Guaymaral al norte de Bogotá, coincidiendo con las zonas de descarga (Figura 5.2.1-96). En el sector centro y sur se presenta una descarga (pozos profundos) desde el punto de vista antrópico debido a la demanda de agua subterránea para uso industrial principalmente; al norte de Bogotá se presenta una descarga natural del acuífero Cretácico con presencia de pozos artesianos.

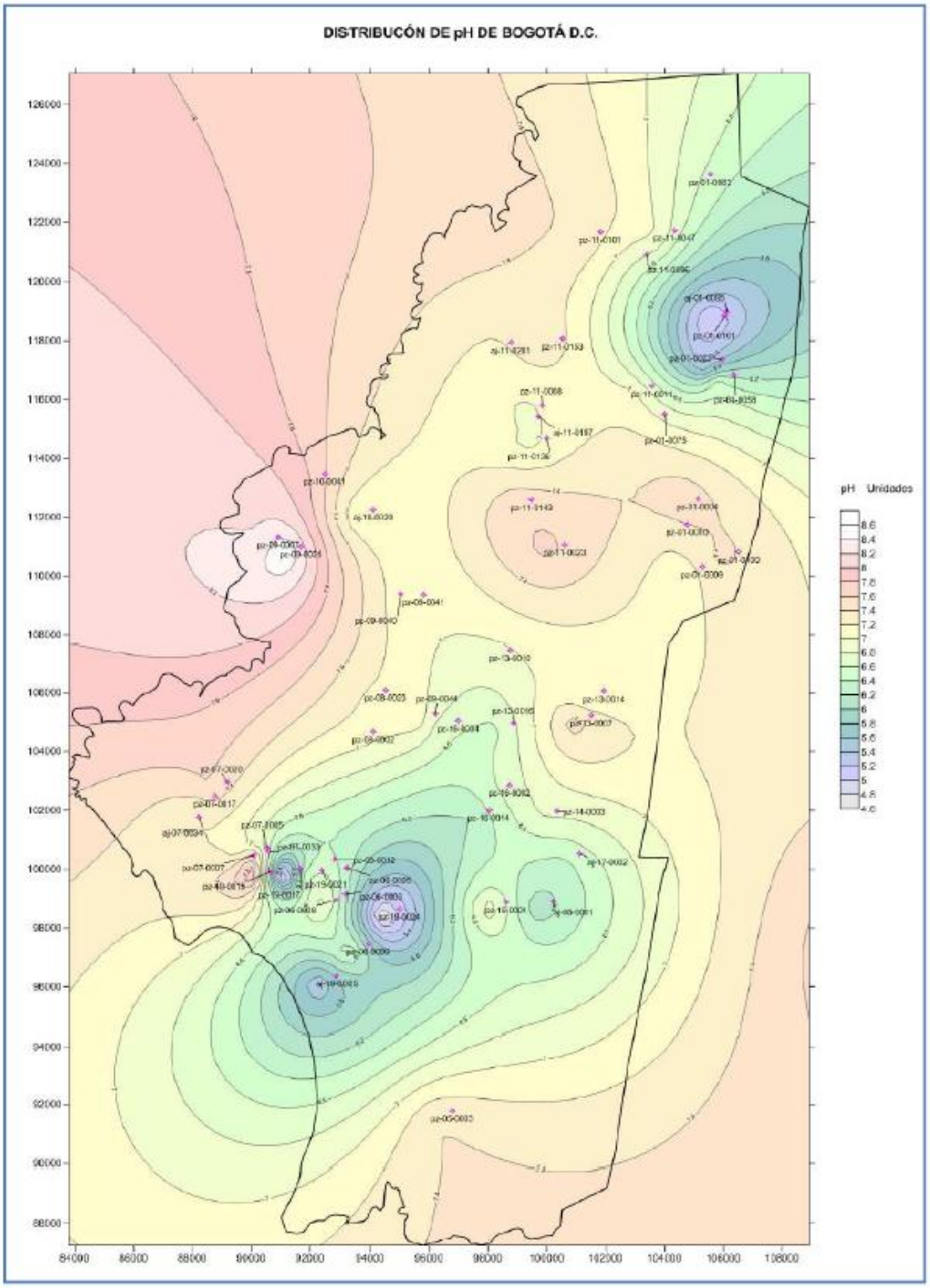


Figura 5.2.1-96 Distribución espacial de pH.
Fuente: Estudio “Sistema de Modelamiento Hidrogeológico del Distrito Capital Bogotá” (Secretaría Distrital de Ambiente, 2013)

- Conductividad Eléctrica

En el estudio “Sistema de Modelamiento Hidrogeológico del Distrito Capital Bogotá” (Secretaría Distrital de Ambiente, 2012) se indica que la conductividad eléctrica en el subsuelo del Distrito Capital presenta valores de 100 a 1900 µs/cm, la cual se va incrementando de Este a Oeste concordando con la dirección de flujo del agua subterránea.

La Figura 5.2.1-97 muestra el cambio de aniones y los relaciona con la salinidad del agua teniendo en cuenta el recorrido y tiempo de permanencia del agua en el acuífero (secuencia de Chevotarev), esto evidencia que la conductividad eléctrica en los cerros orientales de Bogotá es menor debido a que es la zona de recarga y luego tiene un movimiento hacia el occidente hasta inmediaciones del río Bogotá donde se presentan los mayores valores, mostrando claramente el recorrido del agua subterránea, este incremento de iones se debe al paso del agua subterránea a través de las rocas del Cretácico y luego fluyendo por los depósitos de la Formación Sabana principalmente (Figura 5.2.1-98).

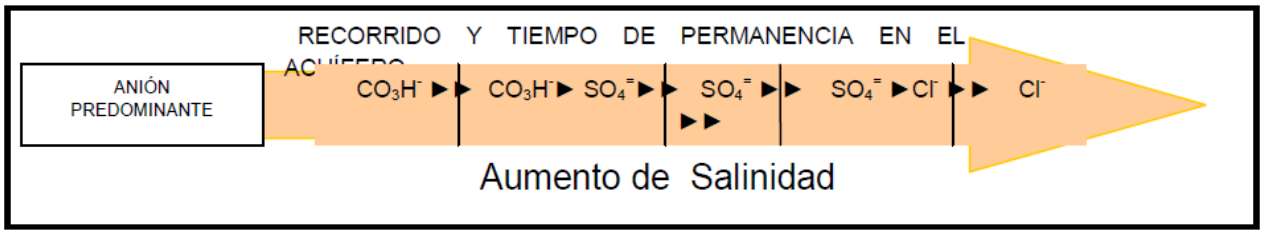


Figura 5.2.1-97 Secuencia de Chevotarev.
Fuente: Estudio “Sistema de Modelamiento Hidrogeológico del Distrito Capital Bogotá” (Secretaría Distrital de Ambiente, 2013)

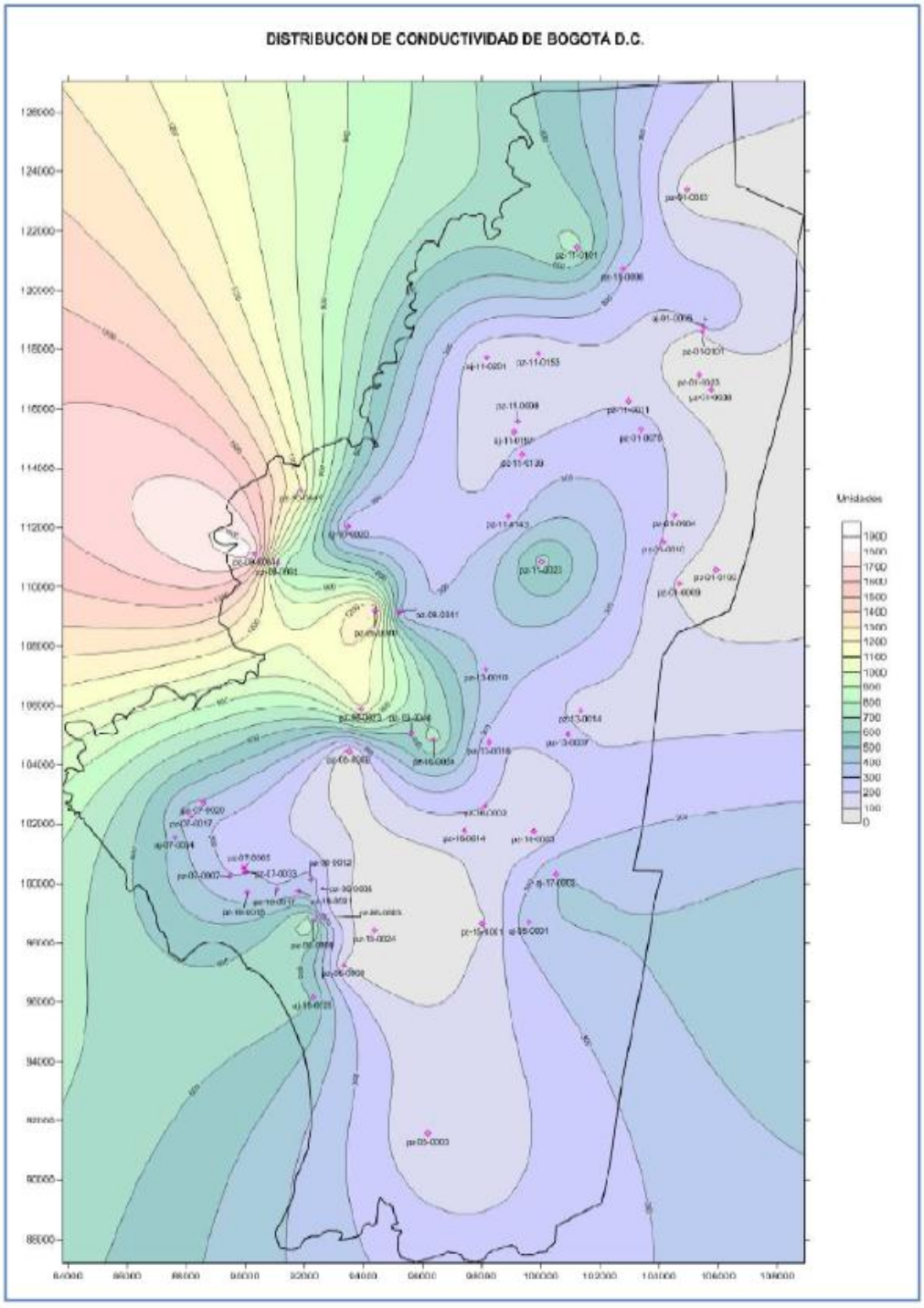


Figura 5.2.1-98 Distribución espacial de la conductividad eléctrica (µs/cm).
Fuente: Estudio “Sistema de Modelamiento Hidrogeológico del Distrito Capital Bogotá” (Secretaría Distrital de Ambiente, 2013)

- Temperatura

La temperatura de las aguas subterráneas aumenta 33 ºC por cada kilómetro de profundidad. En acuíferos con porosidad primaria (aguas de capa), la temperatura varía con la extensión lateral y penetración de los estratos en el subsuelo.

Según el estudio “Sistema de Modelamiento Hidrogeológico del Distrito Capital Bogotá” (Secretaría Distrital de Ambiente, 2012), la distribución de la temperatura en el subsuelo, muestra que los valores más altos se presentan en las zonas de gran extracción y demanda de agua subterránea, correspondiente a las zonas industriales, debido que en estas áreas se encuentran ubicados los pozos de mayor profundidad, comprendidas entre 200 y 500 metros (Figura 5.2.1-99).

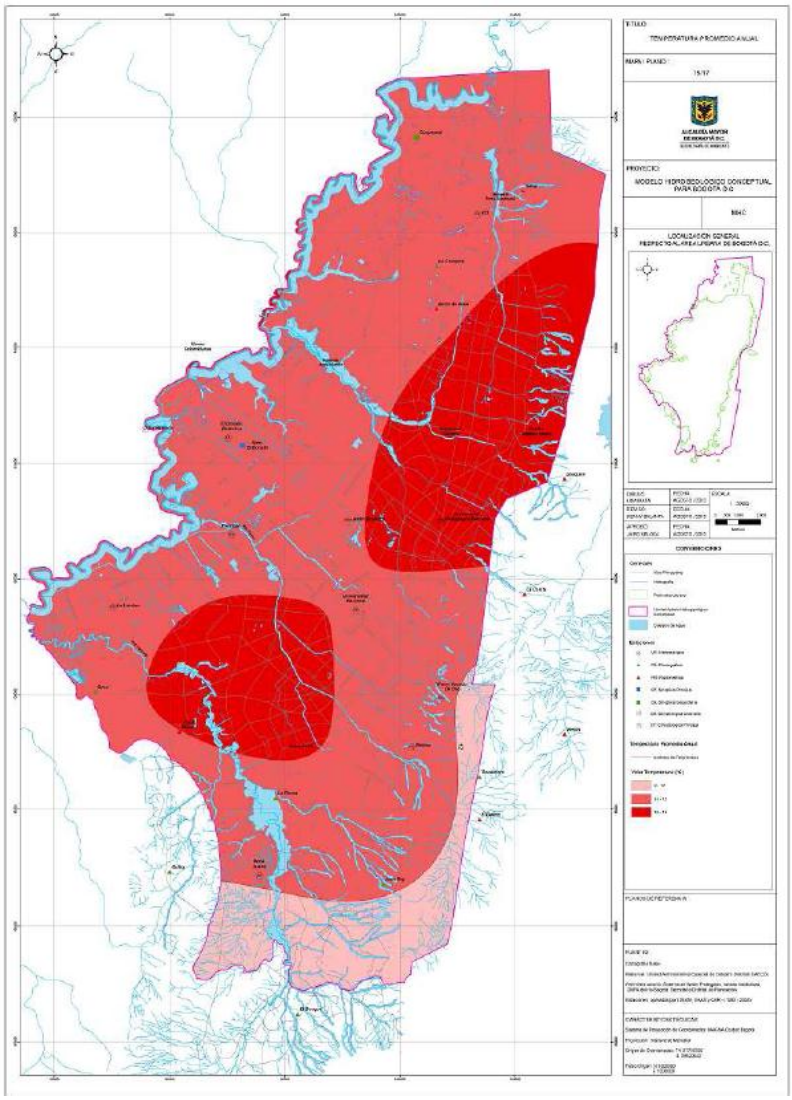


Figura 5.2.1-99 Distribución espacial de temperatura.
Fuente: Estudio “Sistema de Modelamiento Hidrogeológico del Distrito Capital Bogotá” (Secretaría Distrital de Ambiente, 2013)

- Concentración de Sodio y Cloruro

La distribución espacial del sodio (Figura 5.2.1-100) y de cloruros (Figura 5.2.1-101), según los resultados del estudio “Sistema de Modelamiento Hidrogeológico del Distrito Capital Bogotá” (Secretaría Distrital de Ambiente, 2012), indica que las mayores concentraciones de estos iones se encuentran en los sectores de gran extracción de agua subterránea, siendo concordante con el comportamiento del pH, la conductividad eléctrica y la temperatura; esta situación es lógica y deja ver que el agua subterránea tiene un tiempo de permanencia considerable, el cual presenta un flujo a nivel regional proveniente de los cerros orientales de los estratos rocosos del Grupo Guadalupe, ya sea por condiciones de porosidad primaria o por el incremento o presencia de fracturas abiertas.

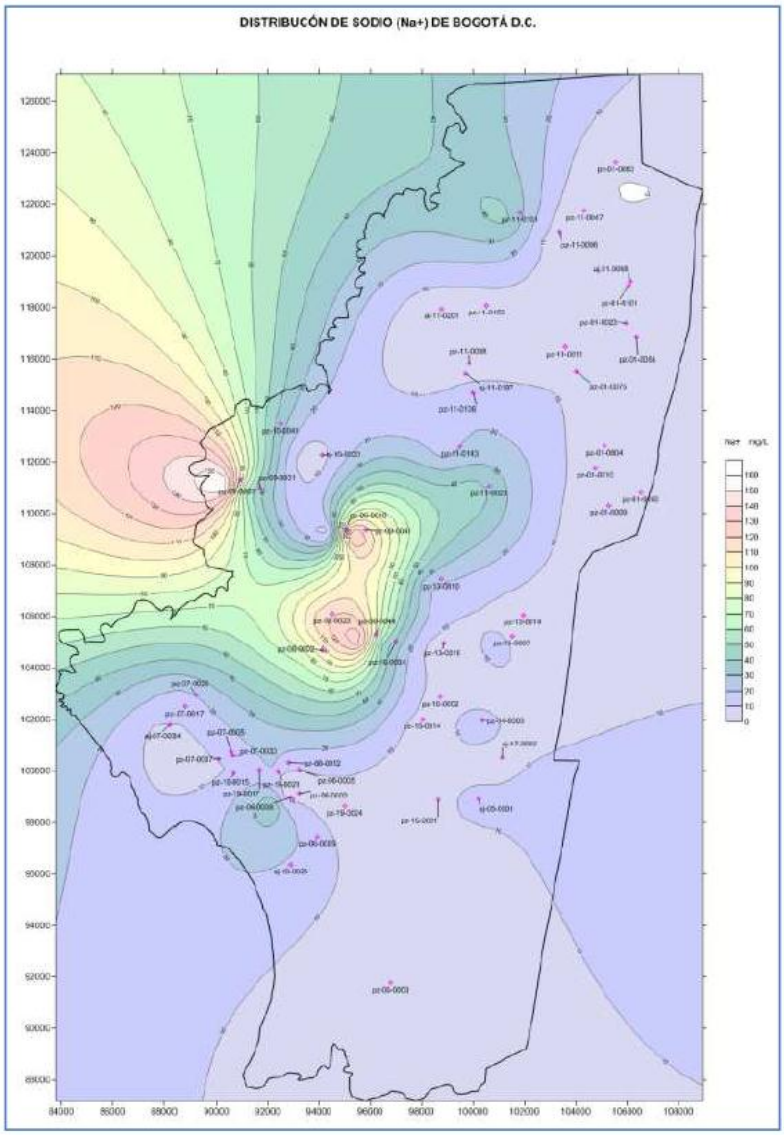


Figura 5.2.1-100 Distribución espacial del Sodio.
Fuente: Estudio “Sistema de Modelamiento Hidrogeológico del Distrito Capital Bogotá” (Secretaría Distrital de Ambiente, 2013)

En el mapa de isocloruros, se observa que en los sectores de Usaquén y Torca-Guaymaral se presenta un incremento de los cloruros, esto debido a que es una zona de descarga del acuífero confinado de la Formación Arenisca de Labor y Tierna, en donde se presentan pozos artesianos.

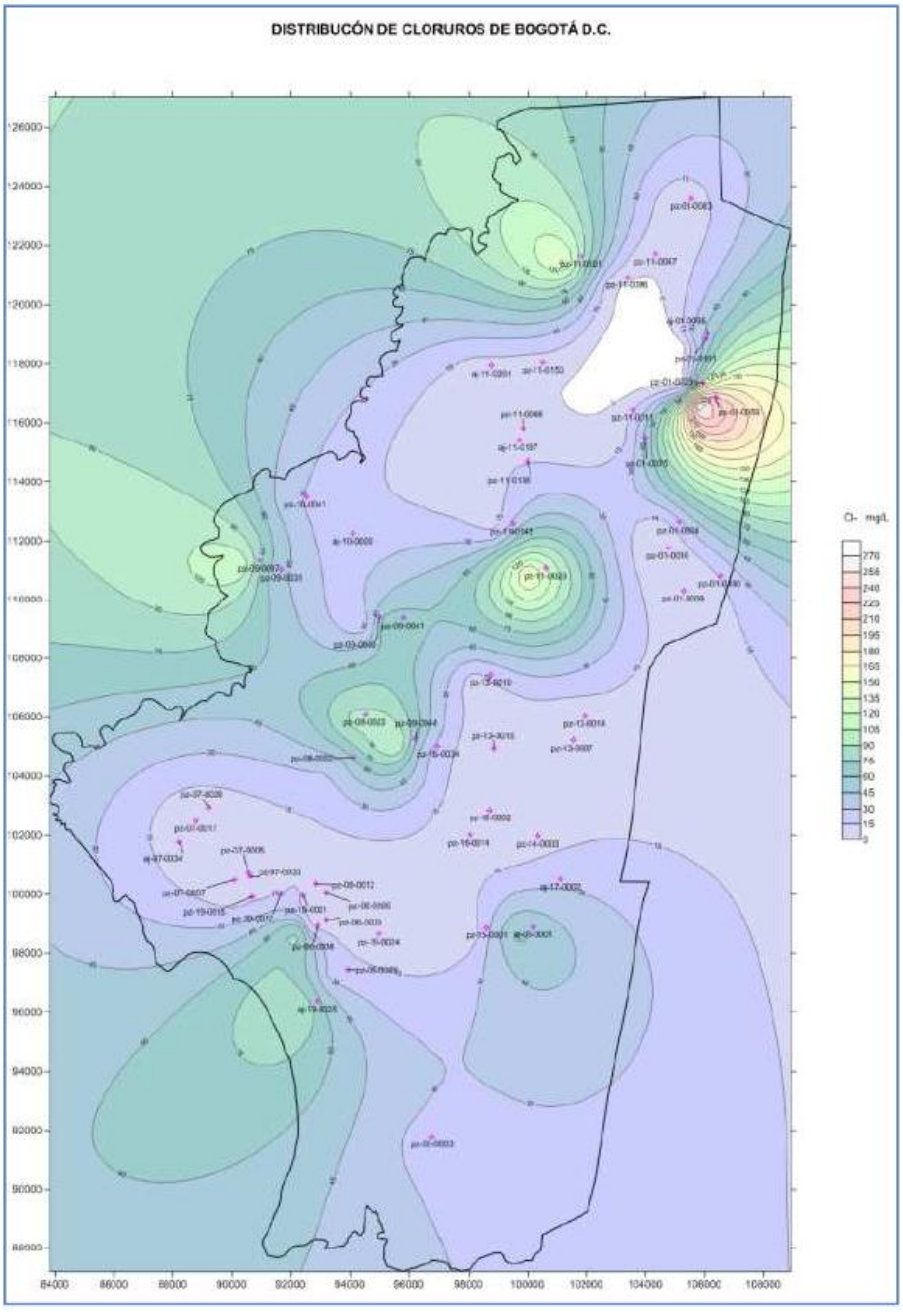


Figura 5.2.1-101 Distribución espacial de Cloruros.
Fuente: Estudio “Sistema de Modelamiento Hidrogeológico del Distrito Capital Bogotá” (Secretaría Distrital de Ambiente, 2013)

De igual manera en el estudio “Sistema de Modelamiento Hidrogeológico del Distrito Capital Bogotá” (Secretaría Distrital de Ambiente, 2012) se indica que de acuerdo al diagrama de cajas (Figura 5.2.1-102), los iones de cloruro y de sodio sobresalen de los demás iones, confirmando la tendencia de un flujo principalmente regional desde los cerros orientales y del sur de Bogotá hacia el Grupo Guadalupe, en el occidente de la ciudad.

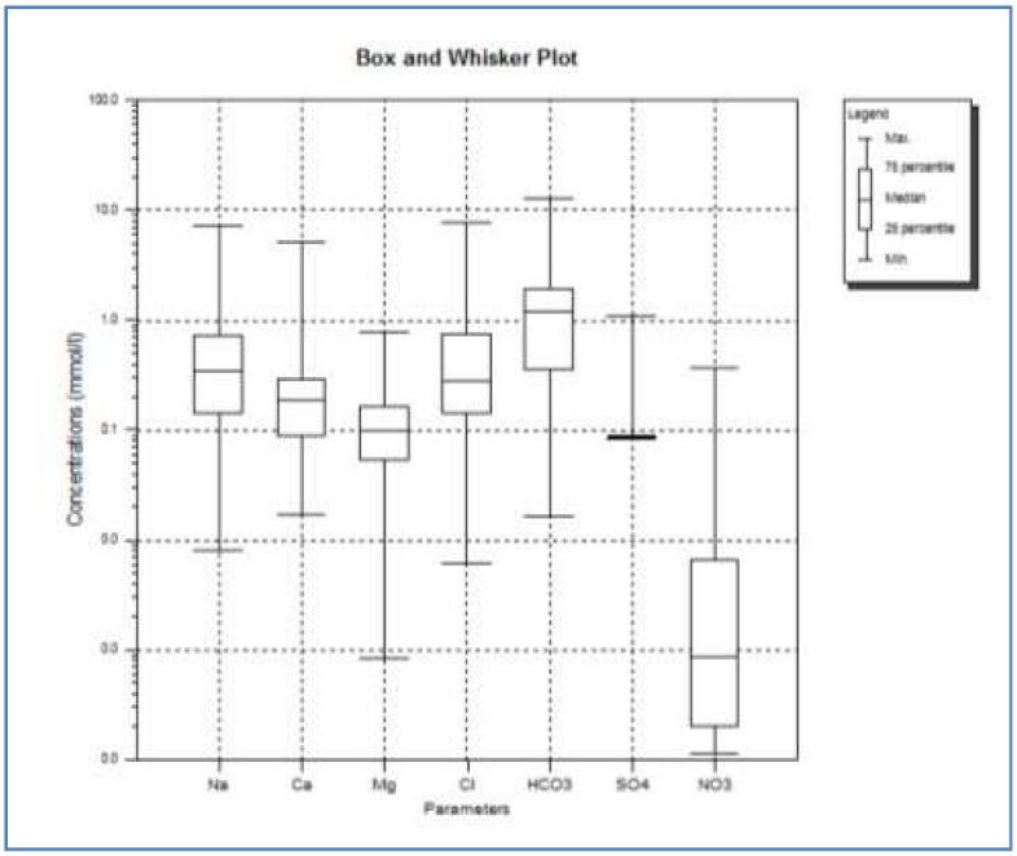


Figura 5.2.1-102 Diagrama de cajas de los iones de las unidades geológicas en el Distrito Capital. Fuente: Estudio “Sistema de Modelamiento Hidrogeológico del Distrito Capital Bogotá” (Secretaría Distrital de Ambiente, 2013)

- Isótopos

El estudio isotópico presentado en el estudio del “Sistema de Modelamiento Hidrogeológico del Distrito Capital Bogotá” (Secretaría Distrital de Ambiente, 2013) fue enfocado principalmente a la determinación de isótopos estables que se encuentran en una molécula de agua, el Deuterio (H2 o D) y el Oxigeno -18 (O18).Los isótopos ambientales Hidrogeno-2 (H2) y el Oxigeno-18 (O18), se consideran como trazadores ideales y permiten señalar los procesos que actúan sobre ellos, tal como la evaporación, condensación, solidificación, etc.; con lo cual se logra identificar la procedencia de la molécula de agua. Esto está estrechamente relacionado con el fraccionamiento isotópico causado por los cambios de estado que se presentan en el ciclo hidrológico.

Se realizó la toma de muestras y análisis de isotopos estables, con el protocolo adecuado y laboratorios certificados para la toma de muestras en puntos, tanto de agua superficial como de

agua subterránea, para la interpretación del origen y corroborar el movimiento del recurso hídrico subterráneo en el Distrito Capital.

La composición isotópica de una muestra de agua, se expresa en desviación por mil (d), con relación a un estándar llamado SMOW (Stándar Mean OceanWater); de tal manera se tiene:

d = R - Rsmow / Rsmow

Dónde:

R = se refiere a la relación de isótopos D/H, O18/O16 de la muestra en estudio.

Harmon Cralg en 1961 desarrolló una ecuación lineal entre O18 y H2 para el agua lluvia a escala mundial, denominada Línea Meteórica Mundial de Craig. La relación existente entre el Hidrogeno-2 y el Oxígeno-18 se establece mediante una ecuación, resultado de numerosas mediciones realizadas con muestras de agua lluvia o precipitación en Colombia (Rodríguez. C; 2004), la cual corresponde a una línea recta con pendiente definida denominada línea de precipitación o línea meteórica de Colombia, representada en un eje de coordenadas cartesianas (dH2vs dO18). La ecuación se expresa:

dH2 = 8.00 dO18 + 9,6 Línea Meteórica de Colombia

Para el caso de un lago, embalse, humedal o cualquier masa de agua expuesta a evaporación directa se produce un cambio en la relación dH2 y dO18, obteniendo una línea recta llamada línea de evaporación, con una pendiente que oscila entre 4 y 6; y así se obtiene una ecuación que es diferente para cada sistema que se analice.

Las muestras tomadas en los humedales del Distrito Capital conforman la línea de evaporación la cual obedece a la siguiente ecuación:

dH2 = 5,66 dO18 + 19,87

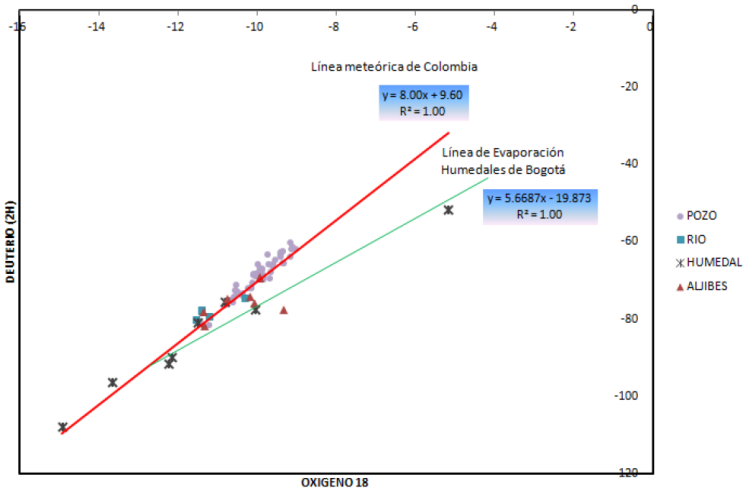


Figura 5.2.1-103 Línea meteórica.
Fuente: Estudio “Sistema de Modelamiento Hidrogeológico del Distrito Capital Bogotá” (Secretaría Distrital de Ambiente, 2013)

La muestra del humedal Juan Amarillo deja ver claramente que son aguas sometidas a evaporación durante decenas de años, lo cual sirvió para elaborar la línea de evaporación de los

humedales de Bogotá (presenta la mayor evaporación según el análisis de isotopos estables, lo que indica que no se presenta ninguna conexión agua superficial – agua subterránea)

El humedal Santa María del Lago presenta menor evaporación y una posible interacción con agua subterránea de flujo local.

El humedal Tibanica y la represa La Regadera son esencialmente alimentados y en gran proporción por precipitación local y fuentes superficiales, no evidenciando conexiones hidráulicas con el agua subterránea.

Los humedales de Guymaral y Torca presentan una interconexión agua superficial–agua lluvia, alimentados principalmente de agua subterránea con un flujo intermedio a regional.

El humedal Conejera presenta interconexión con fuentes superficiales y relación con agua subterránea.

Los humedales de Córdoba y Jaboque son alimentados principalmente por agua subterránea con un flujo de carácter regional.

Las muestras del páramo de Guacheneque (Nacimiento del río Bogotá), río Arzobispo y Humedal Conejera provenientes de las partes de mayor altura en la cuenca, son captadas y conducidas por los niveles permeables del Grupo Guadalupe y Formación Guaduas, que posteriormente fluye a los depósitos cuaternarios y Formación Sabana en sus niveles permeables.

Teniendo en cuenta la curva meteórica para Colombia (Rodríguez, C. 2004), la cual posee la siguiente ecuación:

y = 8x + 9.6

Como referencia del comportamiento de los diferentes puntos de agua se observa que con la relación altitudinal que presenta la siguiente ecuación para el Deuterio:

H2 = -0,0186h - 19 (Rodríguez, C. 2004)

Se calculó la posible zona de recarga de los diferentes puntos de agua muestreados, donde se observa que el humedal Juan Amarillo recibe solamente agua lluvia y que los demás humedales están siendo alimentados de agua subterránea con tiempos de transito extensos y flujo intermedio a regional, posiblemente de los cerros aledaños a la ciudad de Bogotá.

Las muestras de los pozos y aljibes (agua subterránea) está evidenciando una posible recarga y mezcla de agua lluvia con condiciones de flujo local a intermedio. De igual forma en la cuenca de la Sabana de Bogotá se presenta una desviación (δ) por el efecto de la temperatura, continentalidad y altitud, por tal razón se hace necesario realizar un muestreo mensual para identificar las anomalías por fraccionamiento isotópico.

Tabla 5.2.1-125 Relación de Altitud de Recarga con Deuterio

Punto de Agua	Altitud de recarga con Deuterio
Humedal Salitre - Juan Amarillo	2672
INGEOMINAS NO 2	3134
UNICENTRO	3188
Colegio de La Enseñanza No. 2	3220
Colegio Teresiano "Compañía de Santa Teresa de Jesús"	3220
Gaseosas Colombiana No. 4	3258

Punto de Agua	Altitud de recarga con Deuterio
COUNTRY No. 2	3263
Parqueadero Punto de Plata Luis Enrique Plata	3268
CAFAM No. 1	3295
TIBATI	3301
Hijas de Santa Maria Providencia	3327
Carmel Club No. 2	3327
MEALS	3376
BAVARIA No. 2	3413
Suba - EAAB	3424
Sede Social y Deportiva No. 2 BAVARIA	3430
Club Los Lagartos Raqueta	3435
GRASCO No. 2 - Bodega 14	3440
Parque Simón Bolívar	3456
Auto Centro Santana	3494
ASITEX LTDA No. 2	3500
Los Tres	3505
Universidad San Buenaventura	3510
MOBIL SUBA INVERSIONES VIACAR	3537
Avenida Ciudad de Cali - Lavadero Beto	3559
Centro CAR 19	3564
La Aguadora - EAAB	3575
Manufacturas Eliot No. 2	3580
PROTELA S.A	3580
INDEGA PANAMCO - Planta Norte	3586
Colegio El Rosario	3602
Finca La Junca	3607
Sapito Pito	3612
Ladrillera Helios S.A	3634
Escuela Unión Colombia	3634
Sociedad Proma Ltda.	3639
Gaseosas Colombiana No. 2	3693
Lava Cars Ciudad Jardín	3720
ACEGRASAS No. 2	3747
HB Estructuras Metálicas	3763
CONSULTECNICA	3774
Lafayette No. 1	3801
General Motors	3806
CLARA FEY No. 2	3844
Frigorífico Guadalupe	3865
NATESA	3870

Punto de Agua	Altitud de recarga con Deuterio
Parque El Tunal	3881
La Vecina	3887
Quebrada Aguas Calientes	3897
HILAT No. 2	3919
Servicentro El Radar	3924
IMAL	3930
CARBOQUIMICA No. 2	3962
Humedal Guaymaral	3967
Mary Osorio de Morales	3973
Jardines del Apogeo No. 1	3994
PETCO	4010
Humedal Santa Maria Del Lago	4069
SUDEIM	4075
Quebrada La Vieja	4075
El Delirio - (Quebrada San Cristóbal)	4086
Pequeñitas y Pequeñitos de Jesús	4107
Páramo de Guacheneque - Pozo de La Nutria, nacimiento rio Bogotá	4155
Rio Arzobispo	4204
Humedal Conejera	4247
PAVCO	4268
CARBOQUIMICA No 4	4279
La Mansión del Duende	4290
Humedal La Regadera	4731
Humedal Tibanica	4833
Humedal Jaboque	5086
Humedal Córdoba	5704

Fuente: Estudio “Sistema de Modelamiento Hidrogeológico del Distrito Capital Bogotá” (Secretaría Distrital de Ambiente, 2013)

5.2.1.16.7 Caracterización Área de Influencia Directa del componente hidrogeológico

Análisis de la información de referencia

La Formación Sabana, que forma el relleno fluvio-lacustre de la cuenca, compuesto por gravas, arenas, limos, arcillas y turbas, posee niveles acuíferos de alta o de moderada permeabilidad. Tiene acuíferos libres, acuíferos colgados, acuíferos confinados, capas semi-confinantes y capas confinantes. En la Formación Sabana la transmisividad varía entre 5 y 50 m2/d y el rendimiento de pozos individuales entre 0,1 y 5 l/s. La recarga de la Formación Sabana proviene de infiltración directa en los bordes de la Sabana.

Dentro de las unidades hidrogeológicas de interés se debe precisar lo siguiente:

La Formación Sabana en sus niveles arenosos continuos se clasifica como un acuífero de porosidad primaria con gran importancia hidrogeológica, los acuíferos que no poseen continuidad

lateral o conexión hidráulica (lentes) son acuíferos colgados y con poca o ninguna posibilidad de presentar recarga.

Unidades hidrogeológicas que intervendrá el proyecto

El corredor de la PLMB se desarrolla sobre los depósitos cuaternarios de la Sabana de Bogotá, representados por Depósitos de Llanura de Inundación, la Formación Sabana y el Complejo de Conos, unidades que constituyen el Acuífero Sabana (Ac-qs), como se muestra en el plano Anexo 5.2.1.10 ETPLMB-ET19-L04-PLA-G-0005_RA.

Estimación de la dirección del flujo del agua subterránea

El flujo natural del agua subterránea en la zona de estudio se presenta desde los Cerros Orientales hacia el río Bogotá, en sentido Este-Oeste y desde los cerros del sur hacia el río Tunjuelo.

Identificación de las zonas de recarga y descarga naturales de los acuíferos

Las zonas de recarga natural de los acuíferos presentes en el relleno fluvio-lacustre de la Sabana de Bogotá, se localizan en los Cerros Orientales y del Sur de Bogotá, específicamente donde afloran los estratos permeables del Grupo Guadalupe y la Formación Guaduas (nivel medio).

Características hidro-geoquímicas de los puntos de agua que intervendrá el trazado de la PLMB

Para determinar las características hidro-geoquímicas del agua subterránea de los acuíferos localizados en el AID del PLMB se tomaran muestras de agua en los piezómetros ubicados a lo largo del alineamiento del metro para la realización de los análisis fisicoquímicos: ión amonio, CO_2, ión magnesio, pH, sólidos totales, sulfatos. La metodología aplicada para esta caracterización se presenta en el capítulo de calidad del agua.

Tabla 5.2.1-126 Piezómetros

No.	Nombre	Estructura	Coordenadas		Prof
			Este	Norte	m
1	PT-ALO-01	ESTACIONES	105545,0	88613,1	
2	PT-AV68-1	ESTACIONES	101472,0	94230,5	
3	PT-CLL10-01	ESTACIONES	100550,7	99548,9	
4	PT-CLL26-01	ESTACIONES	101866,5	100395,1	
5	PT-CLL45-01	ESTACIONES	103777,4	101068,3	
6	PT-CLL63-01	ESTACIONES	105738,6	101379,5	
7	PT-CLL72-03	ESTACIONES	107181,7	101770,5	
8	PT-PLMB-PT-01	RAMAL TÉCNICO Y PATIO	106687,4	88626,1	
9	PT-PLMB-PT-03	RAMAL TÉCNICO Y PATIO	106663,1	88897,6	
10	PT-PLMB-PT-04	RAMAL TÉCNICO Y PATIO	107086,4	89231,8	
11	PT-PLMB-RT-01	RAMAL TÉCNICO Y PATIO	105833,9	88464,2	
12	PT-PLMB-RT-02	RAMAL TÉCNICO Y PATIO	106060,5	88358,7	
13	PT-PLMB-RT-03	RAMAL TÉCNICO Y PATIO	106307,6	88393,1	
14	PT-PLMB-RT-04	RAMAL TÉCNICO Y PATIO	106422,6	88615,2	

No.	Nombre	Estructura	Coordenadas		Prof
			Este	Norte	m
15	PT-PLMB-VDT-01	VIADUCTO	100302,3	99374,0	
16	PT-PLMB-VDT-03	VIADUCTO	101399,8	100156,6	
17	PT-PLMB-VDT-05	VIADUCTO	102614,0	100785,7	
18	PT-PLMB-VDT-07	VIADUCTO	103589,1	101020,4	
19	PT-PLMB-VDT-09	VIADUCTO	104867,3	101248,9	
20	PT-PLMB-VDT-11	VIADUCTO	106129,0	101477,6	

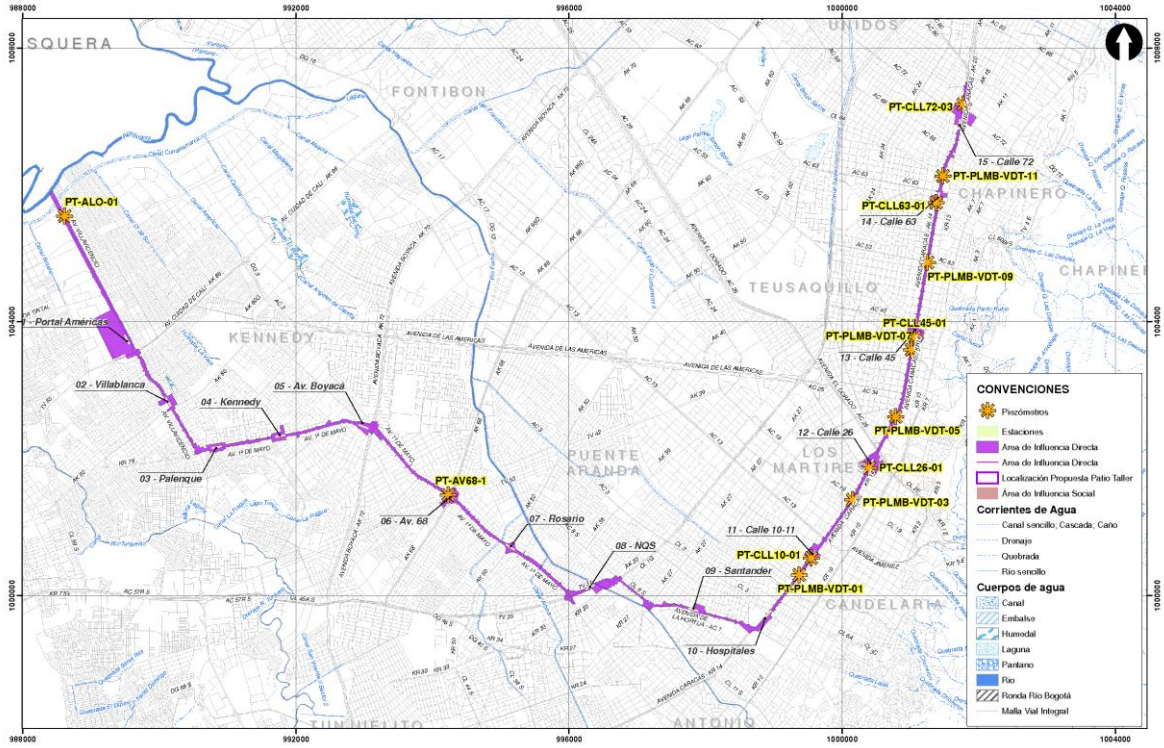


Figura 5.2.1-104 Localización de piezómetros

Los resultados de los análisis in situ de las aguas de los puntos monitoreados en el área de influencia del proyecto Metro, indican que las concentraciones de pH, que se ajustan a los criterios que establece el Decreto 1076 de 2015 del Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, en sus artículos 2.2.3.3.9.3 y 2.2.3.3.9.4, exceptuando los puntos de muestreo canal río Seco aguas arriba y aguas abajo.

Referente al contenido de **oxígeno disuelto,** los piezómetros monitoreados muestran valores entre 0 mgO2/L y 5 mgO2/L, los cuales son relativamente altos para este tipo de aguas, teniendo en cuenta que las aguas subterráneas suelen estar poco oxigenadas debido al bajo intercambio gaseoso con la atmósfera y la baja producción fotosintética (Marín, R. 2003.). Solamente en las agua recolectadas en los pozos PT-PLMB-VDT-09, PT-CLL 63-01, PT-CALLE 26-01, PT-PLMB-VDT-03, PT-PLMB-VDT-07 reporta nula la presencia de este gas (0,0 mgO2/L).

Las aguas subterráneas contienen en estado natural una serie de sales disueltas, provenientes de los diversos materiales del suelo y subsuelo (FAO, 1992), los cuales a su vez son indicativos

indirectos de la mineralización del agua (conductividad y sólidos disueltos). En referencia a lo anterior y según la clasificación dada por RODIER, J. (1998), las aguas subterráneas de los pozos del proyecto Metro de Bogotá, según los valores obtenidos de conductividad (Tabla 5.2.1-127), presentan un grado de mineralización desde débil para los puntos PT-PLMB-VDT-11 y PT-PLMB-VDT-05 , media acentuada en los puntos PT-PLMB-VDT-01, PT-PLMB-VDT-09, PT-CLL 63-01, PT-CLL 72-03, PT-CLL 42, hasta mineralización Media en los puntos PT AV 68-1, PT-CALLE 26-01, PT-PLMB-VDT-03 y PT-PLMB-VDT-07.

Tabla 5.2.1-127 Clasificación del agua en términos de la conductividad

Conductividad	Grado de mineralización
< 100 µS/cm	Muy Débil
100 < 200 µS/cm	Débil
200 < 333 µS/cm	Media acentuada
333 < 666 µS/cm	Media
666 < 1000 µS/cm	Mineralización importante
>1000 µS/cm	Mineralización excesiva

Fuente: RODIER, J. 1998. Análisis de las aguas: aguas naturales, aguas residuales, aguas de mar

- Análisis físico-químicos del agua subterránea

A partir de los análisis físico-químicos realizados se obtienen los siguientes resultados: Las aguas subterráneas de los puntos monitoreados cumplen con los valores establecidos:

- Decreto 1076 de 2015 artículo 2.2.3.3.9.3 para los parámetros coliformes fecales, y coliformes totales en todos los puntos de aguas subterráneas, se exceptúan los puntos de muestreo PT VILLAVICENCIO/1ERO MAYO, PT AV 68-1, PT-PLMB-VDT-09, en el análisis de coliformes totales, cuyos valores no se encuentran dentro del rango establecido del artículo 2.2.3.3.9.3.

- Decreto 1076 de 2015 artículo 2.2.3.3.9.4 para los parámetros de coliformes totales en los puntos PT-PLMB-VDT-01, PT-PLMB-VDT-11, PT-CLL 72-03, se exceptúan los puntos PT VILLAVICENCIO/1ERO MAYO, PT AV 68-1, PT-PLMB-VDT-09, PT-CLL 63-01, PT-CLL 42, PT-CALLE 26-01, PT-PLMB-VDT-03, PT-PLMB-VDT-05, PT-PLMB-VDT-07 cuyas concentraciones no cumplen con los valores establecidos.

- Análisis bacteriológico

El **análisis bacteriológico** permite evidenciar contaminación por coliformes totales en las aguas subterráneas del área de influencia se demuestra esta condición al registrar valores de coliformes totales superiores a los niveles aceptados en los Artículos 2.2.3.3.9.3 y 2.2.3.3.9.4 del Decreto 1076/2015. En caso que se requiera destinar el recurso para el consumo humano, es necesario realizar un tratamiento que garantice la completa desinfección.

Las concentraciones reportadas en los análisis de grasas y aceites e hidrocarburos totales indican la presencia de estos compuestos en las aguas subterráneas del área de influencia del Proyecto Metro de Bogotá.

En cuanto al contenido de **sólidos disueltos,** en las aguas subterráneas en función de la concentración de este parámetro, pueden ser clasificadas en aguas dulces, salobres, saladas o salmueras (LÓPEZ, J. *et al,* 2009). De acuerdo con los valores obtenidos, las aguas subterráneas monitoreadas en el área de influencia, se clasifican como aguas dulces por presentar niveles entre menores a 1000 mg/L. En la Tabla 5.2.1-128 se presenta la clasificación de las aguas.

Tabla 5.2.1-128 Clasificación de la calidad del agua subterránea

Tipo	TSD (mg/L)
Agua dulce	1000
Agua salobre	5000
Agua salada	40000
Agua salmuera	>40000

Fuente: LÓPEZ, J. et al, 2009. Las aguas subterráneas: un recurso natural del subsuelo

5.2.1.16.8 Niveles piezométricos

A lo largo del trazado del Proyecto de la PLMB, fueron instalados quince (15) piezómetros para medir las variaciones del nivel freático desde el 20 de mayo de 2017. Los piezómetros fueron instalados en algunas de las perforaciones exploratorias, obteniéndose los siguientes resultados

Tabla 5.2.1-129 Mediciones del nivel freático en los piezómetros instalados en algunas de las perforaciones del trazado de la PLMB

PIEZOMETRO	NF1	NF2	NF3	NF4	NF5	NF6	NF7
PT-AV68-1	3,10	4,39	4,20				
Fechas	31/07/2017	04/08/2017	14/08/2017				
PT-HOS-01	5,10	2,00					
Fechas	08/08/2017	14/08/2017					
PT-CLL10-01	1,88	1,88	2,76	1,90			
Fechas	30/06/2017	14/07/2017	04/08/2017	14/08/2017			
PT-CLL26-01	4,50	6,87	5,25				
Fechas	20/07/2017	04/08/2017	14/08/2017				
PT-CLL45-01	4,00	3,70	3,60	4,00	3,20	3,99	4,10
Fechas	19/06/2017	22/06/2017	26/06/2017	30/06/2017	14/07/2017	04/08/2017	14/08/2017
PT-CLL63-01	6,00	5,15	5,10	5,10	5,15	6,12	5,40
Fechas	03/06/2017	22/06/2017	26/06/2017	30/06/2017	14/07/2017	04/08/2017	14/08/2017
PT-CLL72-03	1,10	0,90	0,85	1,10	1,20	0,99	1,00
Fechas	20/05/2017	22/06/2017	26/06/2017	30/06/2017	14/07/2016	04/08/2016	14/08/2016
PT-PLMB-PT-02	6,20	4,80					
Fechas	05/08/2017	14/08/2017					
PT-PLMB-PT-03	5,40	2,20					
Fechas	08/08/2017	14/08/2017					
PT-PLMB-VDT-01	2,10	1,50					
Fechas	07/07/2017	23/08/2017					
PT-PLMB-VDT-03	5,50	4,68	4,71	4,90			

PIEZOMETRO	NF1	NF2	NF3	NF4	NF5	NF6	NF7
Fechas	30/06/2017	14/07/2017	04/08/2017	14/08/2017			
PT-PLMB-VDT-05	4,50	2,44	2,10				
Fechas	20/07/2017	04/08/2017	14/08/2017				
PT-PLMB-VDT-07	6,20	6,25	5,90	6,10	4,10	6,45	5,80
Fechas	14/06/2017	22/06/2017	26/06/2017	30/06/2017	14/07/2017	04/08/2017	14/08/2017
PT-PLMB-VDT-09	6,80	8,32	8,20	8,50	8,25	6,93	7,70
Fechas	06/06/2017	22/06/2017	26/06/2017	30/06/2017	14/07/2017	04/08/2017	14/08/2017
PT-PLMB-VDT-11	7,50	4,70	4,40	5,20	5,10	6,19	5,15
Fechas	31/05/2017	22/06/2017	26/06/2017	30/06/2017	14/07/2016	04/08/2017	14/08/2017

Las mediciones indican las variaciones de los niveles freáticos en los piezómetros, no son en general tan significativas. De los quince (15) piezómetros instalados, en diez (10) se pudo registrar la recuperación del nivel freático, con valores comprendidos entre 0,10 y 3,10 m; en cuatro (4) piezómetros se registró un descenso del nivel freático, con valores comprendidos entre -0,10 y -1,10 m y tan solo en un piezómetro (PT-CLLE10-01), el nivel freático se mantuvo prácticamente constante. Se puede establecer por tanto, que en un 66,7% de los sitios observados, el nivel freático se recuperó, en un 26,7% el nivel freático descendió y en 0,6% el nivel freático se mantuvo constante. También se evidencia que el nivel freático no corta la superficie del terreno, a lo largo del trazado de la PLMB, permitiendo establecer que no se tienen a lo largo de este, pozos saltantes o artesianos.

Debido a que en la ciudad se presentan hundimientos del suelo, como ocurre principalmente en algunas calles y avenidas del norte y el occidente, se aduce que este fenómeno es causado por la presencia de arcillas expansivas, la extracción de aguas subterráneas, la compactación o subsidencia del terreno, el crecimiento y la evapotranspiración de ciertas especies de árboles y la deficiencia de los materiales de construcción (Geología e Hidrogeología de Santafé de Bogotá y su Sabana, de Lobo-Guerrero, 1992).

En el trabajo de Lobo-Guerrero (1992) se indica que el nivel del agua subterránea en la cuenca de la Sabana está descendiendo debido a que las tasas de extracción de agua, supera las tasas de recarga de los acuíferos. Por tal motivo se han adelantado programas de monitoreo en la Sabana de Bogotá para hacer seguimiento al agotamiento de los acuíferos, ya que este proceso puede correlacionarse con el proceso de consolidación del depósito cuaternario. En 1996 se instaló una red de piezómetros dentro de la ciudad, que ha permitido tener un registro de lecturas que indican pérdidas significativas de presión en varios sectores. De igual manera se ha realizado estudios por parte de entidades como INGEOMINAS (actual Servicio Geológico Colombiano), Acueducto de Bogotá, Secretaría Distrital de Ambiente, Fondo de Prevención y Atención de Emergencias (FOPAE), algunas universidades y firmas de consultoría privadas, para identificar las propiedades hidrogeológicas y geotécnicas de los suelos de la Sabana de Bogotá.

Los estudios indican que efectivamente hay subsidencia en la ciudad de Bogotá, con tasas de asentamiento variable. En las mediciones realizadas por INGEOMINAS entre 2003 y 2007 en los puntos denominados como “Bogotá 3, 5, 8. 9. 11 y 15”, se determinó que la subsidencia varía entre 8,8 mm/año y 32,1 mm/año, a una tasa de 21 mm/año para el occidente de la ciudad. Sin embargo se observa una variación importante en las tasas registradas para diferentes puntos y se tiene un nivel de incertidumbre alto en esta estimación, teniendo en cuenta que en la zona industrial la cual

es cercana a un tramo del proyecto, se llevan a cabo actividades de extracción de agua en forma intensiva.

La extracción de agua de los acuíferos ocasiona un abatimiento de los niveles freáticos a nivel general en la Sabana. El bombeo de agua subterránea en un pozo produce conos de abatimiento que conllevan al desarrollo de procesos locales de deformación. Establecer la influencia de estos conos de abatimiento en las deformaciones en superficie, requiere de la conformación de un modelo integral de la zona de influencia del proyecto. Para implementar este modelo es necesario contar con el inventario detallado de los pozos existentes en la zona, que incluya información sobre niveles estáticos y dinámicos, espesor y características hidráulicas de los acuíferos y caudales de explotación. Otra información importante es la relacionada con las recargas inducidas por los drenajes naturales y los efectos de la infiltración del agua lluvia.

Para alcanzar este objetivo existe una limitación significativa ya que no se cuenta con un seguimiento periódico de los caudales de explotación, ni de los niveles de agua. Adicionalmente debe tenerse en cuenta que es probable que el número de pozos sea mucho mayor el registrado por la Secretaria de Ambiente.

Una aproximación conceptual al problema de deformaciones inducidas en superficie por la extracción de agua del subsuelo es la presentada por Suárez (2014), quien a partir de un modelo numérico tridimensional simplificado conformado por una capa de acuitardo de 75 m de espesor, subyacida por un acuífero de 77 m de espesor, presenta los conos de abatimiento para pozos de extracción distanciados aproximadamente 100 m, en donde resalta que la interacción entre conos varía en profundidad, siendo significativa dentro del acuífero y reduciéndose en el acuitardo dada su baja permeabilidad.

Como resultado de los análisis se obtienen deformaciones en superficie bajas, del orden de 5 mm, para un período de 5 años de bombeo. Sin embargo se resalta que esta respuesta está controlada por el espesor del acuitardo, su permeabilidad, los caudales extraídos y el período de extracción considerado. Dada la escasez de información y la incertidumbre en la información existente, es muy posible que la cuantificación anticipada del efecto de los conos de abatimiento en la zona tenga unos niveles de precisión muy bajos.

Con el propósito de instrumentar el comportamiento actual de los niveles freáticos y deformaciones debidos a las labores de extracción local y la respuesta de los materiales frente a eventos de carga y descarga, se han instalado a lo largo del corredor de la PLMB instrumentos piezométricos, para tener un seguimiento de la variación de los niveles de agua subterránea en la zona del proyecto y sus alrededores. Así mismo, para etapas posteriores del proyecto se recomienda la instalación de puntos de control topográfico a lo largo del corredor, con el objeto de avaluar las deformaciones verticales del terreno (asentamientos) por efectos de subsidencia.

En el Informe de Diseño Geotécnico de Cimentaciones del Proyecto (Documento ETPLMB-ET03-L02-IT-G-0001-RA), se presentan las investigaciones del subsuelo y los análisis y recomendaciones de diseño, construcción y conservación de las obras.

5.2.1.16.9 Vulnerabilidad a la contaminación de las aguas subterráneas por las actividades del proyecto

El término vulnerabilidad a la contaminación del acuífero es usado para representar las características intrínsecas que determinan la susceptibilidad de un acuífero a ser adversamente afectado por una carga contaminante (Foster, 1987).

En el estudio “Sistema de Modelamiento Hidrogeológico del Distrito Capital Bogotá”, de la Secretaría Distrital de Ambiente (2013), se evalúa la vulnerabilidad a la contaminación de los acuíferos en la Sabana de Bogotá mediante la metodología DRASTIC. En este estudio se tomó la información multi-temporal de la Secretaria Distrital de Ambiente (SDA).

- Capacidad de atenuación de la carga contaminante (2 variables)

- Suelo, es la parte más superficial de la zona no saturada, con espesores hasta 2 metros y su importancia radica en la capacidad de atenuación de la carga contaminante.
- Zona no saturada, es el espesor comprendido entre la superficie y el nivel freático y es considerado la primera defensa del acuífero, debido al retraso que puede generar en el transito del contaminante y generar procesos de atenuación.

- Resistencia o inaccesibilidad en sentido hidráulico (3 variables)

- Régimen hidráulico del acuífero, es el grado de confinamiento de las aguas que contienen y de acuerdo al tipo de acuífero (libre, confinado y semi-confinado).
- Profundidad del agua subterránea, es la profundidad a la cual se encuentra el agua subterránea, para los acuíferos libres es el nivel freático.
- Características litológicas, son la definición especifica del material que contiene la zona no saturada y las capas confinantes, teniendo en cuenta el grado de consolidación y el tipo de litología.

- Transporte de contaminantes (2 variables)

- Topografía, es un factor relevante en la evaluación de la vulnerabilidad de los acuíferos, dado que las variaciones de la superficie pueden permitir la evacuación de los contaminantes.
- Recarga potencial o neta, es el volumen de agua por unidad de área que ingresa al acuífero durante un periodo de tiempo.

El método DRASTIC (su nombre viene del inglés por cada una de las variables utilizadas en la metodología), para determinar la vulnerabilidad intrínseca, se define por:

D: Profundidad del agua subterránea
R: Recarga neta
A: Litología del acuífero
S: Tipo de suelo
T: Topografía
I: Impacto en el acuífero, naturaleza de la zona no saturada
C: Conductividad hidráulica

$$iV = (Dr*Dw)+(Rr*Rw)+(Ar*Aw)+(Sr*Sw)+(Tr*Tw)+(Ir*Iw)+(Cr*Cw)$$

iV: Índice de vulnerabilidad
r: Factor de clasificación o valoración
w: Factor de ponderación

- Generación de gráfica de variables

Se utilizó el software ArcGis, para la generación y estructuración de coberturas de cada una de las variables, elaborando un shape en formato raster, tomando como referencia principal el límite del modelo hidrogeológico de la Secretaría Distrital de Ambiente; así mismo se determinaron los rangos y las valoraciones de los parámetros de la metodología, de acuerdo al conocimiento de la zona de estudio. A continuación se presenta el proceso realizado por cada una de las variables de la metodología DRASTIC:

- D: Profundidad (m)

Inicialmente se analizó y determinó el método de interpolación más adecuado para la zona de estudio, comparando las diferentes metodologías de interpolación de datos usadas en ArcGis (kriging, natural neighbor, spline e IDW), siendo el IDW el más adecuado para el análisis de datos de profundidad (niveles estáticos) por época climática versus año, generando shapes de puntos, los cuales se procedieron, de forma individual, a interpolar por este método, generando capas tipo raster (con tamaños de celdas de 30 metros), las cuales se promediaron por año generando dos principales coberturas llamadas: prom_lluvia_Dr y prom_seca_Dr, siendo estas las primeras variables de la metodología a desarrollar.

Los rangos a utilizar para esta variable de acuerdo al método empleado, se describen en la siguiente tabla:

Tabla 5.2.1-130 Factor de valoración de la variable profundidad

D: PROFUNDIDAD (m)	Dr
0 - 1,5	10
1 ,5 - 4,6	9
4,6 - 9,1	7
9,1 - 15,2	5
15,2 - 22,9	3
22,9 - 30,5	2
> 30,5	1

*Fuente: Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial. 2010

- R: Recarga (mm)

Para esta variable se adecuaron los rangos, de acuerdo a la zona de estudio y a la experiencia desarrollada por la Secretaría Distrital de Ambiente, calculando una recarga potencial en formato raster; por lo tanto en la Tabla 5.2.1-131. Se especifican los valores y los rangos para el área de interés:

Tabla 5.2.1-131 Factor de valoración de la variable recarga potencial

R: RECARGA POTENCIAL (mm)	Rr
< -200	4
-199 a -100	3
-100 a 0	1
0 a 100	2
100 a 200	3
200 a 300	4
300 a 400	5

R: RECARGA POTENCIAL (mm)	Rr
400 a 500	6
500 a 600	7
> 600	8

*Fuente: Secretaría Distrital de Ambiente. Sistema de Modelamiento Hidrogeológico para el Distrito Capital. 2012

- A: Litología del Acuífero

Para esta variable también se adecuaron los valores típicos, de acuerdo a los rangos de la metodología, a la zona de estudio y a la experiencia desarrollada por la Secretaría Distrital de Ambiente, en la elaboración del Sistema de Modelamiento Hidrogeológico para el Distrito Capital, partiendo de la geología desarrollada a escala 1:25.000 y generando una cobertura tipo raster; por lo tanto en la Tabla 5.2.1-132. Se especifican los valores y los rangos para el área de interés:

Tabla 5.2.1-132 Factor de valoración de la variable litología del acuífero

A: LITOLOGÍA DEL ACUÍFERO*	Ar
Lutita masiva	1 - 3
Arenas y gravas de origen glaciar	4 - 6
Secuencias de arenisca, caliza y lutitas	5 - 9
Arenisca masiva	4 - 9
Arena o grava	4 - 9

*Fuente: Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial. 2010

- S: Tipo de Suelo

Se tuvieron en cuenta los valores y las descripciones de la variable tipo de suelo, de acuerdo a la metodología DRASTIC y al área de estudio para generar una cobertura tipo raster; valores que se describen en la siguiente tabla.

Tabla 5.2.1-133 Factor de valoración de la variable tipo de suelo

S: TIPO DE SUELO	Sr
Delgado o ausente	10
Grava	10
Arena	9
Agregado arcilloso o compacto	7
Arenisca margosa	6
Marga	5
Limo margoso	4
Arcilla margosa	3
Estiércol-cieno	2
Arcilla no compacta y no agregada	1

*Fuente: Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial. 2010

- T: Pendiente (%)

Es la pendiente del terreno en forma porcentual, de acuerdo a la topografía de la zona, temando en cuenta la valoración asignada en la metodología, lo que generó una cobertura tipo raster; rangos y valores que se describen en la siguiente tabla.

Tabla 5.2.1-134 Factor de valoración de la variable tipo de suelo

T: PENDIENTE (%)	Tr
0 - 2	10
2 - 6	9
6 - 12	5
12 - 18	3
> 18	1

*Fuente: Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial. 2010

- I: Naturaleza de la Zona No Saturada

Para esta variable se adecuaron los valores típicos, los rangos según la metodología, de acuerdo a la zona de estudio y a la experiencia desarrollada por la Secretaría Distrital de Ambiente, partiendo de la geología desarrollada a escala 1:25.000 y generando una cobertura tipo raster; por lo tanto en la Tabla 5.2.1-135 se especifican los valores y los rangos para el área de interés:

Tabla 5.2.1-135 Factor de valoración de la variable naturaleza de la zona no saturada

I: NATURALEZA DE ZONA NO SATURADA	Ir
Capa confinante	1
Arcilla - limos	2 - 6
Lutita	2 - 5
Liditas	2 - 6
Arenisca	4 - 8
Secuencia de arenas y arcillas	2 - 6
Arena o grava	4 - 8
Secuencia de areniscas, arcillolitas y lutitas	4 - 8

*Fuente: Secretaría Distrital de Ambiente. Sistema de Modelamiento Hidrogeológico para el Distrito Capital. 2012

- C: Conductividad Hidráulica (m/día)

Se tomaron en cuenta los valores y los rangos de la variable conductividad hidráulica, de acuerdo a la metodología planteada y al área de estudio, generando una cobertura tipo raster, pero teniendo en cuenta la experiencia adquirida en el desarrollo del Sistema de Modelamiento Hidrogeológico para el Distrito Capital, se considera que existe una sobreestimación de este parámetro dentro de la metodología y se sugiere seguirlo analizando; los valores se describen en la siguiente tabla.

Tabla 5.2.1-136 Factor de valoración de la variable conductividad hidráulica

C: CONDUCTIVIDAD HIDRÁULICA (m/día)	Cr
0,04 - 4,08	1
4,08 - 12,22	2
12,22 - 28,55	3
28,55 - 40,75	6
40,75 - 81,49	8
> 81,49	10

*Fuente: Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial. 2010

- Desarrollo de la Metodología DRASTIC

Posterior a regionalizar cada una de las variables en el software ArcGis, generando un total de 8 coberturas tipo raster, esto debido a que la metodología plantea 7 variables pero para el presente estudio se incluyó la variable profundidad dos veces, una para la temporada de alta precipitación y la otra para la temporada de baja precipitación, por lo tanto se procede a plantear la ecuación del método DRASTIC, que viene definida por:

$$iV = (Dr*Dw)+(Rr*Rw)+(Ar*Aw)+(Sr*Sw)+(Tr*Tw)+(Ir*Iw)+(Cr*Cw)$$

Para los factores de ponderación según la metodología, se tomaron los datos para el tipo de contaminante no pesticida, según el comportamiento del área de estudio, los cuales vienen definidos en la Tabla 5.2.1-137:

Tabla 5.2.1-137 Factores de ponderación para el método DRASTIC

Factores de ponderación							
Tipo de contaminante	Dw	Rw	Aw	Sw	Tw	Iw	Cw
No Pesticida	5	4	3	2	1	5	3

*Fuente: Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial. 2010

Determinando así dos planos a escala 1:50.000, con datos estadísticos para las temporadas de alta y baja precipitación, como se muestra en la Tabla 5.2.1-138:

Tabla 5.2.1-138 Estadísticas de la variable profundidad por temporada de precipitación

Temporada de alta precipitación		Temporada de baja precipitación	
ESTADÍSTICO	VALOR	ESTADÍSTICO	VALOR
Valor Mínimo	34	Valor Mínimo	34
Valor Máximo	142	Valor Máximo	147
Media	68,64	Media	69,39
Desviación Estándar	17,332	Desviación Estándar	17,948

Lo que conlleva a establecer que para el área de interés, el valor máximo de vulnerabilidad es de 147, lo que considera la metodología una zona de vulnerabilidad moderada, de acuerdo a los grados de vulnerabilidad planteados por la metodología, por tanto se establece que para el Distrito Capital se cuenta con tres grados de vulnerabilidad según la Tabla 5.2.1-139 (ver Anexo 5.2.1.14 Plano ETPLMB-ET19-L04-PLA-G-0006_RA).

Tabla 5.2.1-139: Grados de Vulnerabilidad – Método DRASTIC

Vulnerabilidad general	
Grado	Vulnerabilidad
Muy Bajo	23 - 64
Bajo	65 - 105
Moderado	106 - 146
Alto	147 - 187
Muy Alto	188 - 230

*Fuente: Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial. 2010

- Temporada de alta precipitación

Como muestra el mapa de zonificación para la temporada de alta precipitación, se determinaron tres grados de vulnerabilidad en el área de estudio, los cuales vienen definidos por: vulnerabilidad muy baja (valores de 23-64),identificada principalmente en la zona sur-occidental del Distrito Capital, que comprende en totalidad las localidades de Fontibón, Puente Aranda, Kennedy, Bosa, Antonio Nariño y Tunjuelito; y parte importante de las localidades de Rafael Uribe Uribe, Los Mártires y Teusaquillo. Con una vulnerabilidad baja (valores de65-105) en la zona noroccidental y parte sur-oriental, donde se encuentran las localidades de Suba y Barrios Unidos, parte de Engativá, Usaquén, Teusaquillo, Santa Fe y San Cristóbal; y con una vulnerabilidad moderada (valores de 106-147) distribuida en las zonas nororiental y sur oriental, donde se encuentra la localidad de Candelaria y en pequeños porcentajes las localidades de Usaquén, Los Mártires, Teusaquillo, Usme y Ciudad Bolívar, estas últimas zonas son las que se deben plantear como prioritarias en la gestión a realizar en el programa de evaluación, control y seguimiento que realiza la Secretaria Distrital de Ambiente en su jurisdicción.

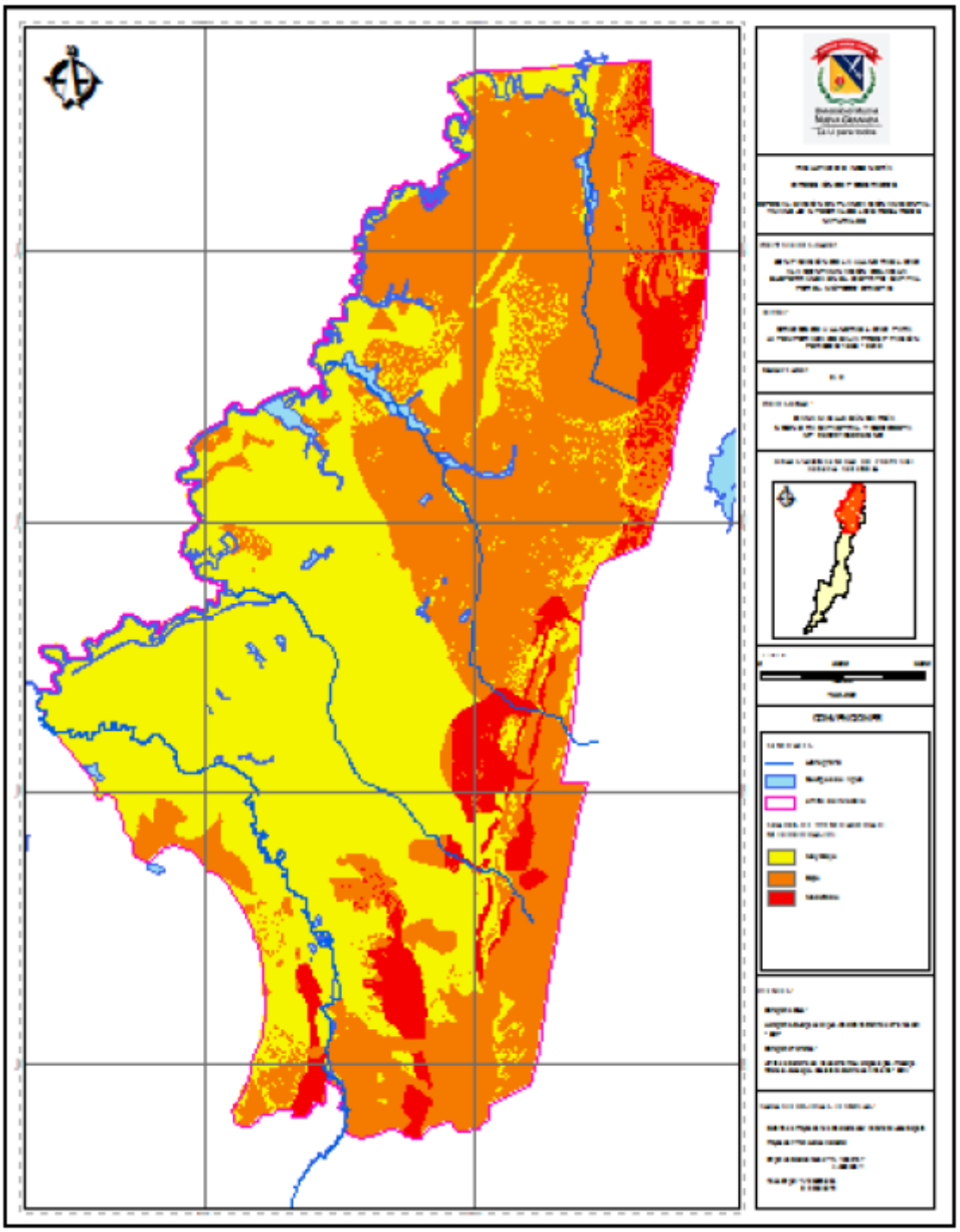


Figura 5.2.1-105 Vulnerabilidad de acuíferos en temporada de alta precipitación.
Fuente: Estudio “Sistema de Modelamiento Hidrogeológico del Distrito Capital Bogotá” (Secretaría Distrital de Ambiente, 2013)

- **Temporada de baja precipitación**

Equivalente al mapa anterior, se presenta la zonificación para la temporada de baja precipitación, determinando tres grados de vulnerabilidad en el área de estudio, iguales a las definidas anteriormente: muy baja (valores de 23-64), donde las localidades identificadas son las mismas que en la temporada de alta precipitación, con una pequeña ampliación en la localidad de Engativá hacia el noroccidente. Con una vulnerabilidad baja (valores de 65-105) se identifican las mismas localidades del mapa anterior; y con una vulnerabilidad moderada (valores de 106-147) se encuentra la localidad de Candelaria y los porcentajes de la localidad de Usaquén aumentan hacia el nororiente del Distrito Capital, siendo estas últimas zonas las que se deben plantear como prioritarias en la gestión a realizar en el programa de Evaluación, control y seguimiento que realiza la Secretaria Distrital de Ambiente en su jurisdicción

Según lo anterior, durante las dos temporadas de baja y alta precipitación, la vulnerabilidad a la contaminación del recurso hídrico subterráneo (DRASTIC) presenta las mismas condiciones de vulnerabilidad por lo tanto se ha tomado un solo mapa de vulnerabilidad por el método DRASTIC.

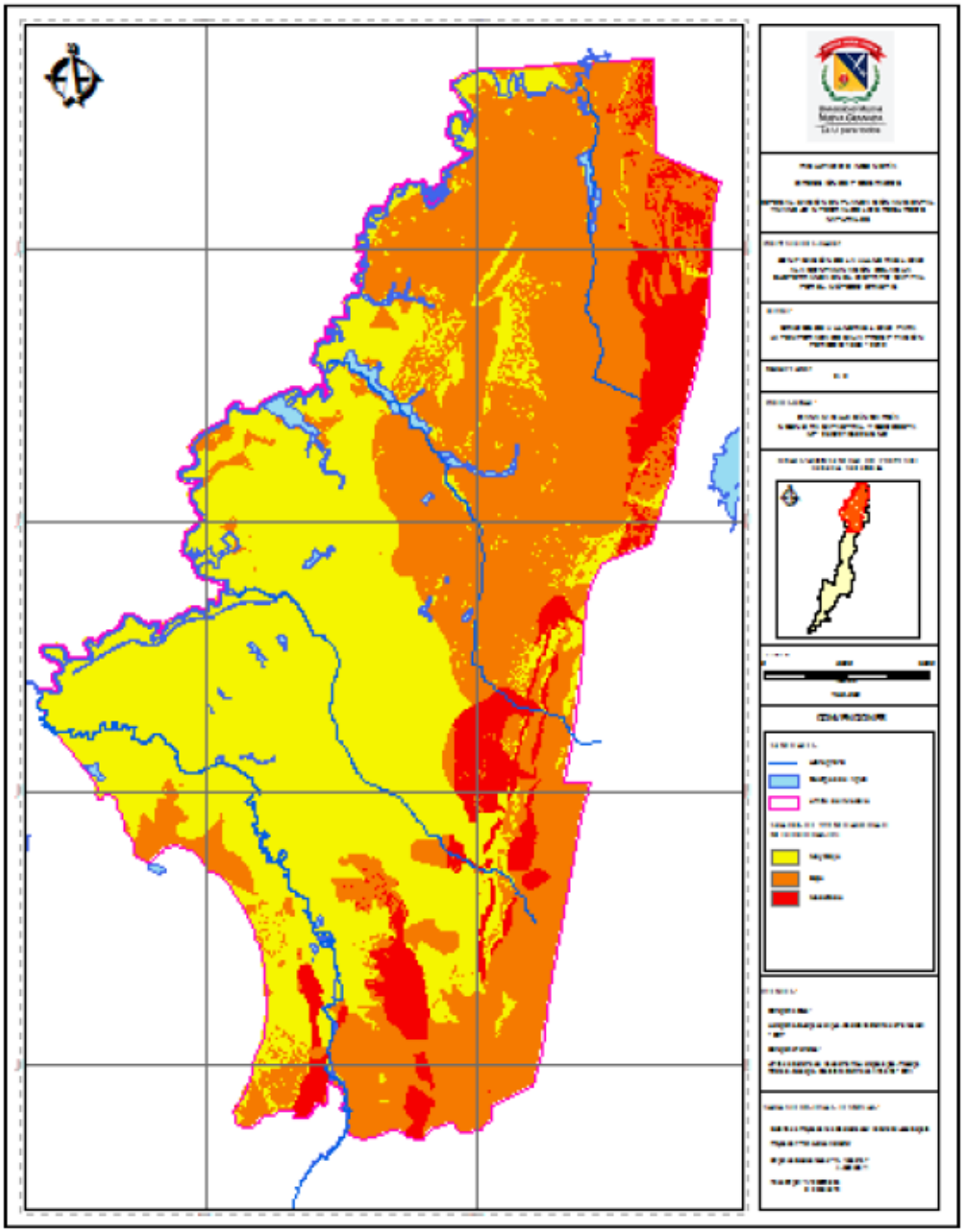


Figura 5.2.1-106 Vulnerabilidad de acuíferos en temporada de baja precipitación.
Fuente: Estudio “Sistema de Modelamiento Hidrogeológico del Distrito Capital Bogotá” (Secretaría Distrital de Ambiente, 2013)

Siguiendo la metodología DRASTIC, se evaluó la vulnerabilidad de los acuíferos a la contaminación, localizados en el área de influencia indirecta del proyecto de PLMB (ver Anexo 5.2.1.14 Plano ETPLMB-ET19-L04-PLA-G-0006_RA).

De acuerdo a los resultados de esta evaluación, se establece que la vulnerabilidad de los acuíferos a la contaminación es: i) Muy baja en una extensión de 8257,39 hectáreas, equivalente al 74.68% del área de influencia indirecta, ii) Baja en una extensión de 1732,11 hectáreas, equivalente al 15,66% del área de influencia indirecta y iii) Moderada en una extensión de 1068,60 hectáreas, equivalente al 9,66% del área de influencia indirecta. Las zonas donde la vulnerabilidad de los acuíferos es muy baja se localizan al centro y occidente de la ciudad, mientras que las zonas de vulnerabilidad baja y moderada son las localizadas al oriente de la misma, aproximadamente paralela a los Cerros Orientales. Incide en estos resultados las siguientes causas:

- Los valores de precipitación media anual son bajos hacia el occidente de la ciudad, en inmediaciones del curso del río Bogotá y van aumentado hacia el oriente, alcanzando los valores más altos en los Cerros Orientales.
- Similarmente, los valores más bajos de infiltración, inclusive negativos, se encuentran al occidente de la ciudad, donde se encuentra el curso del río Bogotá y van incrementando hacia el oriente, con valores máximos en la zona de los Cerros Orientales,
- El nivel freático es en general, más alto al oriente de la ciudad, en proximidad a los cerros y va descendiendo paulatinamente hacia el occidente.
- En la zona de piedemonte de los Cerros Orientales se localizan depósitos cuaternarios más permeables, debido a que su litología incluye además de arcillas y niveles de turba, abundantes intercalaciones de niveles de arenas y gravas permeables, como los que conforman el Complejo de Conos.
- Alejándose de los Cerros Orientales, se encuentra la Formación Sabana y los Depósitos de Llanura de Inundación, los cuales están conformados principalmente por arcillas y limos, con intercalaciones de arena fina, arenas arcillosas y arenas limosas.

Con relación al área de influencia directa del trazado del Proyecto de la PLMB, se establece con base en los resultados obtenidos aplicando la metodología DRASTIC, que el Tramo 1 se localiza mayoritariamente en el área donde los acuíferos presentan vulnerabilidad muy baja a la contaminación y relativamente una baja proporción en la zona donde los acuíferos presentan vulnerabilidad a la contaminación, mientras que el Tramo 2, se localiza tanto en zonas donde los acuíferos presentan vulnerabilidad moderada y baja a la contaminación (ver Anexo 5.2.1.14 Plano ETPLMB-ET19-L04-PLA-G-0006_RA).

En este sentido se define que:

- El Tramo 1 desde el Patio-Taller hasta la abscisa K12+200, incluyendo el Portal Américas y las Estaciones Villa Blanca, Palenque, Avenida Boyacá, Avenida 68, Rosario, NQS, Santander y Hospitales, se localizan en la zona de vulnerabilidad muy baja.
- El Tramo 1 en el sector comprendido entre las abscisas K12+200 y K14+700, incluyendo las estaciones Centro Histórico y Central, se localiza en un área donde los acuíferos presentan vulnerabilidad moderada a la contaminación.
- El Tramo 2, entre las abscisas K14+700 y K16+650, incluyendo la estación Calle 45, se localiza en el área de vulnerabilidad moderada y entre las abscisas K16+650 y K20+308, incluyendo las estaciones Calle 63, Calla 72 y Tramo de Maniobras, se localiza en el área de vulnerabilidad baja.

Las zonas de vulnerabilidad de los acuíferos a la contaminación, interceptadas por el trazado del Proyecto de PLMB, se muestran igualmente en el Anexo 5.2.1.14 Plano ETPLMB-ET19-L04-PLA-G-0006_RA.

5.2.1.16.10Criterios de selección de los puntos de monitoreo aguas subterráneas

La selección de los puntos de monitoreo se realizó a partir de la identificación de los tipos de acuíferos, unidades geológicas con mayor potencial de permeabilidad, áreas con mayor capacidad de infiltración y niveles freáticos superficiales (< 20 m), en el área del proyecto, estos criterios se describen en el Capítulo 4.1 sobre caracterización geológica e hidrogeológica del área de estudio.

Puntos de monitoreo de aguas subterráneas

Con el fin de evaluar la calidad del agua subterránea identificado en el área de influencia del proyecto, se realizó una campaña de monitoreos puntuales de dichas aguas. A continuación, se presenta la identificación de los puntos monitoreados a lo largo del trazado del proyecto.

Tabla 5.2.1-140 Georeferenciación puntos de monitoreo - aguas subterráneas

Puntos de monitoreo	ID	Coordenadas		Fotografía
		Norte	Oeste	
Villavicencio – Primera de Mayo	2010128-13	04°36'57,2" N	74°08'46,6" O	
PT-AV68-1	2010128-14	04°36'34,4" N	74°77'46,6." O	
PT-PLMB-VDT-01	2010128-15	04°36'04,9" N	74°04'53,4" O	

Puntos de monitoreo	ID	Coordenadas		Fotografía
		Norte	Oeste	
PT-CLL63-01	2010128-18	04°38'53,0" N	74°03'54,4" O	
PT-PLMB-VDT-11	2010128-17	04°39'04,3" N	74°03'31,3" O	
PT-CLL72-03	2010128-19	04°39'39,8" N	74°03'41,8" O	
PT-CLL42	2010128-20	04°39'39,8" N	74°03'41,8" O	

Puntos de monitoreo	ID	Coordenadas		Fotografía
		Norte	Oeste	
PT-PLMB-VDT-07	2010128-24	04°37'43,0" N	74°04'06,3" O	
PT-PLMB-VDT-05	2010128-23	04°37'11,2" N	74°04'12,2" O	
PT-PLMB-VDT-03	2010128-22	04°36'32,0" N	74°04'33,5" O	
PT-CLL26-01	2010128-21	04°36'46,5" N	74°04'26,7" O	

5.2.1.16.11Metodología Análisis Fisicoquímicos

Parámetros medidos y Metodología Aplicada.

Los métodos aplicados para las mediciones in situ y análisis en laboratorio se basaron en los consignados en el "Standard Methods for examination of water and wastewater - AWWA, APHA, WEF" y la EPA, estos métodos se describen para cada parámetro a continuación en la Tabla 5.2.1-141.

Tabla 5.2.1-141 Parámetros evaluados, métodos y referencia

Parámetro	Método	Referencia
pH	Electrométrico	Standard Methods for examination of water and wastewater AWWA APHA WEF, 4500 H+B (ED 22 2012)
Temperatura	TermóMetro	Standard Methods for examination of water and wastewater - AWWA, APHA, WEF, 2550 B (ED 22 2012)
Conductividad	Sonda	Standard Methods for examination of water and wastewater - AWWA, APHA, WEF, 2510 B (ED 22 2012)
Oxígeno disuelto	Sonda	Standard Methods for examination of water and wastewater - AWWA, APHA, WEF, 4500 O G (ED 22 2012)
Nitrógeno Kjeldah	Volumétrico	Standard Methods for examination of water and wastewater AWWA APHA WEF S.M. 4500-NH3 B y C
Grasas y aceites	Partición/infrarrojo	NTC 3362 Método C
Hidrocarburos Totales	Partición/infrarrojo	NTC 3362 Método C - S.M. 5520-F - Partición/Infrarrojo - 2.1 mg HT/L - A
Demanda bioquímica de oxígeno DBO5	Luminiscencia	Standard Methods for examination of water and wastewater AWWA APHA WEF S.M. 5210 B,ASTM 888-09
Demanda Química de oxígeno	Fotometrico	Standard Methods for examination of water and wastewater AWWA APHA WEF S.M. 5220 D
Tensoactivos	Fotometrico	Standard Methods for examination of water and wastewater AWWA APHA WEF S.M. 5540 C
Coliformes fecales	Microbiológico	Standard Methods for examination of water and wastewater S.M. 9223 B Modificado NMP/100
Coliformes totales	Microbiológico	Standard Methods for examination of water and wastewater S.M. 9223 B NMP/100
Fósforo total,	Colorimétrico	Standard Methods for examination of water and wastewater S.M. 4500-P B, E
Turbiedad	Nefelómetrico	Standard Methods for examination of water and wastewater S.M. 2130 B
Sólidos disueltos	Gravimetrico	Standard Methods for examination of water and wastewater S.M. 2540 C
Sólidos suspendidos	Gravimetrico	Standard Methods for examination of water and wastewater S.M. 2540 D

Parámetro	Método	Referencia
Sólidos sedimentables	Volumetrico	Standard Methods for examination of water and wastewater S.M. 2540 C

5.2.1.16.12Análisis in situ aguas subterráneas

Las aguas subterráneas monitoreadas en el área de influencia del proyecto, reportaron las siguientes concentraciones de pH. Ver Figura 5.2.1-107.

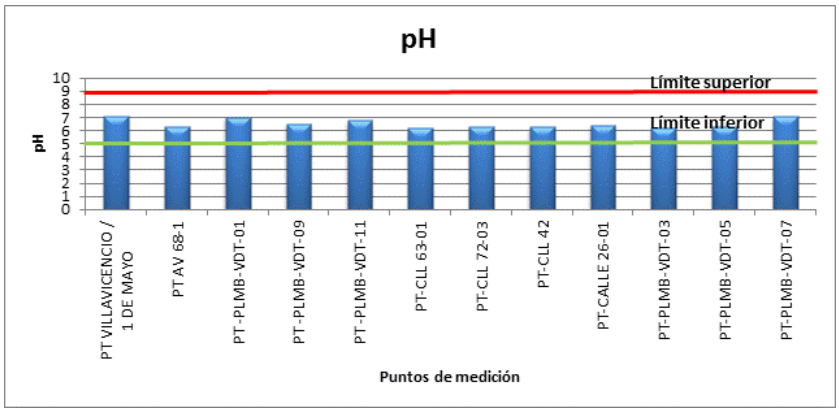


Figura 5.2.1-107 Concentraciones de pH. En Aguas Subterráneas

De acuerdo a la normatividad colombiana (Decreto 1076/2015 Sección 9 capítulo 3, ordenamiento del recurso hídrico y vertimientos art 2.2.3.3.9.3) se establece como límite inferior 5 unidades y límite superior, 9 unidades. Los resultados arrojaron que las aguas se encuentran dentro de los parámetros establecidos.

Referente al contenido de oxígeno disuelto, los piezómetros monitoreados en el área de influencia registran valores entre 0 mgO_2/L y 5 mgO_2/L, los cuales son relativamente altos para este tipo de aguas, teniendo en cuenta que las aguas subterráneas suelen estar poco oxigenadas debido al bajo intercambio gaseoso con la atmósfera y la baja producción fotosintética (MARÍN, R. 2003). Solamente en las agua recolectadas en los pozos PT-PLMB-VDT-09, PT-CLL 63-01, PT-CALLE 26-01, PT-PLMB-VDT-03, PT-PLMB-VDT-07 reporta nula la presencia de este gas (0.0 mgO_2/L).

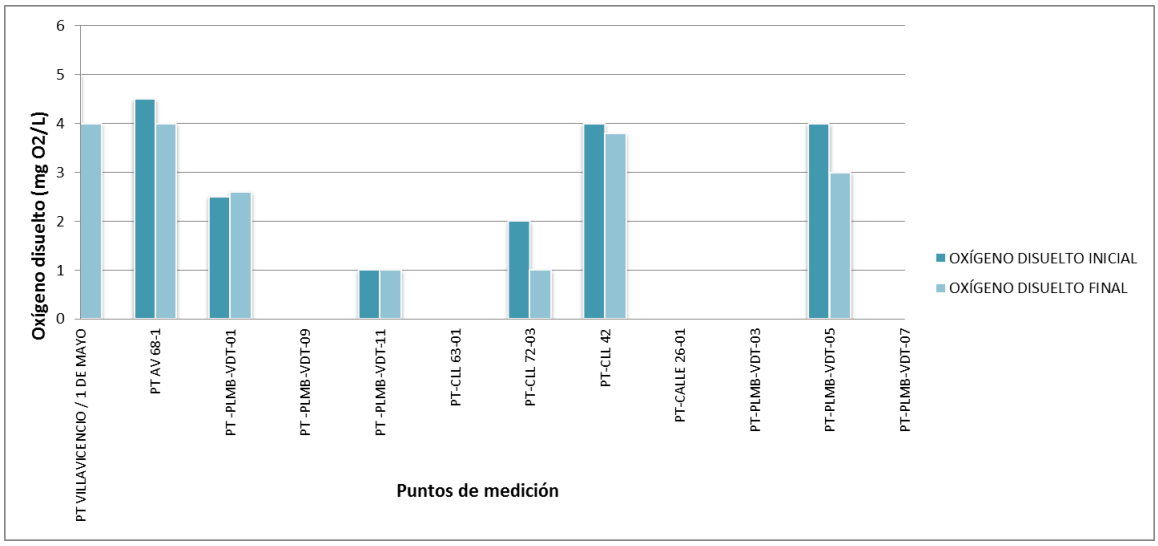


Figura 5.2.1-108 Oxígeno disuelto en aguas subterráneas

Las aguas subterráneas contienen en estado natural una serie de sales disueltas, provenientes de los diversos materiales del suelo y subsuelo (FAO, 1992), los cuales a su vez son indicativos indirectos de la mineralización del agua (conductividad y sólidos disueltos).

En referencia a lo anterior, a continuación se presenta la clasificación del grado de mineralización de las aguas:

Tabla 5.2.1-142 Escala de conductividad

Conductividad	Grado de mineralización
< 100 µS/cm	Muy Débil
100 < 200 µS/cm	Débil
200 < 333 µS/cm	Media acentuada
333 < 666 µS/cm	Media
666 < 1000 µS/cm	Mineralización importante
>1000 µS/cm	Mineralización excesiva

Fuente: RODIER, J. 1998. Análisis de las aguas: aguas naturales, aguas residuales, aguas de mar

Los resultados arrojaron que las aguas monitoreadas se clasifican en débil (PT-PLMB-VDT-11, PT-PLMB-VDT-05), media acentuada (PT-PLMB-VDT-07, PT-PLMB-VDT-09, PT-CLL-63-01, PT-CLL-72-03, PT-CLL42), media (PT-CALLE 26-01, PT-PLMB-VDT-03, PT-PLMB-VDT-07) y mineralización excesiva (PT VILLAVICENCIO / 1 DE MAYO).

Respecto a la temperatura de las aguas medidas, presentaron un promedio de 17,3°C. Los resultados obtenidos en la campaña de medición se presentan en la Figura 5.2.1-109.

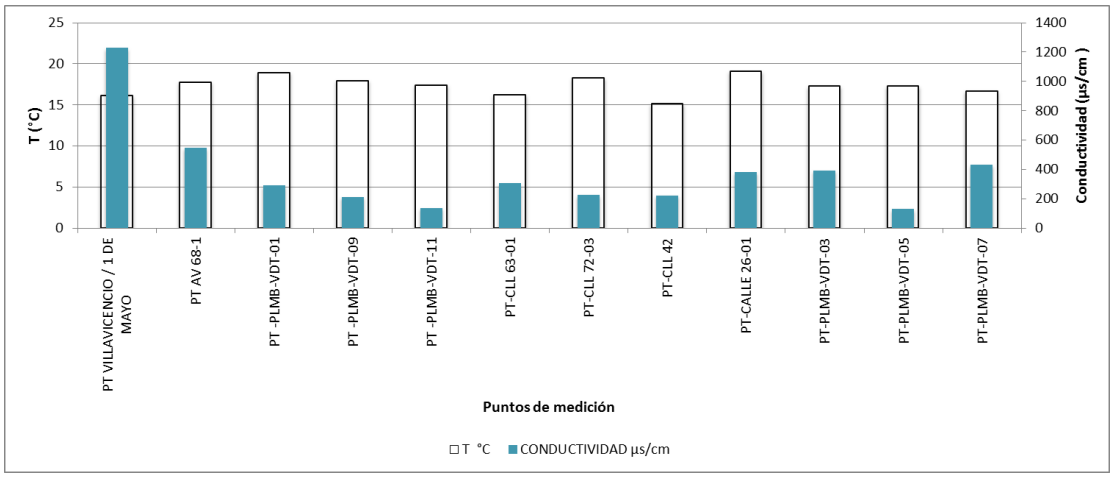


Figura 5.2.1-109 Temperatura y conductividad de agua subterránea

Tabla 5.2.1-143 Resultados in situ aguas subterráneas área de influencia proyecto construcción Metro de Bogotá

AGUAS SUBTERRÁNEAS	ID MUESTRA	PT VILLAVICENCIO / 1 DE MAYO	PT AV 68-1	PT -PLMB-VDT-01	PT -PLMB-VDT-09	PT -PLMB-VDT-11	PT-CLL 63-01	PT-CLL 72-03	PT-CLL 42	PT-CALLE 26-01	PT-PLMB-VDT-03	PT-PLMB-VDT-05	PT-PLMB-VDT-07	DECRETO 1076/2015 SECCIÓN 9 CAP 3, ORDENAMIENTO DEL RECURSO HÍDRICO Y VERTIMIENTOS ART 2.2.3.3.9.3	DECRETO 1076/2015 SECCIÓN 9 CAP 3, ORDENAMIENTO DEL RECURSO HÍDRICO Y VERTIMIENTOS ART 2.2.3.3.9.4
	FECHA DE MUESTREO	07-08-17	07-08-17	07-08-17	07-08-17	07-08-17	07-08-17	07-08-17	07-08-17	07-08-17	07-08-17	07-08-17	07-08-17		
COMPONENTE	UNIDAD	2010128-13	2010128-14	2010128-15	2010128-16	2010128-17	2010128-18	2010128-19	2010128-20	2010128-21	2010128-22	2010128-23	2010128-24		
ANÁLISIS IN SITU															
OXÍGENO DISUELTO INICIAL	mg O2/L	5	4,5	2,5	0	1	0	2	4	0	0	4	0	NR	NR
OXÍGENO DISUELTO FINAL		4	4	2,6	0	1	0	1	3,8	0	0	3	0	NR	NR
PH / T (°C)	Uni, pH	7,11/16,10	6,31/17,77	7,04/18,91	6,53/17,96	6,75/17,42	6,19/16,20	6,34/18,26	6,3/15,1	6,45/19,05	6,16/17,25	6,32/17,27	7,09/16,63	5,0-9,0	6,5-8,5
TEMPERATURA DEL AGUA	°C	16,1	17,77	18,91	17,96	17,42	16,2	18,26	15,1	19,05	17,25	17,3	16,6	NR	NR
CONDUCTIVIDAD	µs/cm	1227	546,9	288,3	212,7	136,9	303,9	223,7	222,7	380,9	391,6	127,9	432,5	NR	NR

5.2.1.16.13Análisis físico químico aguas subterráneas

Los resultados son comparados con las normativas colombianas vigentes:

- Decreto 1076 de 2015: Capítulo 3 Ordenamiento Del Recurso Hídrico - Sección 9 Disposiciones transitorias expedida por el Ministerio de ambiente y desarrollo sostenible en los artículos 2.2.3.3.9.3 y 2.2.3.3.9.4.

El Nitrógeno total corresponde a la suma de los valores de nitratos, nitritos y nitrógeno amoniacal presentes en el agua. En cuanto a la norma colombiana Decreto 1594 de 1984, cuando el recurso es destinado a consumo humano, la concentración de amoniaco debe ser menor o igual a 1 mg/L de N y la de nitratos y nitritos 10 mg/L de N.

Para el caso de las aguas medidas en la zona de influencia de la PLMB se presentaron valores entre 0-10 mg/L de Nitrógeno total. Las aguas monitoreadas en el área de influencia del proyecto, reportaron las siguientes concentraciones de fósforo total y Nitrógeno total:

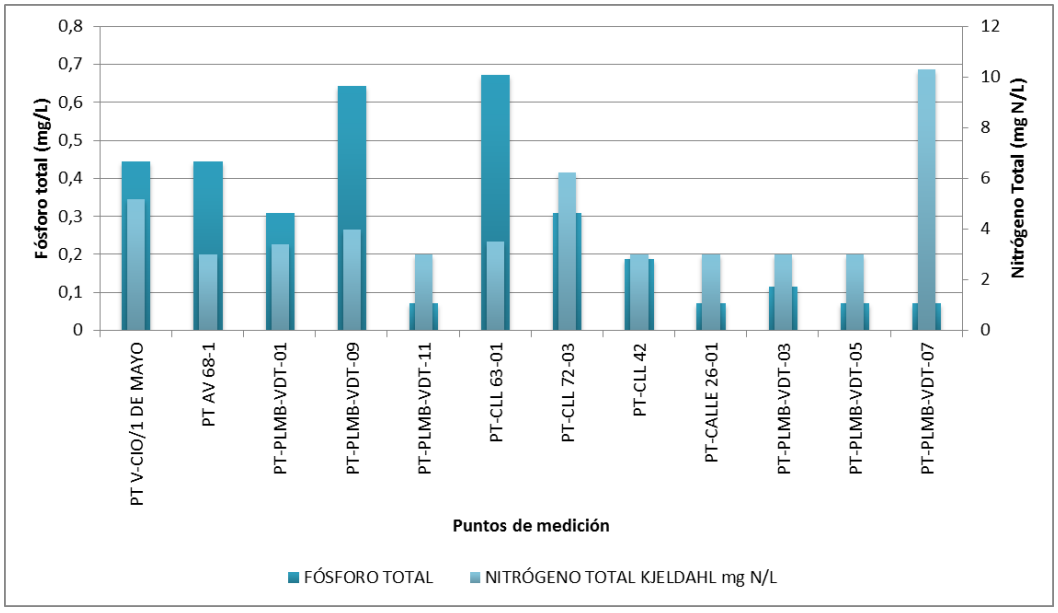


Figura 5.2.1-110 Concentraciones de Fósforo y Nitrógeno Total

Las grasas y aceites son compuestos orgánicos constituidos principalmente por ácidos grasos de origen animal y vegetal, así como los hidrocarburos del petróleo. Aunque la norma no establece un límite permisible para este componente, se encontró en dos (2) puntos de medición una alta concentración de grasas y aceites (41.1 mg/l en PT-PLMB-VDT-11 y 43.8 mg/L en PT-PLMB-VDT-07). Respecto a los hidrocarburos totales, el análisis arrojó que el punto PT-PLMB-VDT-07 supera los 35 mg/L.

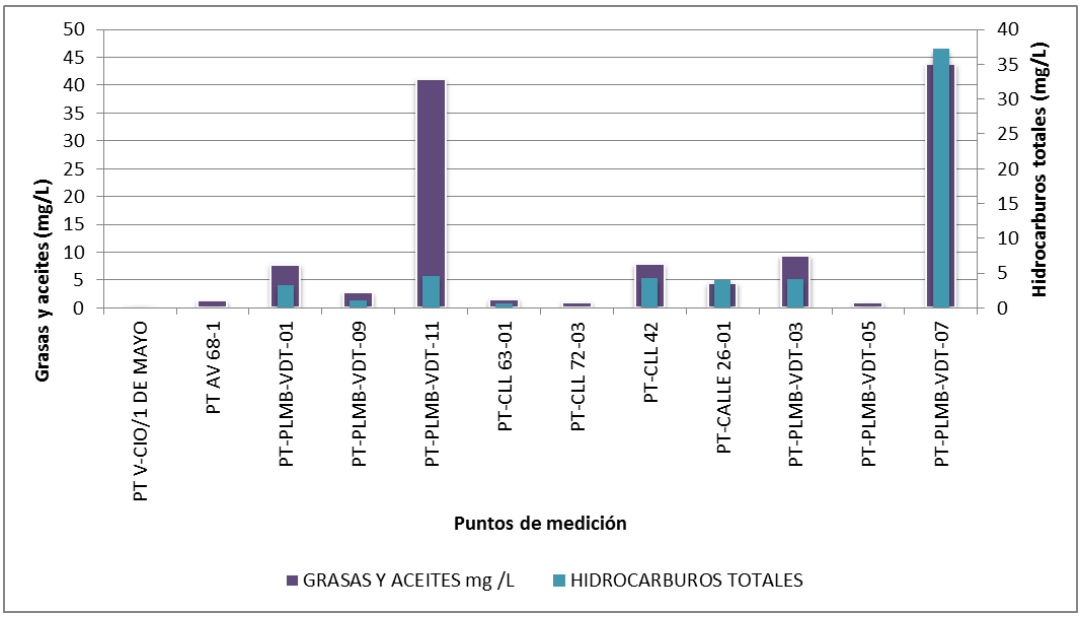


Figura 5.2.1-111 Concentraciones de grasas y aceites

Los sólidos disueltos lo constituyen las sales que se encuentran presentes en el agua y que no pueden ser separados del líquido por algún medio físico, tal como: sedimentación, filtración, etc. La mayor concentración de sólidos disueltos se encontraron en las muestras PT-Villavicencio/1 de mayo (685 mg/L), PT AV68-1 (680 mg/L) y PT CLL 42 (588 mg/L)

En cuanto al contenido de sólidos disueltos, en función de la concentración de este parámetro, pueden ser clasificadas en aguas dulces, salobres, saladas o salmueras (LÓPEZ, J. *et al,* 2009). De acuerdo con los valores obtenidos, las aguas subterráneas monitoreadas en el área de influencia, se clasifican como aguas dulces por presentar niveles entre menores a 1000 mg/L. En la Tabla 5.2.1-144 se presenta la clasificación de las aguas.

Tabla 5.2.1-144 Clasificación de la calidad del agua subterránea

Tipo	TSD (mg/L)
Agua dulce	1000
Agua salobre	5000
Agua salada	40000
Agua salmuera	>40000

Fuente: LÓPEZ, J. et al, 2009. Las aguas subterráneas: un recurso natural del subsuelo

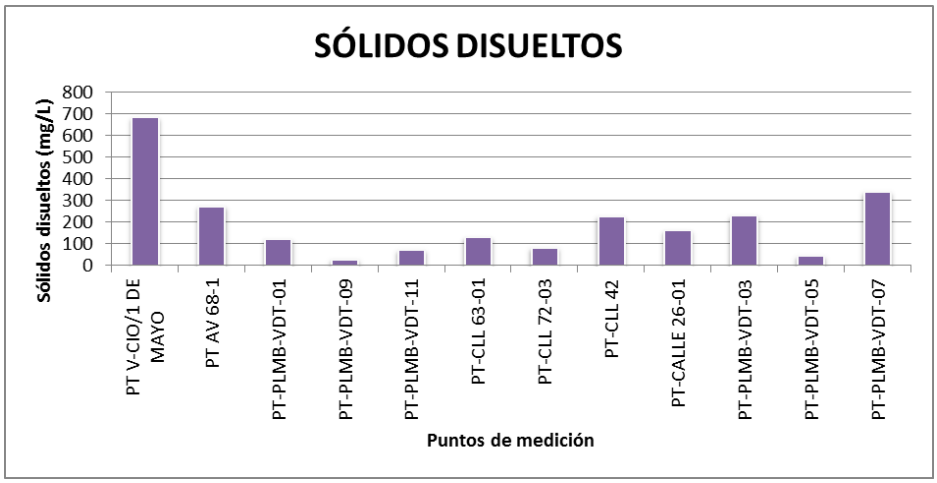


Figura 5.2.1-112 Concentraciones de sólidos disueltos

En cuanto a los sólidos suspendidos, estos se encuentran en fase sólida en el agua en forma de coloides o partículas sumamente finas y son transportados gracias a la acción de arrastre y soporte del movimiento del agua. Las mediciones arrojaron que el punto PT-Villavicencio/1 de mayo presenta una concentración de 6435 mg/L. La normatividad colombiana ha establecido un límite permisible de dicho parámetro.

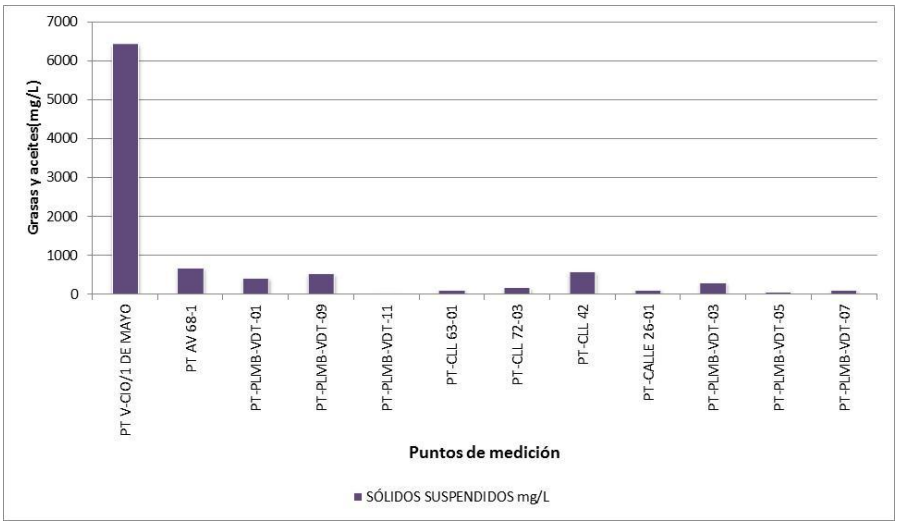


Figura 5.2.1-113Concentraciones de sólidos suspendidos

Análisis bacteriológico

El análisis bacteriológico permite evidenciar contaminación por Coliformes totales en las aguas subterráneas del área de influencia. A continuación, se presentan los resultados de las mediciones en el trazado.

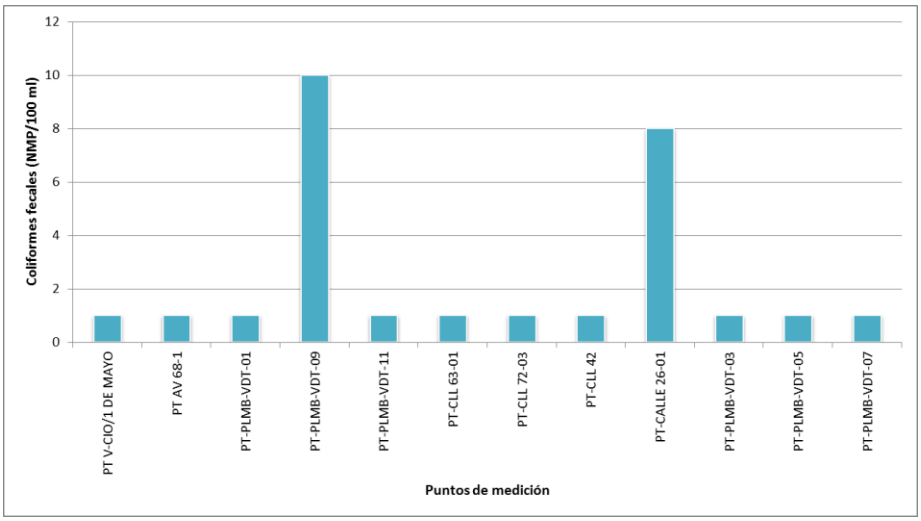


Figura 5.2.1-114 Concentraciones de Coliformes fecales

Los Coliformes fecales son un subgrupo de los Coliformes totales presentes en heces fecales. Están formados por Escherichia coli y ciertas especies de Klebsiella. La normatividad colombiana establece como límite máximo permisible 2000 NMP/100 ml, por lo tanto, las mediciones realizadas a lo largo del corredor se encuentran en los niveles mínimos frente a la norma.

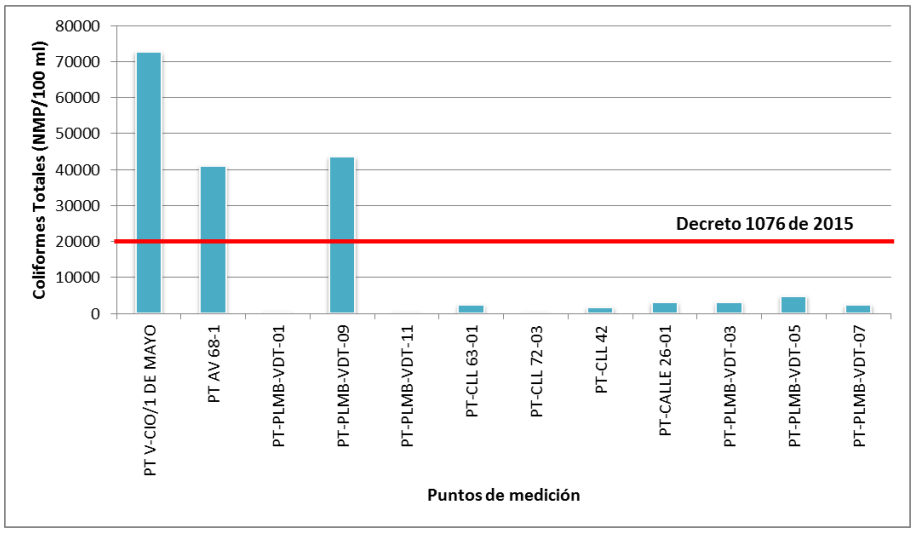


Figura 5.2.1-115 Concentraciones de Coliformes Totales

El grupo de microorganismos Coliformes es indicador de contaminación bacteriana. Los puntos de muestreo PT VILLAVICENCIO/1ERO MAYO, PT AV 68-1, PT-PLMB-VDT-09, en el análisis de Coliformes totales, cuyos valores no se encuentran dentro del rango establecido del artículo 2.2.3.3.9.3.

A continuación, se presentan los resultados obtenidos en las mediciones

.

Tabla 5.2.1-145 Resultados de análisis laboratorio de las aguas subterráneas área de influencia del proyecto

AGUAS SUBTERRÁNEAS	ID MUESTRA	PT V-CIO/1 DE MAYO	PT AV 68-1	PT-PLMB-VDT-01	PT-PLMB-VDT-09	PT-PLMB-VDT-11	PT-CLL 63-01	PT-CLL 72-03	PT-CLL 42	PT-CALLE 26-01	PT-PLMB-VDT-03	PT-PLMB-VDT-05	PT-PLMB-VDT-07	DECRETO 1076/2015	DECRETO 1076/2015
	FECHA DE MUESTREO	07/08/2017	07/08/2017	07/08/2017	07/08/2017	07/08/2017	07/08/2017	07/08/2017	07/08/2017	05/08/2017	05/08/2017	05/08/2017	05/08/2017	SECCIÓN 9 CAP3, ORDENAMIENTO DEL RECURSO HIDRICO Y VERTIMIENTOS	SECCIÓN 9 CAP3, ORDENAMIENTO DEL RECURSO HIDRICO Y VERTIMIENTOS
COMPONENTE	**UNIDAD**	2010128-13	2010128-14	2010128-15	2010128-16	2010128-17	2010128-18	2010128-19	2010128-20	2010128-21	2010128-22	2010128-23	2010128-24	ART 2.2.3.3.9.3	ART 2.2.3.3.9.4
ANÁLISIS FISÍCOQUÍMICOS															
FÓSFORO TOTAL	mg/L	0,443	0,443	0,308	0,643	<0,07	0,672	0,308	0,186	<0,07	0,114	<0,07	<0,07	NR	NR
NITRÓGENO TOTAL KJELDAHL	mg N/L	5,17	<3,00	3,39	3,96	<3,00	3,51	6,22	<3,00	<3,00	<3,00	<3,00	10,3	NR	NR
GRASAS Y ACEITES	mg /L	0,21	1,28	7,78	2,73	41,1	1,47	0,972	7,83	4,38	9,31	0,992	43,8	No se acepta película visible de grasas	No se acepta película visible de grasas
HIDROCARBUROS TOTALES	mg/L	<0,2	0,258	3,21	1,06	4,55	0,553	<0,2	4,22	3,98	4,06	0,345	37,2	NR	NR
SÓLIDOS DISUELTOS	mg/L	685	274	122	28,7	71,7	130	82	227	162	230	44	341	NR	NR
SÓLIDOS SUSPENDIDOS	mg/L	6435	680	432	534	53,9	127	185	588	127	314	66	127	NR	NR
ANÁLISIS BACTERIOLOGICOS															
COLIFORMES FECALES	NMP/100 ml	<1	<1	<1	10	<1	<1	<1	<1	8	<1	<1	<1	2000	NR
COLIFORMES TOTALES	NMP/100 ml	72700	41060	435	43520	228	2381	172	1725	3026	3130	4833	2382	20000	1000

5.2.1.16.14 Análisis aguas subterráneas Patio-Taller

La Tabla 5.2.1-146 presenta los resultados fisicoquímicos obtenidos para el análisis de los puntos ubicados en el Patio-Taller.

Tabla 5.2.1-146 Resultados físico-químicos (Patio-Taller)

Aguas subterráneas INGETEC 2010128	ID Muestra	Pt-plmb-pt-03	Pt-plmb-02	Decreto 1076/2015 sección 9 cap3, ordenamiento del recurso hídrico y vertimientos art 2.2.3.3.9.3	Decreto 1076/2015 sección 9 cap3, ordenamiento del recurso hídrico y vertimientos art 2.2.3.3.9.4
	FECHA DE MUESTREO	2017-08-31	2017-08-31		
COMPONENTE	UNIDAD	2010128-25	2010128-26		
ANÁLISIS FISÍCOQUÍMICOS					
FÓSFORO TOTAL	mg/L	1,44	1,88	NR	NR
NITRÓGENO TOTAL KJELDAHL	mg N/L	14,6	5,60	NR	NR
GRASAS YACEITES	mg /L	0,672	6,33	No se acepta película visible de grasas	No se acepta película visible de grasas
HIDROCARBUROS TOTALES	mg/L	0,303	4,13	NR	NR
SÓLIDOS DISUELTOS	mg/L	306	540	NR	NR
SÓLIDOS SUSPENDIDOS	mg/L	233	1870	NR	NR
ANÁLISIS BACTERIOLOGICOS					
COLIFORMES FECALES	NMP/100 ml	34600	51200	2000	NR
COLIFORMES TOTALES	NMP/100 ml	648800	1203300	20000	1000

Es posible evidenciar contaminación por coliformes totales y fecales (en los puntos PLMB-PT-03 y PT-PLMB-02) al registrar valores de coliformes totales y fecales, superiores a los niveles aceptados en los Artículos 2.2.3.3.9.3. y 2.2.3.3.9.4 del Decreto 1076/2015.

5.2.1.17 Componente atmosférico

5.2.1.18 Meteorología

La caracterización climatológica de la zona se realizó con base en los datos registrados en las estaciones operadas por el IDEAM (Instituto de hidrología, meteorología y estudios ambientales), EAB (Empresa de acueducto de Bogotá) y SDA (Secretaria Distrital de Ambiente).

Se presenta la información recopilada, los periodos de registro de cada estación y el periodo común de análisis de cada parámetro y la caracterización temporal de las variables climáticas, así como la distribución espacial de la precipitación total en la zona del proyecto.

Adicionalmente se realizó la revisión del documento de estudio ambiental realizado en el año 2015 por el IDU (Instituto de desarrollo urbano).

5.2.1.18.1 Estudios anteriores

El IDU desarrolló un estudio de impacto ambiental donde realizo la caracterización climática de la zona.

En este documento la estación utilizada para evaluar el comportamiento de las variables climáticas fue la estación Kennedy operada por la Secretaria Distrital de Ambiente. Los parámetros que fueron analizados en dicha etapa fueron: Velocidad del viento, dirección del viento, Temperatura, Precipitación total, Radiación solar, humedad relativa y presión. No se especifica el periodo de registro, solo se mencionan que utilizaron el año más actual disponible en ese momento (2013).

5.2.1.18.2 Recopilación de información

La zona donde se proyecta el trazado de la línea de metro se encuentra instrumentada con estaciones climatológicas que permiten conocer el comportamiento de variables tales como precipitación, temperatura, brillo solar, humedad relativa, nubosidad, velocidad y dirección del viento, entre otras.

En la zona se encuentran 17 estaciones, de las cuales 4 son operadas por el IDEAM, 9 son operadas por la Empresa de Acueducto de Bogotá y 4 son operadas por la Secretaria de ambiente, de estas estaciones se realizó la recopilación de información disponible.

Las características de las estaciones se presentan en la Tabla 5.2.1-147 y su localización se presenta en la Figura 5.2.1-116

Tabla 5.2.1-147 Caracterización de estaciones

Nombre	Tipo estación	Código	Entidad que la opera	Periodo de registro	Latitud	Longitud	Elevación (msnm)
VENADO ORO VIVERO	CO	2120558	IDEAM	Nota 1	4°35´	74°03´	2725
APTO EL DORADO	SP	2120579	IDEAM	Nota 1	4°42´	74°09´	2547
UNIVERSIDAD NACIONAL	CP	2120622	IDEAM	Nota 1	4°38´	74°05´	2556
INEM KENNEDY	CO	2120656	IDEAM	Nota 1	4°39´	74°08´	2580
KENNEDY	Automática	-	SECRETARIA DISTRITAL DE AMBIENTE	2010--2016	4°37´	74°9´	2580
CARVAJAL	Automática	-	SECRETARIA DISTRITAL DE AMBIENTE	2010--2016	4°35´	74°8´	2563
SAN CRISTOBAL	Automática	-	SECRETARIA DISTRITAL DE AMBIENTE	2010--2016	4°35´	74°5´	2688
TUNAL	Automática	-	SECRETARIA DISTRITAL DE AMBIENTE	2010--2016	4°34´	74°7´	2589
CAMAVIEJA	PG	2120569	ACUEDUCTO DE BOGOTÁ	1975-2016	4°38´	74°06´	2640
SAUCEDAL II	PM	2120207	ACUEDUCTO DE BOGOTÁ	1999-2016			2900
EL GRANIZO	PG	2120032	ACUEDUCTO DE BOGOTÁ	1947-2017	4°37'	74°03'	3125

Nombre	Tipo estación	Código	Entidad que la opera	Periodo de registro	Latitud	Longitud	Elevación (msnm)
SAN DIEGO	PG	2120023	ACUEDUCTO DE BOGOTÁ	1947-2017	4°37'	74°04'	2700
SAN LUIS	PG	2120040	ACUEDUCTO DE BOGOTÁ	1936-2017	4°39'	74°03'	2959
USAQUEN SANTA ANA	PG	2120111	ACUEDUCTO DE BOGOTÁ	1929- 2017	4°42'	74°02'	2647
BOSA BARRENO	PG	2120154	ACUEDUCTO DE BOGOTÁ	1942-2017	4°36'	74º11'	2550
SANTA LUCIA	PG	2120052	ACUEDUCTO DE BOGOTÁ	1956-2017	4°35'	74º08'	2630
EL DELIRIO	PG	2120013	ACUEDUCTO DE BOGOTÁ	1933-2017	4°33'	74º04'	3000

Dónde:

CO: Climatológica ordinaria

CP: Climatológica principal

SP: Sinóptica principal

PG: Pluviográfica

PM: Pluviométrica

**Nota 1: Periodos de cada uno de los parámetros registrados en las estaciones operadas por las diferentes entidades.*

A continuación se presenta la localización de las estaciones:

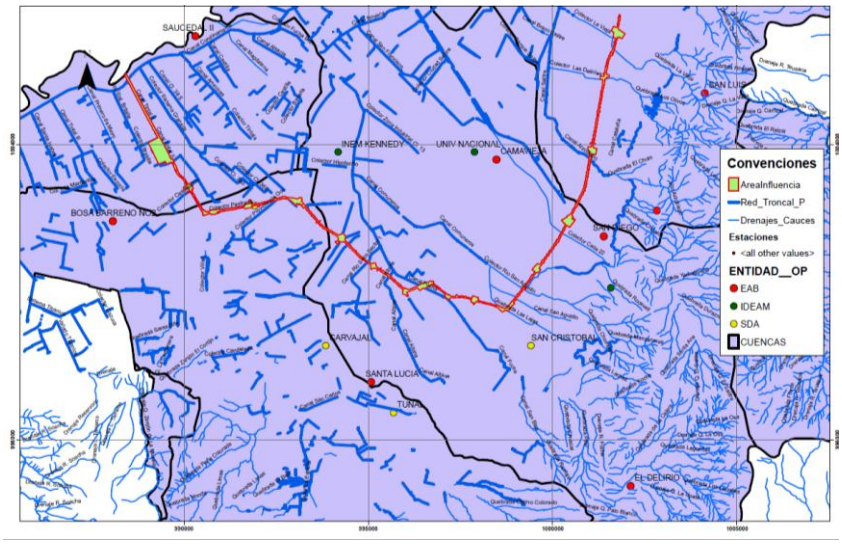


Figura 5.2.1-116 Localización estaciones

Una vez fueron recopilados los registros de las estaciones se realizó la caracterización temporal de los parámetros y la distribución espacial de la precipitación total. Los resultados se presentan a continuación:

5.2.1.18.3 Variación temporal de parámetros climáticos

Para la caracterización climática de la zona de estudio se tendrá en cuenta el periodo común de las estaciones del IDEAM, teniendo en cuenta que las estaciones del Acueducto de Bogotá solo registran lluvias y que las estaciones de la secretaria tiene un periodo de registro corto (2010 – 2016), para la caracterización de la precipitación total y precipitación máxima también se tendrán en cuenta los registros del Acueducto para la definición del periodo común presentado. Los resultados se presentan a continuación en la Tabla 5.2.1-148:

Tabla 5.2.1-148 Periodo común parámetros estaciones IDEAM - ACUEDUCTO

Parámetro	Periodo en común
Brillo solar	1998-2012
Evaporación	1999-2013
Humedad relativa	1998-2012
Nubosidad	1999-2013
Precipitación número de días	1998-2013
Precipitación total	1999-2016
Precipitación máxima	1998-2013
Punto de rocío	1988-2012
Temperatura media	1998-2011
Tensión de vapor	1988-2011
Temperatura mínima	1998-2011
Temperatura máxima	1998-2011
Velocidad del viento	1980-2012

Los registros de las estaciones de la Secretaria de Ambiente se tuvieron en cuenta para conocer el comportamiento temporal de las variables que cada una registra en el periodo reciente 2010 – 2016.

A continuación se realiza el análisis para cada una de las variables registradas por las estaciones:

Brillo solar

El parámetro de brillo solar es registrado por cuatro estaciones: Venado Oro Vivero, Aeropuerto El Dorado, Inem Kennedy y Universidad Nacional, con periodo en común (1998-2012). La distribución temporal de esta variable se presenta en la Figura 5.2.1-117

La estación Venado Oro Vivero tiene el registro con menor cantidad de horas de brillo solar entre todas las estaciones durante todos los meses, siendo el valor más bajo de 62,30 horas en abril.

El registro más bajo para la estación Aeropuerto El Dorado es 94,48 horas en el mes de mayo, diferente al comportamiento de las demás estaciones que tienen su registro más bajo en abril.

Enero es el mes en que todas las estaciones que miden brillo solar registran la mayor cantidad de horas, con el valor más alto de 177,03 horas de la estación Universidad Nacional.

Con respecto a la localización de cada una de las estaciones, se puede interpretar que aquellas situadas hacia el occidente y sur occidente de la ciudad registran mayor cantidad de horas, en comparación a las que están localizadas en el oriente de la ciudad (Estación Venado Oro Vivero).

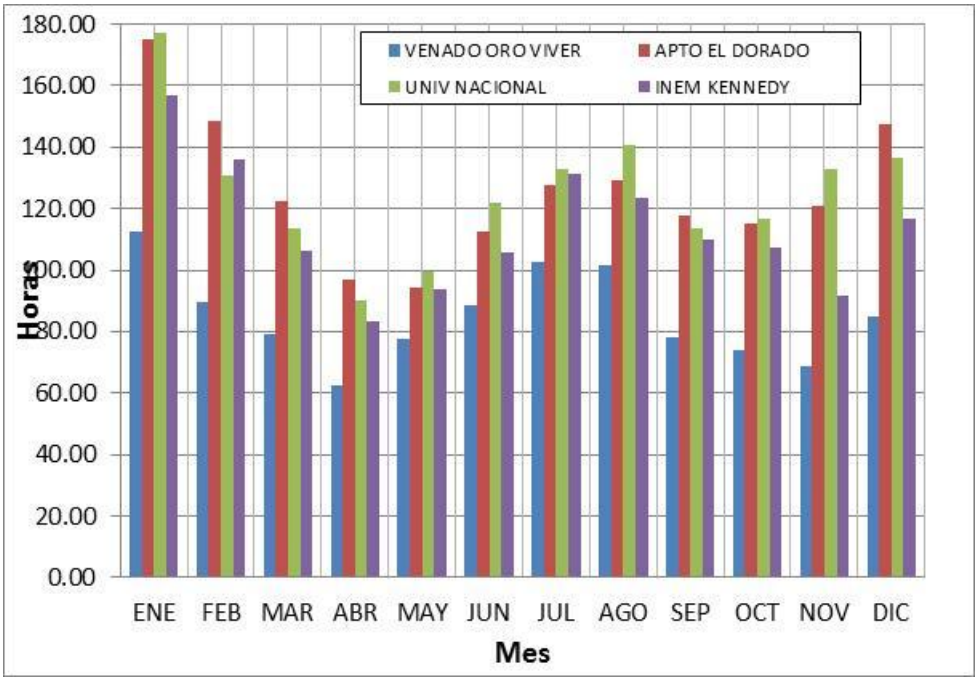


Figura 5.2.1-117 Distribución temporal del brillo solar

Evaporación

Las estaciones que miden este parámetro son: Venado Oro Vivero, Inem Kennedy y Universidad Nacional, con periodo en común (1999-2013).

Durante todos los meses del año, la estación Venado Oro Vivero tiene el registro con menor cantidad de evaporación entre todas las estaciones, siendo el valor más bajo de 57,94 mm en octubre.

La estación Inem Kennedy tiene los registros con mayor cantidad de evaporación entre todas las estaciones, siendo el registro más alto 110,38 mms.

Las estaciones que están localizadas al occidente y sur occidente de la ciudad presentan la mayor cantidad de milímetros de evaporación, con respecto a las ubicadas hacia el oriente (Venado Oro Vivero). Lo anterior se presenta en la

Figura 5.2.1-118.

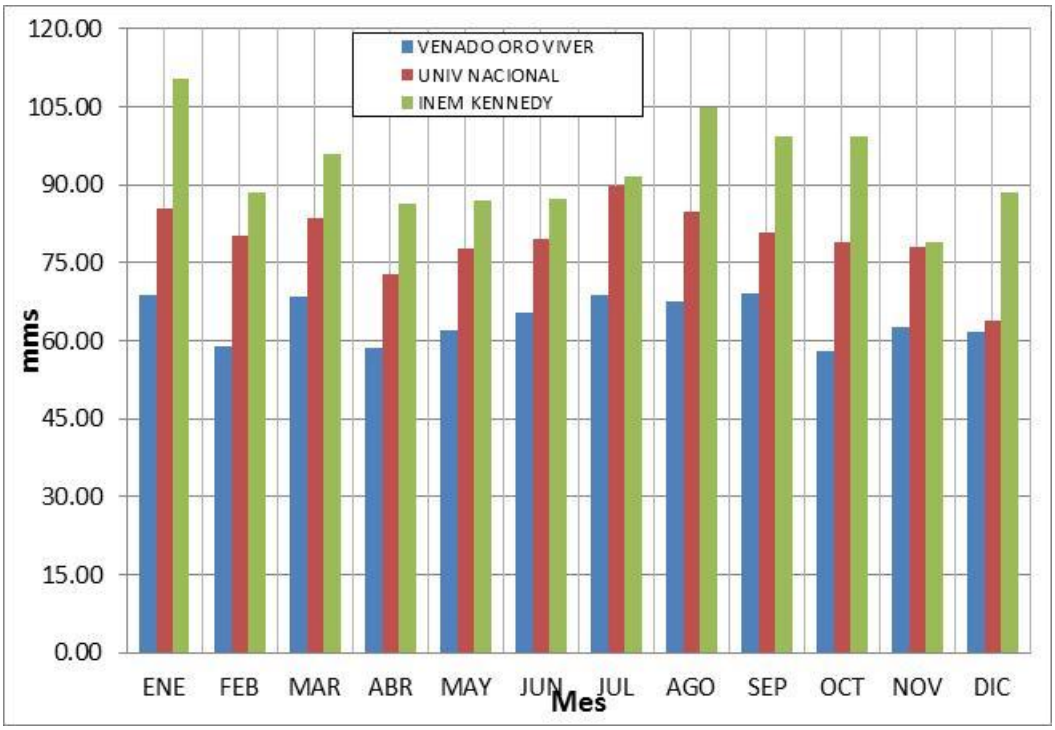


Figura 5.2.1-118 Distribución temporal de la evaporación

Humedad relativa

La humedad relativa es el vapor de agua que existe en una masa de aire, expresado como un porcentaje de la cantidad total que existiría si el aire estuviese saturado a esta temperatura.

El parámetro humedad relativa está medido por cuatro estaciones del IDEAM (Venado Oro Vivero, Aeropuerto El Dorado, Inem Kennedy y Universidad Nacional) con un periodo en común 1998-2012 y tres de la SDA (Kennedy, San Cristóbal y Tunal) con un periodo en común más actual de 2010-2016.

La estación Venado Oro Vivero registra los mayores valores entre todas las estaciones, con su valor más alto de 83,90 % en el mes de noviembre.

El menor registro entre todos los meses pertenece a la Estación San Cristóbal, con 54,66% en enero.

Debido a que el periodo en común de las estaciones que pertenecen a la secretaria de ambiente de Bogotá es menor a las estaciones que pertenecen al IDEAM, los registros de humedad relativa son menores en todos los meses, lo que indica que los mayores valores de este parámetro se presentaron en años previos al 2010. A continuación se muestra la distribución temporal de esta variable en la

Figura 5.2.1-119

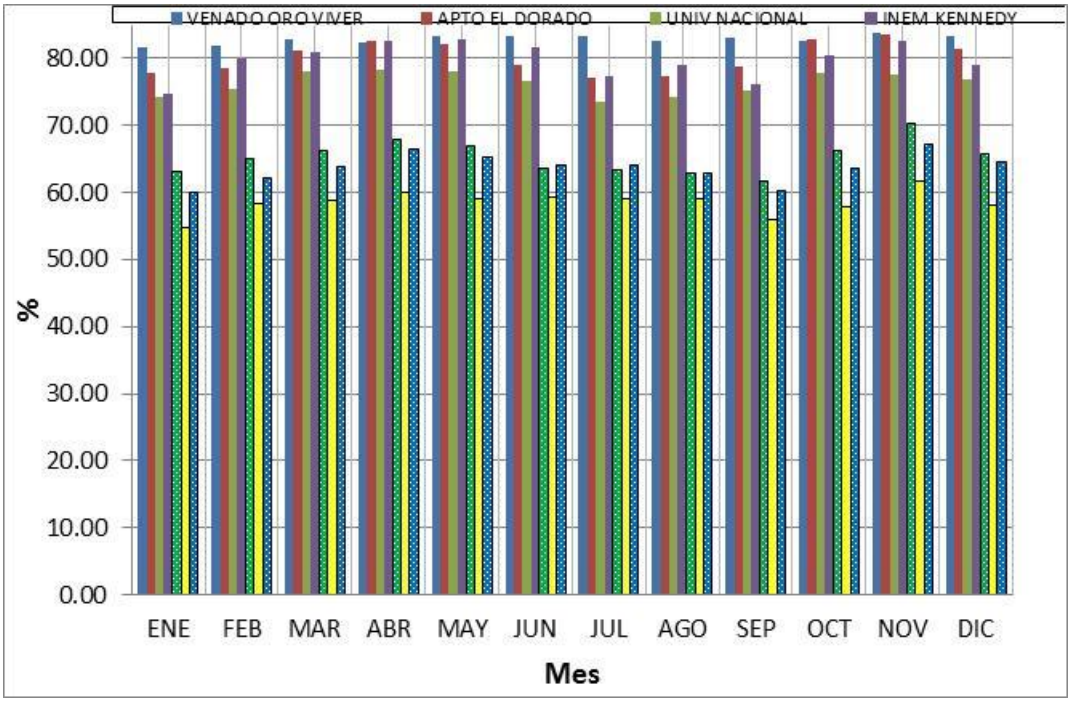


Figura 5.2.1-119 Distribución temporal de humedad relativa

Nubosidad

La nubosidad está registrada en la zona por cuatro estaciones del IDEAM con un periodo en común (1999-2013) que registran los valores para el parámetro de nubosidad son: Venado Oro Vivero, Aeropuerto El Dorado, Inem Kennedy y Universidad Nacional.

Enero es el mes en el que todas las estaciones registran la menor cantidad de octas, convirtiéndose en el mes con menos nubosidad.

La estación Venado Oro Vivero tiene el mayor registro de este parámetro, con un valor de 7,38 octas en el mes de mayo.

Los registros de la estación Universidad Nacional están iguales o por debajo de 6 octas, con el valor más bajo de 4,33 octas en el mes de enero y el mayor de 6 octas en los meses de septiembre y octubre.

Por su parte la estación del Aeropuerto El Dorado presenta valores intermedios entre las dos estaciones ya mencionadas, su menor registro fue en el mes de enero y su mayor registro se presentó en el mes de marzo.

La distribución temporal de esta variable se presenta en la

Figura 5.2.1-120

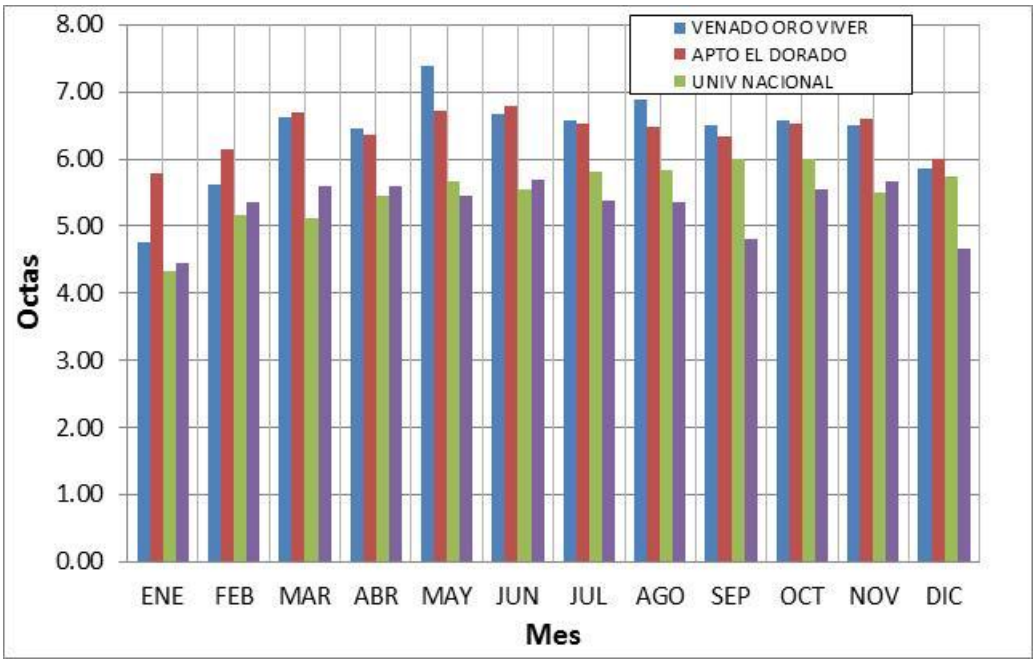


Figura 5.2.1-120 Distribución temporal de nubosidad

Precipitación número de días

Este parámetro es registrado por cuatro estaciones del IDEAM: Venado Oro Vivero, Aeropuerto El Dorado, Inem Kennedy y Universidad Nacional., los registros tienen un periodo común (1998-2013)

Mayo es el mes donde todas las estaciones registran la mayor cantidad de número de días de precipitación. La estación Venado Oro Vivero tiene los registros más altos de número de días en todo el año, con un valor de 24.

La menor cantidad registrada de número de días de precipitación se presenta en el mes de enero, con el valor más bajo de la estación Inem Kennedy de 7 días.

A continuación se muestra en la Figura 5.2.1-121 la distribución temporal de esta variable.

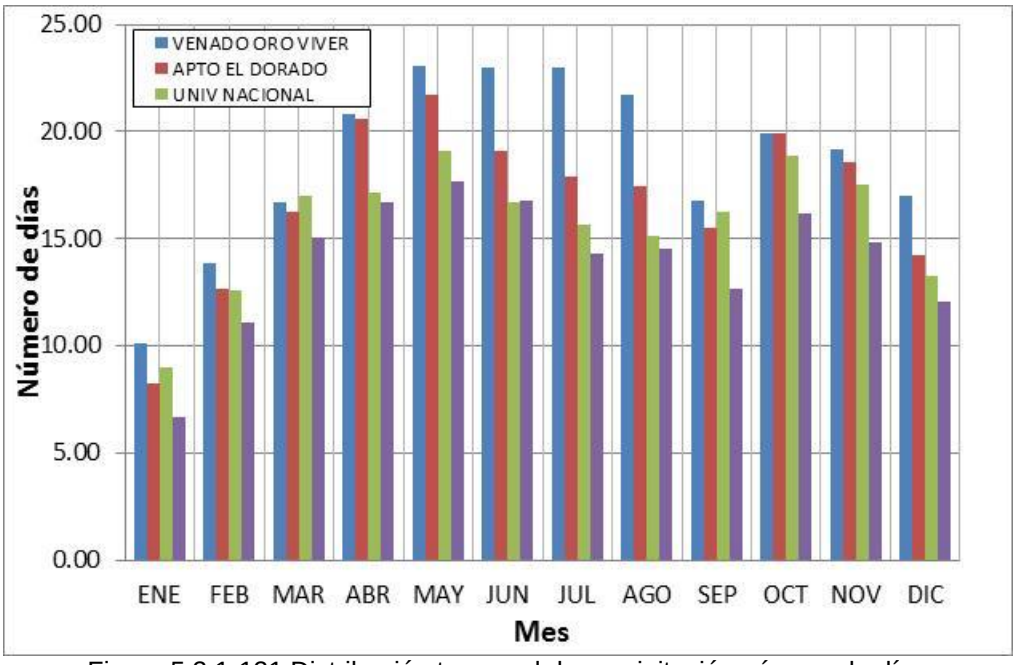


Figura 5.2.1-121 Distribución temporal de precipitación número de días

Presión

La caracterización temporal de la presión se realizó a partir de la estación de la SDA (Kennedy), con periodo de registro 2010-2016., ya que es la única estación de la zona que registra este parámetro.

El mayor valor de presión se presentó en abril con un valor de 744 milibares y el menor valor registrado fue en el mes de agosto con 600 milibares.

A continuación se presenta en la Figura 5.2.1-122 la distribución temporal de esta variable

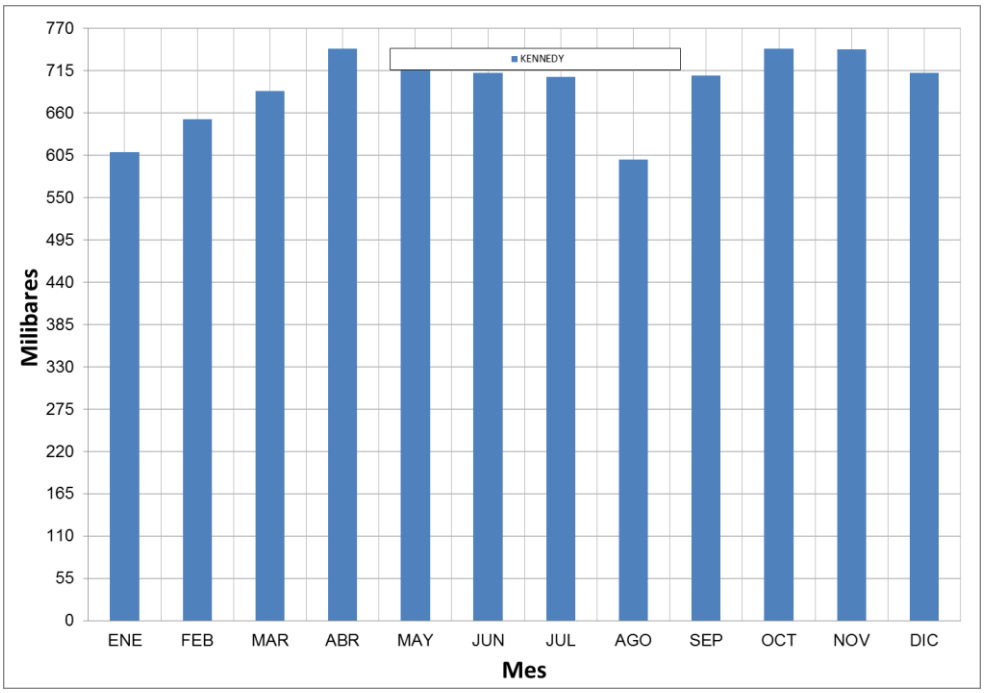


Figura 5.2.1-122 Distribución temporal de presión

Precipitación total

El análisis de este parámetro se realiza con base a los registros tomados de las estaciones que están localizadas en el trazado del proyecto y que pertenecen a tres entidades diferentes: Saucedal II, Camavieja, El Granizo, San Diego, San Luis y Usaquén Santa Ana de EAB. Inem Kennedy y Aeropuerto El Dorado del DEAM y por último Kennedy, Tunal, San Cristóbal y Carvajal operadas por la Secretaria de Ambiente.

Los periodos en el año en donde todas las estaciones que miden este parámetro registran la mayor cantidad de lluvias son dos: Marzo-mayo y octubre-noviembre, como se observa en la Figura 5.2.1-123 Los periodos secos son aquellos meses en donde se presentan menor cantidad de lluvias durante el año, los cuales son: diciembre-febrero, junio-septiembre.

El mayor registro de este parámetro para la estación El Granizo es 174,44 mms, en el mes de noviembre.

La estación Inem Kennedy tiene el menor registro de precipitación total en enero, con un valor de 16,57 mms. Adicionalmente, esta estación en todos los meses del año tiene el registro más bajo de todas las estaciones.

En noviembre, la estación San diego tiene su mayor registro, con un valor de 173,72 mms. Su menor registro es 57,95 mms en el mes de junio.

La localización es una variable que está fuertemente ligada a este parámetro, debido a que las estaciones que están instaladas hacia el oriente y nororiente de Bogotá (San Luis, El Granizo, San Diego y Usaquén Santa Ana) registran mayor cantidad de precipitación, en contraposición a las estaciones ubicadas en el occidente y sur occidente capitalino (Aeropuerto El Dorado, Inem Kennedy y Saucedal II).

Las estaciones operadas por la Secretaria a pesar de contar solo con valores del periodo 2010 – 2016, conservan el comportamiento y valores similares a las de las otras dos entidades.

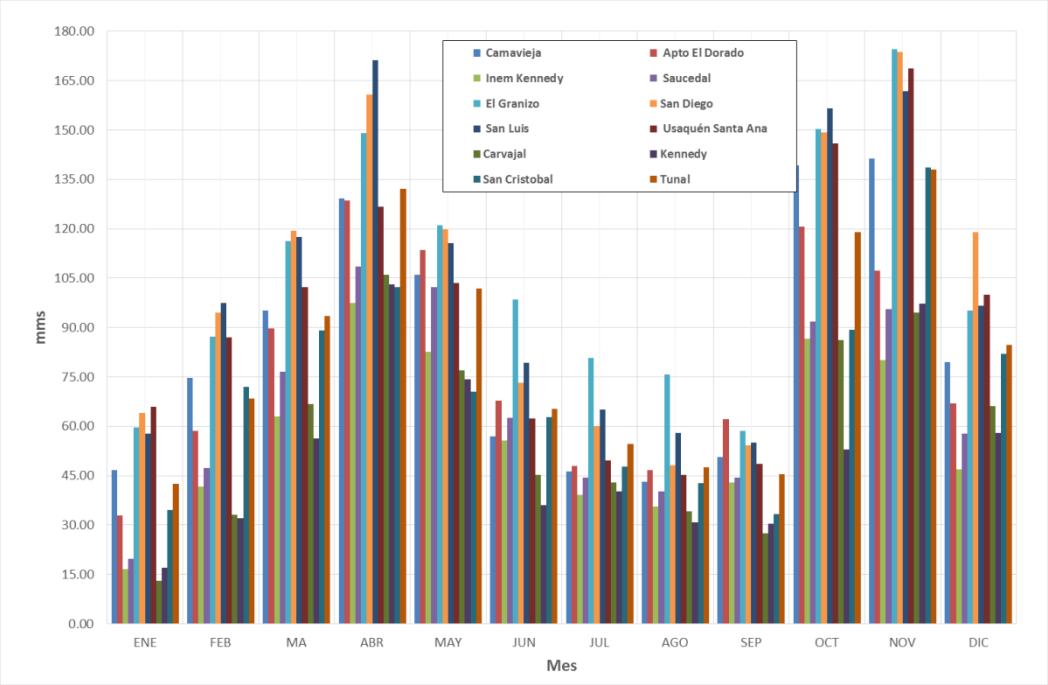


Figura 5.2.1-123 Distribución temporal de precipitación total

Precipitación máxima

Para el análisis de la precipitación máxima se toman los datos de las estaciones operadas dos entidades: Saucedal II, Camavieja, El Granizo, San Luis, San Diego y Usaquén Santa Ana de EAB y las demás estaciones: Venado Oro vivero, Aeropuerto El Dorado, Inem Kennedy y Universidad Nacional operadas por el IDEAM. Las estaciones de ambas entidades tienen un periodo en común (1998-2013).

El comportamiento de este parámetro es similar a la precipitación total, ya que existen dos periodos húmedos, los cuales son: febrero-mayo y octubre-noviembre y dos periodos secos, donde se presentan menor cantidad de precipitación total máxima durante el año: diciembre-enero y junio-septiembre.

La estación San Diego tiene el mayor registro entre todas las estaciones, con un valor de 49,36 mm en noviembre.

El menor registro para la estación San Luis es 14,22 mm, en el mes de julio, mientras que su mayor registro para esta estación es en abril con 42,10 mm

La estación Aeropuerto El Dorado tiene su valor más bajo en enero con 13,38 mms. El registro más alto para esta estación es 31,03 mms, en el mes de abril.

El menor registro entre todos los meses pertenece a la estación Inem Kennedy, con 7,07 mms en el mes de enero.

Las estaciones localizadas hacia el oriente de Bogotá (San Luis, El Granizo, San Diego, Usaquén Santa Ana, Venado Oro Vivero y Camavieja) tienen mayores registros en todos los meses, en comparación a las estaciones que se encuentran en la zona occidental de la ciudad (Inem Kennedy, Saucedal II y Aeropuerto El Dorado).

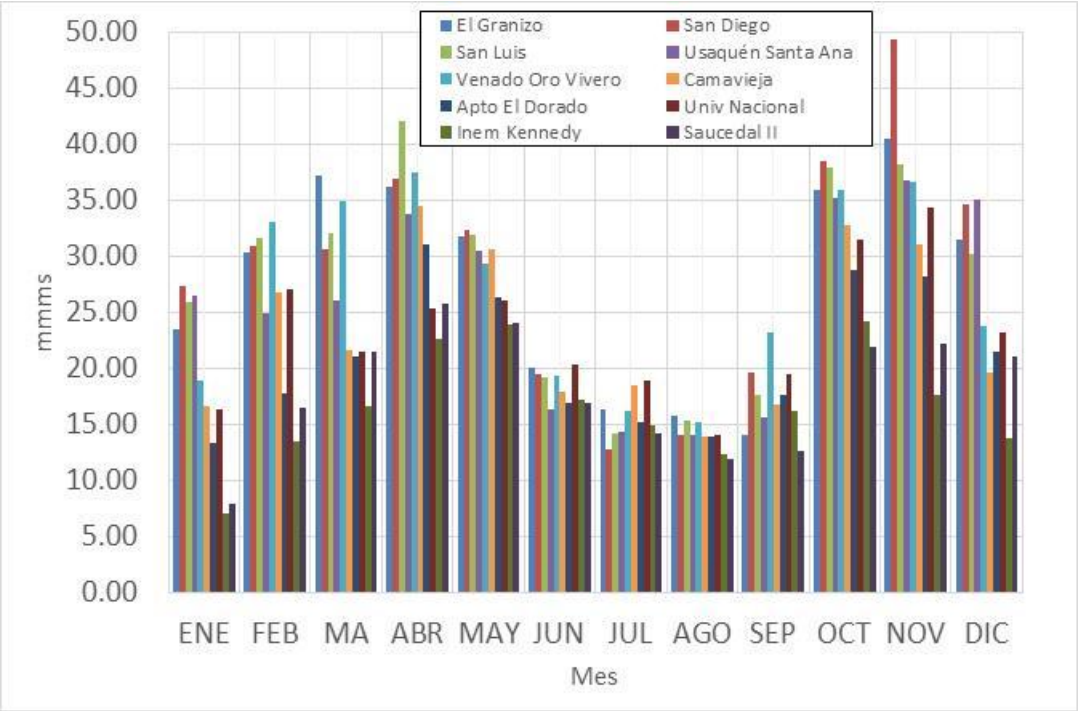


Figura 5.2.1-124 Distribución temporal de precipitación total máxima

Punto de rocío

Las estaciones de la zona que miden punto de rocío son: Venado Oro Vivero, Universidad Nacional y Aeropuerto El Dorado, con un periodo en común (1988-2012).

La estación Universidad Nacional tiene los registros más altos de punto de rocío en todos los meses y entre todas las estaciones, con el mayor registro de 11,55 °C en abril.

Existe un comportamiento similar entre los registros de la estación Aeropuerto El Dorado y Venado Vivero Oro, localizadas al occidente y oriente de la ciudad respectivamente. A continuación se muestra la distribución temporal de esta variable en la Figura 5.2.1-125 .

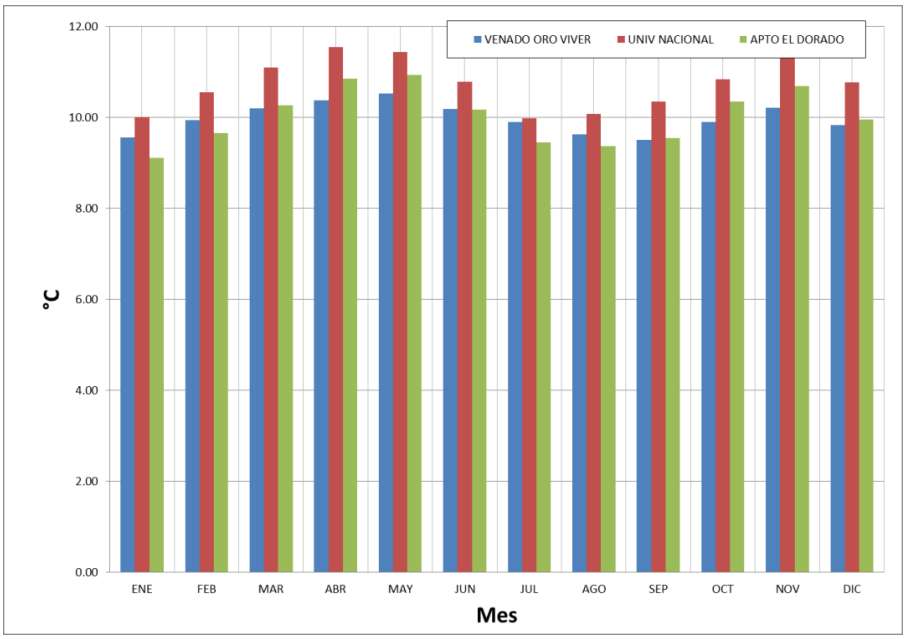


Figura 5.2.1-125 Distribución temporal de punto de rocío

Tensión de vapor

La tensión de vapor es registrada por las estaciones: Venado Oro Vivero, Universidad Nacional y Aeropuerto El Dorado, con un periodo en común (1988-2011). La distribución temporal de esta variable se presenta en la Figura 5.2.1-126 .

La estación Universidad Nacional tiene el mayor registro en todos los meses con respecto a las demás estaciones, con su valor más alto de 13,73 mb en el mes de mayo.

El menor registro para este parámetro es 11,71 mb y pertenece a la estación Aeropuerto El Dorado en el mes de enero.

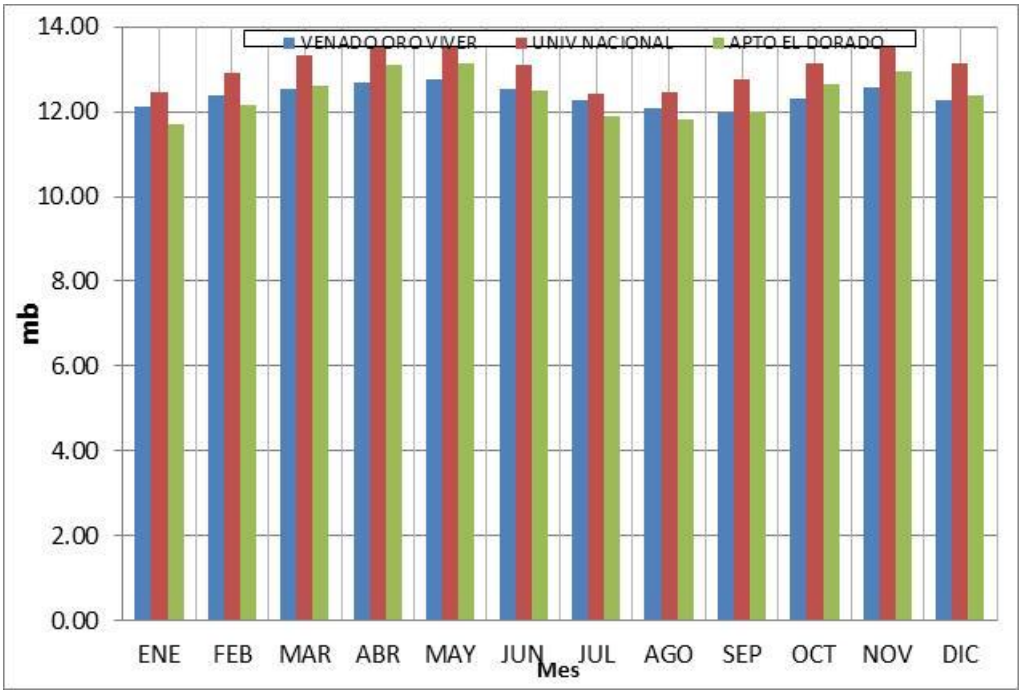


Figura 5.2.1-126 Distribución temporal de tensión de vapor

Temperatura máxima

La temperatura máxima es registrada por cuatro estaciones: Venado Oro Vivero, Aeropuerto El Dorado, Inem Kennedy y Universidad Nacional, con un periodo en común (1998-2011).

El mes de febrero es donde todas las estaciones tienen los registros más altos de temperatura máxima.

En todos los meses del año, a excepción de noviembre, la estación Inem Kennedy tiene los mayores registros de temperatura máxima, con su valor más alto de 23,53 °C en febrero. En la Figura 5.2.1-127 se muestra la distribución temporal de esta variable.

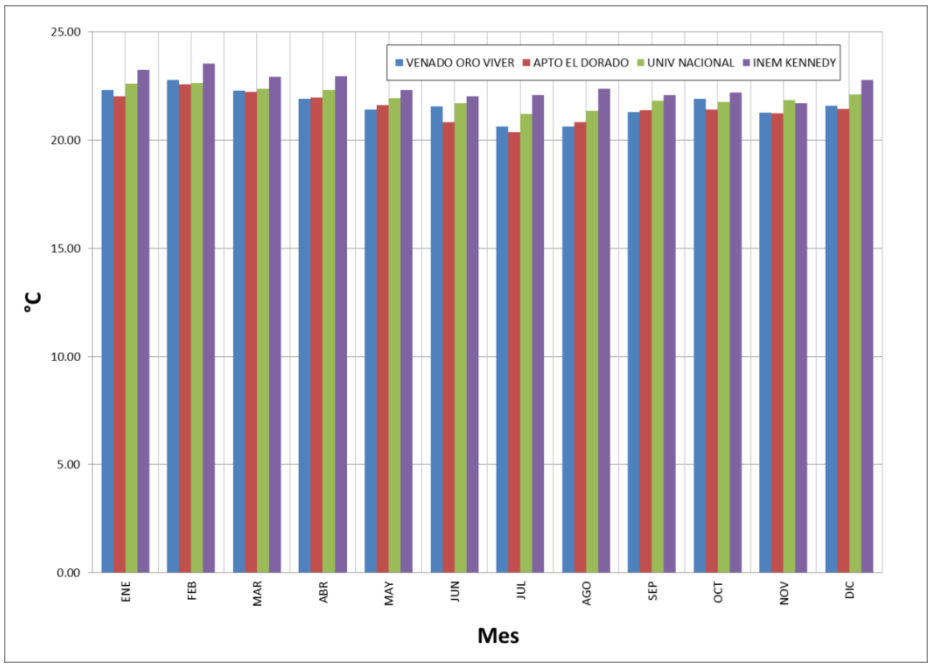


Figura 5.2.1-127 Distribución temporal de temperatura máxima

Temperatura media

El análisis de esta variable se realiza con base a las estaciones de dos entidades: IDEAM (Venado Oro Vivero, Aeropuerto El Dorado, Inem Kennedy y Universidad Nacional) y SDA (Carvajal, Kennedy, San Cristóbal y Tunal). Ambas entidades con un periodo común distinto (1998-2011) y (2010-2016) respectivamente.

La estación Venado Oro Vivero tiene los menores registros de todos los meses de temperatura media entre las estaciones del IDEAM, con su valor más bajo de 13,03 °C en julio. Por parte de la SDA, la estación San Cristóbal tiene el menor valor de este parámetro en el mes de julio con un valor de 12,67 °C.

Los mayores registros de temperatura media para las estaciones del IDEAM pertenecen a la estación Inem Kennedy, con un valor de 15,68 °C en mayo y de las estaciones de la SDA, la estación Carvajal con 15,90 °C en el mes de febrero.

Las estaciones localizadas hacia el oriente de la ciudad (Venado Oro Vivero y San Cristóbal) registran los menores valores de temperatura media, siendo esta zona más fría, en comparación a las estaciones que están ubicadas hacia el occidente y suroccidente de Bogotá (Inem Kennedy y Carvajal), estas registran los valores más altos de este parámetro.

Por tal razón la cantidad de mms de evaporación es mayor en la zona occidental y sur occidental, debido a que su temperatura es más cálida que en el oriente de la ciudad. A continuación se puede observar la distribución temporal de este parámetro en la Figura 5.2.1-128 .

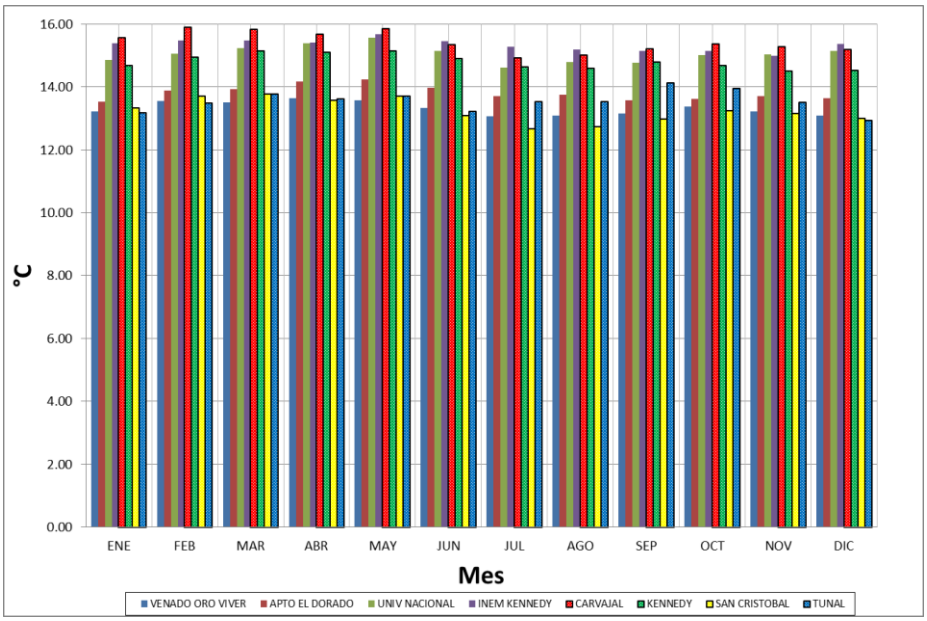


Figura 5.2.1-128 Distribución temporal de temperatura media

Temperatura mínima

Las estaciones que miden este parámetro son: Venado Oro Vivero, Aeropuerto El Dorado, Inem Kennedy y Universidad Nacional, con periodo en común (1998-2011).

La estación Aeropuerto El Dorado tiene los registros más bajos de este parámetro, con el menor valor de 1,54°C en el mes de enero.

Enero es el mes en donde todas las estaciones registran los menores valores para temperatura mínima, a excepción de la estación Inem Kennedy que tiene su registro más bajo en el mes de febrero, este comportamiento se observa en la

Comparando las estaciones que están localizadas en los extremos occidental (Aeropuerto El Dorado) y oriental de la ciudad (Venado Oro Vivero), se observa que en la zona occidental hay registros con menores valores de temperatura mínima. La distribución temporal de esta variable se presenta en la Figura 5.2.1-129

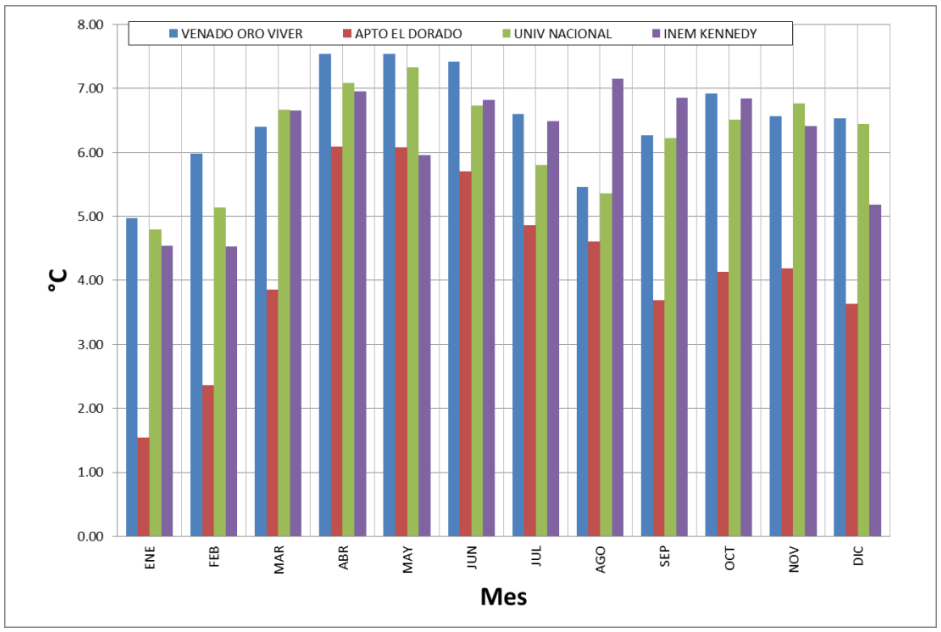


Figura 5.2.1-129 Distribución temporal de temperatura mínima

Radiación solar

Este parámetro está registrado por tres estaciones de la SDA: Kennedy, San Cristóbal y Tunal, con periodo en común (2010-2016).

La estación San Cristóbal tiene el registro más alto de este parámetro con 200,05 W/m² en septiembre. A excepción de enero, esta estación registra los mayores valores de radiación solar entre las demás estaciones.

El menor registro para radiación solar lo tiene la estación Tunal, en el mes de noviembre con un valor de 142,32 W/m². En la Figura 5.2.1-130 se observa la distribución temporal de esta variable.

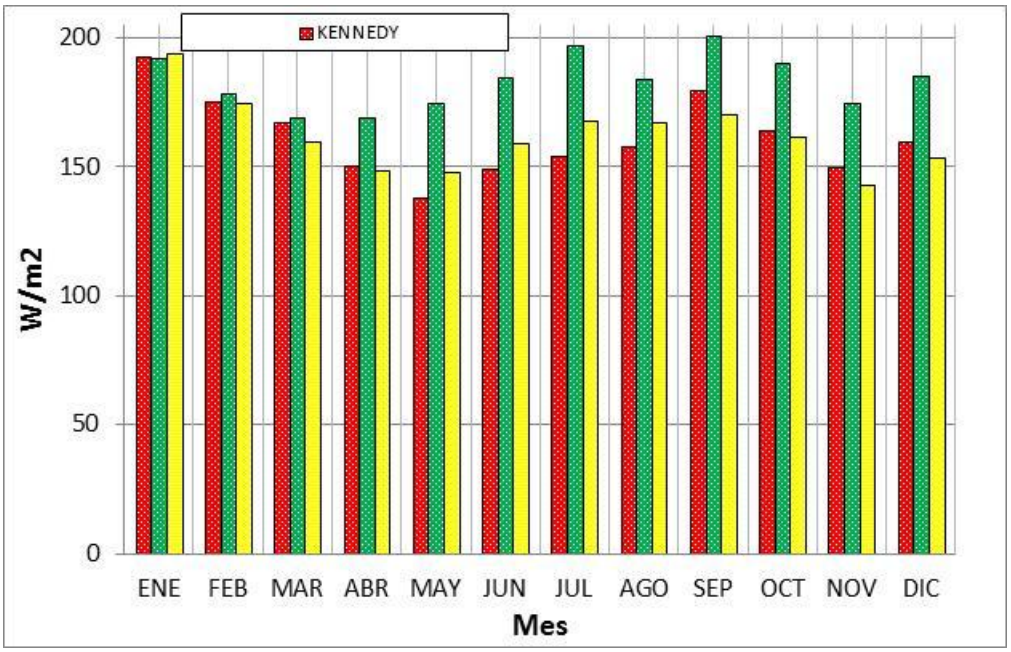


Figura 5.2.1-130 Distribución temporal de radiación solar

Vientos

Por definición, el viento es el movimiento natural del aire. Se determina por la dirección o punto del horizonte desde donde sopla y por su velocidad, de la cual depende su mayor o menor fuerza. Si bien el viento es una cantidad vectorial y se puede considerar una variable primaria por naturaleza, por lo general la velocidad (la magnitud del vector) y la dirección (orientación del vector) se tratan frecuentemente como variables independientes.

El análisis de la velocidad del viento se realiza con una estación del IDEAM (Aeropuerto El Dorado) y cuatro estaciones de la SDA (Carvajal, Kennedy, San Cristóbal y Tunal), con periodo en común (1980-2012) y (2010-2016) respectivamente.

Los mayores registros de la velocidad del viento los tiene la estación Kennedy, con su valor más alto en agosto de 2,81 m/s, como se puede ver en la Figura 5.2.1-131 .

La estación Tunal registra los valores más bajos de este parámetro, el menor registro es de 1,01 m/s en el mes de junio.

Localizada en el oriente de la ciudad, la estación San Cristóbal tiene registros más bajos en comparación a las estaciones situadas hacia el occidente, sur y sur occidente de Bogotá (Aeropuerto El Dorado, Carvajal y Kennedy). El menor registró para la estación San Cristóbal con 1,37 m/s en el mes de noviembre.

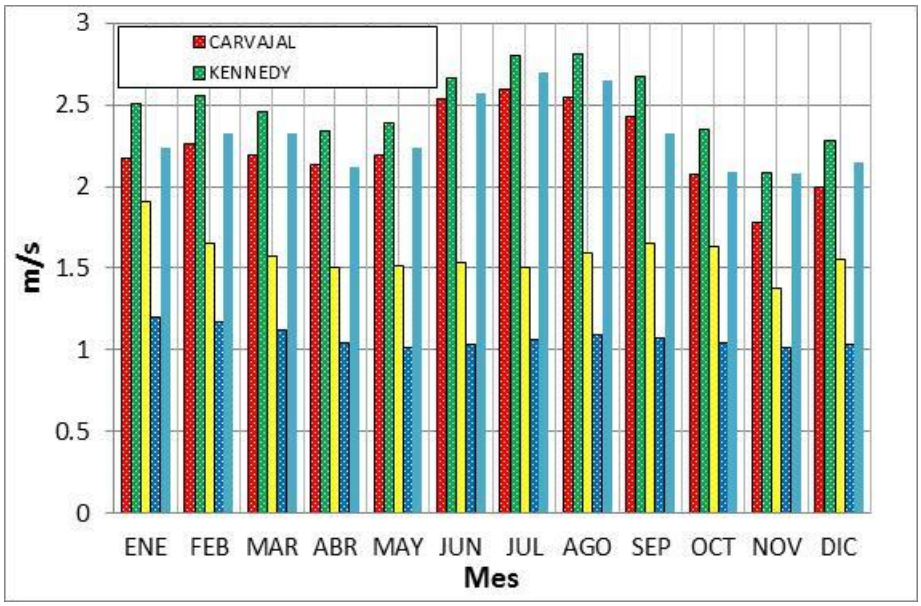


Figura 5.2.1-131 Distribución temporal de velocidad del viento

La Secretaria De Ambiente (SDA) de la capital instaló las estaciones: Carvajal, Kennedy, San Cristóbal y Tunal, que permiten conocer el comportamiento de la dirección del viento en la zona de trazado del proyecto, en el periodo comprendido entre 2010 y 2016. A continuación se muestran las rosas de los vientos para cada una de ellas en las Figura 5.2.1-132 a la Figura 5.2.1-133.

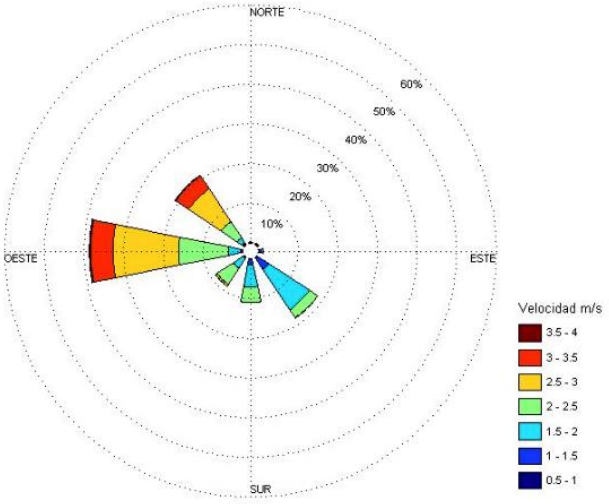


Figura 5.2.1-132 Rosa de los vientos - Estación Carvajal

En esta estación la dirección predominante es el oeste.

De manera general y de acuerdo con la escala de Beaufort, en función de la velocidad:

El 87,6% de los vientos tienen un puntaje de dos y pueden clasificarse como ligeros

El 10.3% de los vientos tiene un puntaje de uno y se clasifican como ventolinas

El 2.1 % obtuvo un puntaje de tres, denominándose suaves

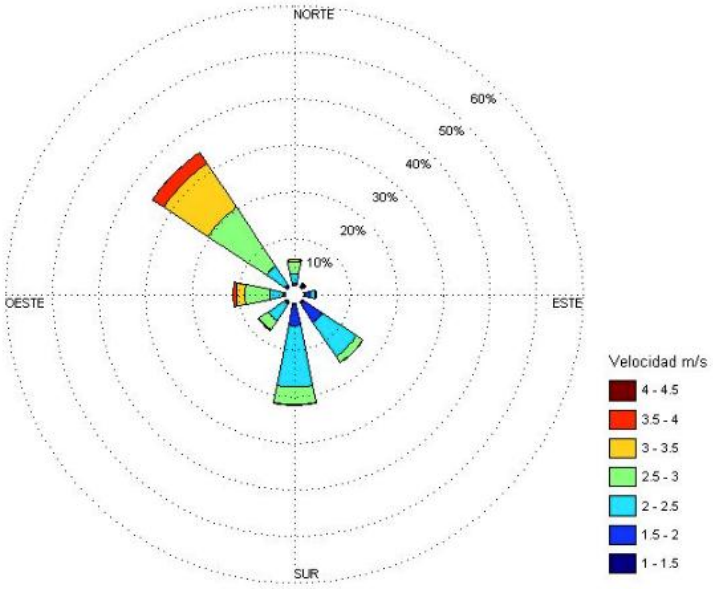


Figura 5.2.1-133 Rosa de los vientos - Estación Kennedy

En esta estación la dirección predominante es la nor-oeste.

De manera general y de acuerdo con la escala de Beaufort, en función de la velocidad:

El 92,3% de los vientos tienen un puntaje de dos y pueden clasificarse como ligeros

El 6,1% de los vientos tiene un puntaje de tres y se clasifican como suaves

El 1,6 % obtuvo un puntaje de uno, denominándose ventolinas

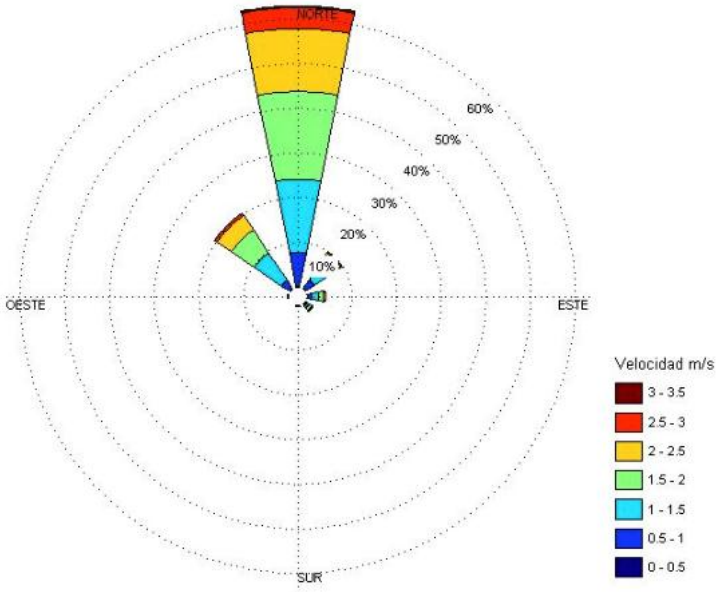


Figura 5.2.1-134 Rosa de los vientos – San Cristóbal

En esta estación la dirección predominante es la norte

De manera general y de acuerdo con la escala de Beaufort, en función de la velocidad:

El 50,6% de los vientos tienen un puntaje de dos y pueden clasificarse como ligeros

El 49,3% de los vientos tiene un puntaje de uno y se clasifican como ventolina

El 0,1 % obtuvo un puntaje de tres, denominándose suave

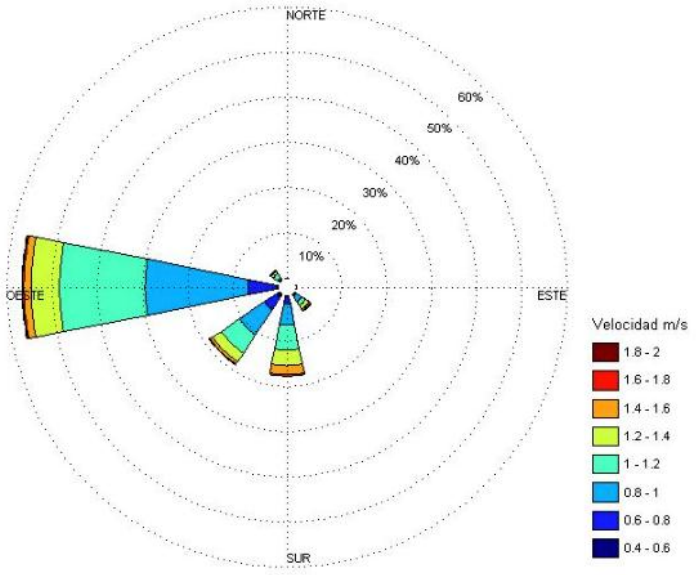


Figura 5.2.1-135 Rosa de los vientos – Tunal

En esta estación la dirección predominante es la oeste

De manera general y de acuerdo con la escala de Beaufort, en función de la velocidad:

El 97,6% de los vientos tienen un puntaje de uno y pueden clasificarse como ventolinas

El 2,4% de los vientos tiene un puntaje de dos y se clasifican como ligeros.

Con respecto a la localización de las estaciones que miden el parámetro de dirección del viento, se puede interpretar que en la zona sur oriente de la ciudad (Estación San Cristóbal) se presenta mayor porcentaje de vientos tipo ventolina, en comparación al occidente de la ciudad (Estación Kennedy). Las estaciones Carvajal y Tunal comparten la misma dirección predominante (Oeste), a pesar de que están localizadas hacia el norte y sur de la ciudad respectivamente.

5.2.1.18.4 Variación espacial de la precipitación

Para conocer el comportamiento espacial de la precipitación, se elaboraron las isoyetas de precipitación total media anual para la zona del proyecto con la ayuda del software Surfer7 el cual aplica el método de interpolación Kriging.

Las isoyetas fueron realizadas tomando como base las estaciones del IDEAM y del Acueducto de Bogotá que se enlistan a continuación para el periodo 1999 – 2016, en la Tabla 5.2.1-149 se

presentan las coordenadas y los valores de precipitación anual de las estaciones empleadas y en la se puede observar el mapa de isoyetas.

Tabla 5.2.1-149 Estaciones base para isoyetas totales anuales (mm)

Nombre estación	Coordenada X (m)	Coordenada Y (m)	Precipitación Total multianual (mm)
Camavieja	998480	1003579	1008,43
Saucedal II	990314	1006928	791,26
San Diego	1001390	1001499	1236,02
El Granizo	1002830	1002199	1266,87
San Luis	1004130	1005379	1231,77
Usaquén Santa Ana	1005804	1010241	1105,78
Inem Kennedy	994184	1003792	688,11
Apto El Dorado	992335	1013007	942,00
Bosa Barreno	988072	1001915	664,977
Santa Lucia	995080	997549	827,79
El Delirio	1002120	994729	1387,822

A continuación se presenta el mapa de isoyetas de la zona de proyecto, de donde se puede evidenciar que hacia el lado oriental la precipitación tiene valores de 1100 mm, los cuales van variando hacia la zona occidental, en la cual los valores de la variable son de 700 mm.

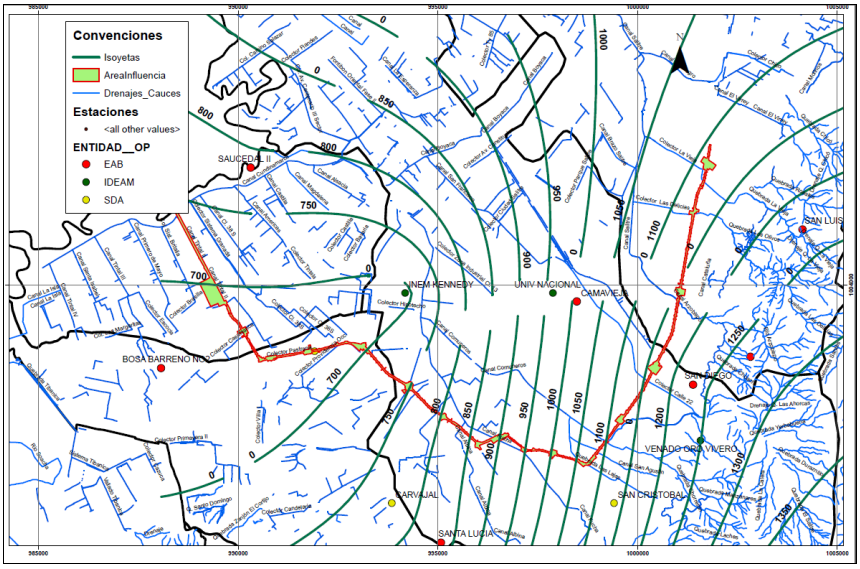


Figura 5.2.1-136 Isoyetas de precipitación zona de proyecto

5.2.1.19 Identificación de Fuentes de emisión

A continuación, se describen los diferentes tipos de fuentes de emisión de partículas y gases a la atmósfera observadas en la zona del estudio, según el Decreto 948 de 1998 expedido por el

MAVDT hoy MADS, Resolución 610 de 2010 y el Protocolo para el Monitoreo y Seguimiento de la Calidad del Aire, de octubre de 2010, expedidos por el hoy MADS.

La identificación de las fuentes se realizó a partir de las observaciones en campo durante las campañas de monitoreo de calidad del aire y de información secundaria consultada en la Secretaría Distrital de Ambiente – SDA (2017), así como de la caracterización del flujo vehicular que se desarrolla en la zona de estudio.

La Tabla 5.2.1-150 presenta los tipos de fuente, nombre y proceso o actividad que genera las emisiones atmosféricas.

Tabla 5.2.1-150 Identificación Fuentes de Emisión – Zona de Estudio

Fuente		
Tipo	Nombre	Proceso o actividad que genera las emisiones atmosféricas
Móvil/Trazado de operación (Lineal)	Av. Villavicencio (ALO – Av. primero de mayo) [1]	Flujo vehicular en las vías existentes en vías pavimentadas y no pavimentadas
	Av. primero de mayo (Av. Villavicencio – Av. Boyacá)	
	Av. primero de mayo (Av. Boyacá – Av. NQS)	
	Av. NQS (Av. primero de mayo – Av. calle 8 sur)	
	Av. calle 8 sur (Av. NQS – Av. calle 1)	
	Av. calle 1 (Av. calle 8 sur – Av. caracas)	
	Av. caracas (Av. calle 1 – Av. calle 26)	
	Av. caracas (Av. calle 26 – Av. calle 53)	
	Av. caracas (Av. calle 53 – Av. calle 76)	
Fija /Dispersa (área)	Estaciones de servicio	Venta al público de carburantes y combustibles petrolíferos a granel por medio de surtidores
	Portal Américas	Flujo vehicular y estacionamiento buses Transmilenio
Fija /Puntual[2]	Industriales	Acabado de producto textil, lavandería industrial de prendas de vestir
		Acabado de productos textiles no producidos en la misma unidad de producción
		Acabado de productos textiles
		Confección de prendas de vestir (ropa formal para dama y caballero)
		Curtido y acondicionamiento de cueros
		Deshidratación y comercialización de fruta para consumo directo
		Distribución de productos lácteos
		Elaboración de ladrillos y tubos
		Elaboración de extractores de olores para cocinas

[1] Vía no pavimentada
[2] Base de datos Secretaria Distrital de Ambiente – SDA, 2017.

Fuente		
Tipo	Nombre	Proceso o actividad que genera las emisiones atmosféricas
		Ensamble y comercialización de baterías y repuestos eléctricos
		Elaboración de pulpa de fruta para consumo humano
		Fabricación de guantes de caucho
		Fabricación de mezcla asfáltica
		Fabricación y Comercialización de Partes para Motocicletas
		Fabricación de rines para carretilla en aluminio
		Fabricación de otros productos químicos
		Fabricación de alimentos, tortas y ponqués
		Fabricación de alimentos cárnicos
		Fabricación, comercialización y venta de bocadillos y galletas y comercio en general
		Fabricación y transformación de aceros comunes
		Fabricación de hilos
		Fabricación de artículos de cacería y pesca para deportes
		Fabricación de insumos para acabados textiles como suavizantes y detergentes
		Fabricación de bebidas alcohólicas
		Fabricación de guantes de caucho
		Fabricación de embutidos y artículos de salsamentaría
		Fabricación de bocadillo para consumo humano
		Fabricación de juguetes caninos
		Fabricación de productos de caucho para floricultura
		Fabricación de pan
		Fabricación y comercialización de láminas acrílicas
		Fabricación y distribución de productos alimenticios
		Fabricación de productos en caucho para el calzado
		Fabricación de productos lácteos como kumis
		Fabricación de productos biológicos veterinarios
		Fabricación de repuestos en caucho como retenedores para carros
		Fabricación y comercialización de dulces blandos
		Fabricación de resinas y poliuretano
		Fabricación y comercialización de mangueras en caucho para el sector automotriz e industrial
		Fabricación y comercialización de vinos y aperitivos
		Fabricación de muebles hospitalarios.
		Fabricación de productos metalúrgicos industriales
		Fabricación de muebles y estantes metálicos
		Fundición de herrajes
		Fundición de aluminio y labores de mecanizado.
		Fabricación de muebles hospitalarios.
		Fabricación de productos metalúrgicos industriales
		Fabricación de muebles y estantes metálicos
		Fundición de herrajes
		Fundición de metales

Fuente		
Tipo	Nombre	Proceso o actividad que genera las emisiones atmosféricas
		Fundición de aluminio y labores de mecanizado.
		Transformación de madera
		Producción y comercialización de alimentos
		Producción de salsas para la industria alimenticia
		Producción de acoples y mangueras para la industria
		Producción de carnes frías para consumo humano
		Producción de insumos químicos para la industria galvánica
		Fundiciones de metales para fabricación de repuestos industriales
		Fundición de aluminio
		Secado de madera para piezas y tablones para otras industrias
		Servicios de salud para humanos
		Fundición y venta de estructuras metálicas
		Tenido y acabado textil al por mayor,
		Producción y comercialización de productos de ajonjolí para consumo humano
		Producción y comercialización de café y cacao para consumo humano
		Producción y maquilado de productos cosméticos (shampoo y cremas) para consumo humano
		Fundición de aluminio para fabricación de acoples para equipos de riego de agua
		Fundición de metales no ferrosos
		Prestación de servicios médicos y de salud
		Fundición de zamac para piezas de maquinaria y piezas automotrices
		Producción y comercialización de alimentos enlatados
		Fundición de aluminio para maquinaria
		Servicio de anodizado en aluminio utilizado para construir edificios, marquesinas
		La fabricación de artículos de hierro fundido, acero y aluminio fundido.
		Lavado y acabado textil de prendas
		Tratamiento, procesamiento, refinación y transformación de materias primas de origen animal o vegetal como semillas oleaginosas, sebos y mantecas
		Procesos de estampado en prendas de vestir
		Venta y fabricación de calzado
		Prelavado, tinturado, planchado de prendas de vestir
		Tinturado de prendas de vestir
		Recuperadora de alambre de cobre
		Metalcomer Ltda.
		Producción y distribución de productos lácteos
		Lavado y limpieza de prendas de tela y de piel, incluso en seco.
		Tintorera.
	Comerciales	Asaderos
		Restaurantes

Fuente		
Tipo	Nombre	Proceso o actividad que genera las emisiones atmosféricas
		Ventas Ambulantes

Fuente: CONSORCIO METROBOG, 2017.

A continuación, se presenta la georeferenciación de las fuentes fijas/Puntual y características de área y longitud de las Fuentes Dispersas y Trazados de operación, respectivamente, ver Tabla 5.2.1-151.

Tabla 5.2.1-151 Características de las Fuentes de Emisión – Zona de estudio

Tipo	Nombre	Característica
Móvil/Trazado de operación (Lineal)	Av. Villavicencio (ALO - Av. Primero de mayo)	Longitud: 4,23
	Av. Primero de mayo (Av. Villavicencio - Av. Boyacá)	Longitud: 2,64
	Av. Primero de mayo (Av. Boyacá - Av. NQS)	Longitud: 3,86
	Av. NQS (Av. Primero de mayo - Av. calle 8 sur)	Longitud: 0,75
	Av. calle 8 sur (Av. NQS - Av. calle 1)	Longitud: 0,60
	Av. calle 1 (Av. calle 8 sur - Av. caracas)	Longitud: 1,60
	Av. caracas (Av. calle 1 - Av. calle 26)	Longitud: 3,19
	Av. caracas (Av. calle 26 - Av. calle 76)	Longitud: 5,58
	Av. Villavicencio (ALO - Av. Primero de mayo)	Longitud: 4,23
Fija /Dispersa (área)	Portal Américas	Área: Ha
	Estaciones de Servicio	Las áreas de cada una de las 48 estaciones de servicio identificas por la SDA se presenta en el Anexo Fuentes de Emisión.
Fija /Puntual	La georeferenciación de las 134 fuentes industriales y 66 fuentes comerciales identificadas por la SDA se encuentra en el Anexo 5.2.1.1 Fuentes de Emisión.	

Fuente: CONSORCIO METROBOG, 2017.

La Figura 5.2.1-137 presenta la localización de cada una de las fuentes de emisión identificadas en la condición actual de la zona de estudio.

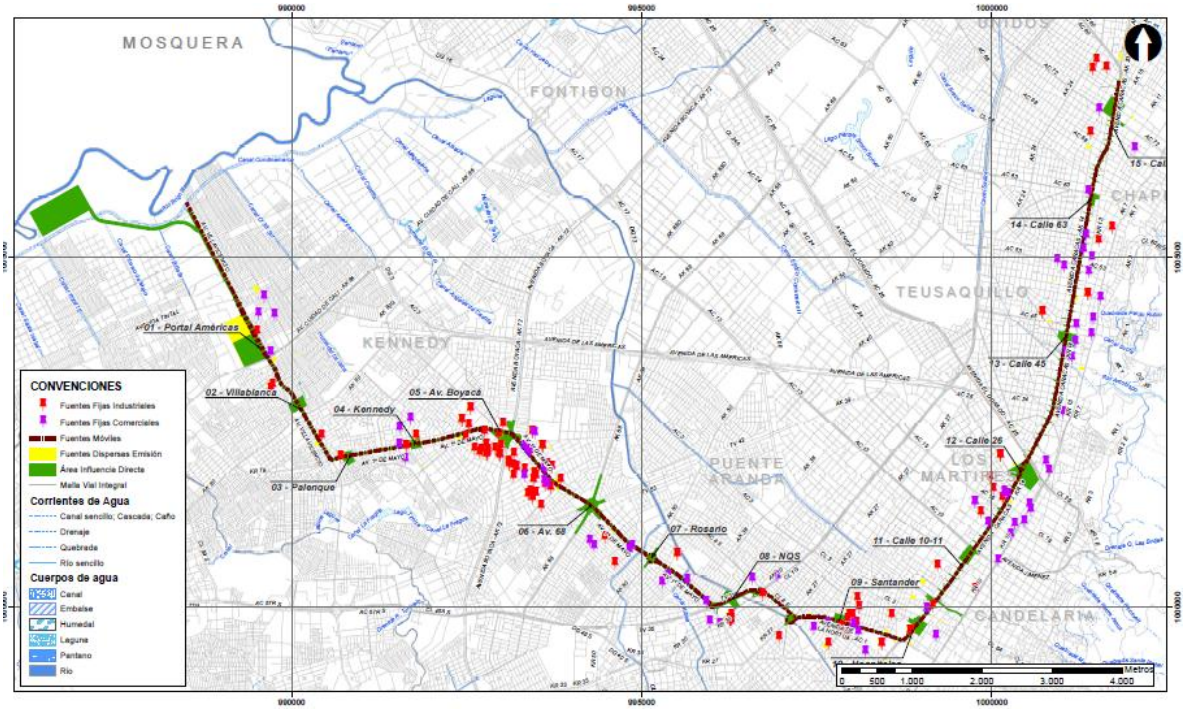


Figura 5.2.1-137 Localización Fuentes de Emisión en la Zona de Estudio

Las emisiones atmosféricas en la zona de estudio se deben principalmente por Fuentes Móviles a causa del Flujo vehicular existente de vehículos livianos, pesados y motos. Adicionalmente, sobre el trazado de la PLMB existen zonas industriales manufactureras las cuales representan la emisión de gases y partículas por Fuentes Fijas /Puntuales y estaciones de servicio que representan emisiones por Fuentes Fijas / Dispersa (área), al igual que el Portal Américas de Transmilenio.

5.2.1.19.1 Potenciales receptores

Teniendo en cuenta que los receptores hacen referencia al grupo de personas o poblaciones susceptibles a la transferencia de contaminantes de la atmósfera en diferentes grados de inmisión, para este estudio, los potenciales receptores corresponden a los ciudadanos que habitan y/o frecuentan la zona de estudio.

Por lo anterior, a partir de la identificación de los usos permisibles del suelo y la clasificación de sectores de restricción de ruido ambiental para la fijación de las normas de ruido ambiental establecidos por el Ministerio del Medio Ambiente y Desarrollo Sostenible – MADS en el Artículo 15 del Decreto 948 de 1995, La Figura 5.2.1-138 presenta la identificación de los potenciales receptores identificados en el área de influencia del proyecto.

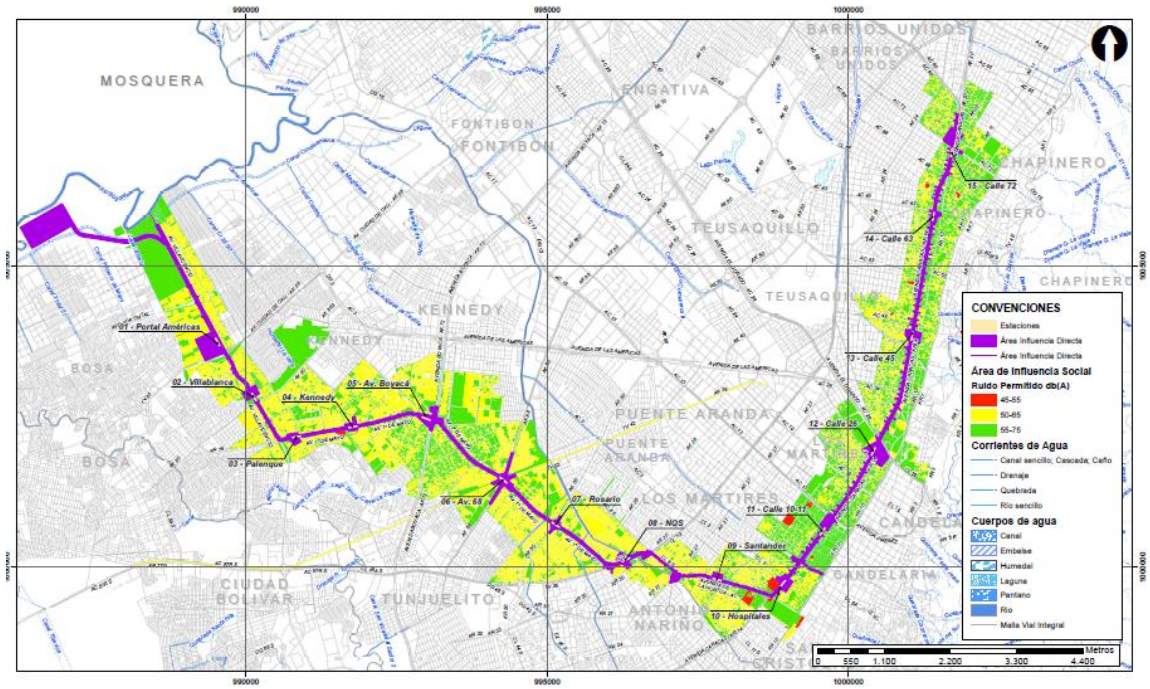


Figura 5.2.1-138 Potenciales receptores de emisiones atmosféricas
Fuente: CONSORCIO METROBOG, 2017.

En el área se identificaron dos sectores de mayor sensibilidad (Sector A. Tranquilidad y Silencio), correspondientes a la zona adyacente a la estación Hospitales y Keneddy, por la presencia de centros de atención a la salud especializada.

5.2.1.20 Calidad del Aire

Para realizar el diagnóstico actual de calidad del aire en el área de influencia directa del proyecto se establecieron las siguientes actividades:

- ✓ Identificar las fuentes de emisión y puntos de monitoreo, que sean significativos a lo largo del trazado del proyecto.
- ✓ Realizar a través de un laboratorio certificado la toma y el análisis de muestras de los siguientes parámetros: PM_{10}, $PM_{2.5}$, CO, NOx, SOx
- ✓ Realizar la comparación de los resultados con los valores establecidos en la normatividad ambiental vigente.

5.2.1.20.1 Criterios para la ubicación de las estaciones de monitoreo

La selección de los sitios de instalación de los equipos de monitoreo se desarrolló teniendo en cuenta los lineamientos presentados en el Protocolo para el monitoreo y seguimiento de la calidad del aire - Manual de diseño de sistemas de vigilancia de la calidad del aire, emitido por el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible –MADS. A continuación se presentan los aspectos que se tuvieron en cuenta para escoger el sitio de instalación:

- Altura de la toma de muestra sobre el piso: 2 – 15 m
- Distancia árbol más cercano: por lo menos > 10 m

- La distancia del muestreador a obstáculo como edificios: deberá ser por lo menos el doble de la altura que sobre sale el obstáculo sobre el muestreador. Se recomienda un radio libre de 10 m.
- No podrá haber flujos de hornos o de incineradores cercano.
- La distancia a las carreteras/caminos deberá ser de 2 a 10 metros del borde de la línea de tráfico más cercana.
- Fácil acceso, para visitas regulares de inspección.
- Seguridad contra vandalismo
- Infraestructura: el sitio debe contar con energía eléctrica segura

A partir del reconocimiento en campo y la identificación preliminar de los sitios para ejecutar el muestreo, se procedió a realizar la solicitud del permiso de instalación de los equipos a cada uno de los propietarios de los predios. Esta solicitud se desarrolló por medio de entrevista en la cual se informaron los aspectos clave para el desarrollo de la actividad y la finalidad del muestreo.

5.2.1.20.2 Puntos de Monitoreo

Para conocer el estado actual de la calidad del aire en el área de influencia del proyecto, se instaló una red de monitoreo de calidad de aire de tipo indicativo en época seca durante un periodo de 20 días, entre el 01 y 21 de Agosto de 2017.

Esta red de monitoreo fue compuesta por 18 estaciones de monitoreo, operadas por el laboratorio K2 Ingeniería S.A.S. acreditado por el Instituto de Hidrología, meteorología y estudios Ambientales – IDEAM. Los parámetros medidos correspondieron, Partículas Menores a 10 micras (PM_{10}), Partículas Menores a 2,5 micras ($PM_{2.5}$) Dióxidos de Azufre (SO_2) y Dióxidos de Nitrógeno (NO_2). En el Anexo 5.2.1.2 Calidad del Aire, se presentan los resultados y las resoluciones de acreditación de laboratorio.

Para la ubicación de las estaciones de medición de calidad del aire, se tuvieron en cuenta criterios como la presencia de comunidades vecinas, la rosa de vientos (dirección y velocidad del viento), la localización de la infraestructura que será construida y las condiciones topográficas. En la Tabla 5.2.1-152 se presenta la descripción de las estaciones de Monitoreo y en la Figura 5.2.1-139, se presenta una localización general de las mismas. (Ver Anexo 5.2.1.8 ETPLMB-ET19-L04-PLA-I-0019_RA).

Tabla 5.2.1-152 Descripción Estaciones de Monitoreo

Estación 1	**Nombre:**	**Patio-Taller**
	Coordenadas Magna Sirgas Origen Bogotá:	986 485 772 1 005 388 278
	Altitud:	2556 msnm
	Equipos:	Low-Vol VFC $PM_{2.5}$, Hi-Vol VFC PM_{10}, RAC 3 Gases, Tubos Pasivos BTX, Analizador Infrarrojo CO.
	Contaminantes	$PM_{2.5}$, PM_{10}, SO_2, NO_2, CO, BTX.
	Fuentes del Entorno:	Estación ubicada en la Finca Cañaveralejo cercana al acueducto, en el sector El Corzo. Como fuente del entorno se evidencia el tráfico de vehículos pesados por vía destapada.
	Periodo de medición:	2017/08/01-2017/08/20

Estación 2	**Nombre:**	**Portal Américas**
	Coordenadas Magna Sirgas Origen Bogotá:	989 623 148 1 003 658 426
	Altitud:	2562 msnm
	Equipos:	Low-Vol VFC $PM_{2.5}$, Hi-Vol VFC PM_{10}, RAC 3 Gases, Tubos Pasivos BTX, Analizador Infrarrojo CO.
	Contaminantes	$PM_{2.5}$, PM_{10}, SO_2, NO_2, CO, BTX.
	Fuentes del Entorno:	Estación ubicada en un parqueadero y Centro de Lavado de la Av. Villavicencio con 86A. Se evidencia tráfico vehicular en el entorno.
	Periodo de medición:	2017/08/01-2017/08/20

Estación 3	Nombre:	Villa Blanca
	Coordenadas Magna Sirgas Origen Bogotá:	990 032 958 1 002 699 999
	Altitud:	2554 msnm
	Equipos:	Low-Vol VFC $PM_{2.5}$, Hi-Vol VFC PM_{10}, RAC 3 Gases, Tubos Pasivos BTX, Analizador Infrarrojo CO.
	Contaminantes	$PM_{2.5}$, PM_{10}, SO_2, NO_2, CO, BTX.
	Fuentes del Entorno:	Estación ubicada en la Carrera 80 con Calle 43. Como fuente del entorno se identifica el tráfico vehicular.
	Periodo de medición:	2017/08/01-2017/08/20

Estación 4	Nombre:	Kennedy
	Coordenadas Magna Sirgas Origen Bogotá:	991 009,97 1 002 242,2
	Altitud:	2560 msnm
	Equipos:	Low-Vol VFC $PM_{2.5}$, Hi-Vol VFC PM_{10}, RAC 3 Gases, Tubos Pasivos BTX, Analizador Infrarrojo CO.
	Contaminantes	$PM_{2.5}$, PM_{10}, SO_2, NO_2, CO, BTX.
	Fuentes del Entorno:	Estación ubicada en la Calle 41C-Sur # 78-36. No se evidencian fuentes importantes de emisión en el entorno.
	Periodo de medición:	2017/08/01-2017/08/20

Estación 5	Nombre:	Palenque
	Coordenadas Magna Sirgas Origen Bogotá:	991 817,52 1 002 223,68
	Altitud:	2560 msnm
	Equipos:	Low-Vol VFC $PM_{2.5}$, Hi-Vol VFC PM_{10}, RAC 3 Gases, Tubos Pasivos BTX, Analizador Infrarrojo CO.
	Contaminantes	$PM_{2.5}$, PM_{10}, SO_2, NO_2, CO, BTX.
	Fuentes del Entorno:	Estación ubicada en la Calle 39A # 73C-29 Sur. Predomina el tráfico vehicular normal en el entorno.
	Periodo de medición:	2017/08/01-2017/08/20

Estación 6	Nombre:	Av Boyacá
	Coordenadas Magna Sirgas Origen Bogotá:	993 028,87 1 002 564,52
	Altitud:	2563 msnm
	Equipos:	Low-Vol VFC $PM_{2.5}$, Hi-Vol VFC PM_{10}, RAC 3 Gases, Tubos Pasivos BTX, Analizador Infrarrojo CO.
	Contaminantes	$PM_{2.5}$, PM_{10}, SO_2, NO_2, CO, BTX.
	Fuentes del Entorno:	Estación ubicada en la Calle 6 Sur # 72-39. Se evidencia como fuente en el entorno el tráfico de vehículos livianos.
	Periodo de medición:	2017/08/01-2017/08/20

Estación 7	Nombre:	Avenida 68
	Coordenadas Magna Sirgas Origen Bogotá:	994 335,65 1 001 323,45
	Altitud:	2562 msnm
	Equipos:	Low-Vol VFC $PM_{2.5}$, Hi-Vol VFC PM_{10}, RAC 3 Gases, Tubos Pasivos BTX, Analizador Infrarrojo CO.
	Contaminantes	$PM_{2.5}$, PM_{10}, SO_2, NO_2, CO, BTX.
	Fuentes del Entorno:	Punto ubicado en la Calle 27 Sur # 54-08. En el entorno se evidencia tráfico vehicular leve.
	Periodo de medición:	2017/08/01-2017/08/20

Estación 8	Nombre:	Rosario
	Coordenadas Magna Sirgas Origen Bogotá:	994 979,81 1 000 684,49
	Altitud:	2574 msnm
	Equipos:	Low-Vol VFC $PM_{2.5}$, Hi-Vol VFC PM_{10}, RAC 3 Gases, Tubos Pasivos BTX, Analizador Infrarrojo CO.
	Contaminantes	$PM_{2.5}$, PM_{10}, SO_2, NO_2, CO, BTX.
	Fuentes del Entorno:	Estación ubicada en la Cra 50B # 29-31-Presencia de tráfico vehicular en el entorno.
	Periodo de medición:	2017/08/01-2017/08/20

Estación 9	Nombre:	NQS
	Coordenadas Magna Sirgas Origen Bogotá:	996 030,84 1 000 094,66
	Altitud:	2568 msnm
	Equipos:	Low-Vol VFC $PM_{2.5}$, Hi-Vol VFC PM_{10}, RAC 3 Gases, Tubos Pasivos BTX, Analizador Infrarrojo CO.
	Contaminantes	$PM_{2.5}$, PM_{10}, SO_2, NO_2, CO, BTX.
	Fuentes del Entorno:	Estación ubicada en la Calle 18 Sur # 34C-04. En el entorno hay presencia importante de tráfico vehicular de la Av. 1º de Mayo.
	Periodo de medición:	2017/08/01-2017/08/20

Estación 10	Nombre:	Santander
	Coordenadas Magna Sirgas Origen Bogotá:	997 991,19 999 566,25
	Altitud:	2604 msnm
	Equipos:	Low-Vol VFC $PM_{2.5}$, Hi-Vol VFC PM_{10}, RAC 3 Gases, Tubos Pasivos BTX, Analizador Infrarrojo CO.
	Contaminantes	$PM_{2.5}$, PM_{10}, SO_2, NO_2, CO, BTX.
	Fuentes del Entorno:	Estación ubicada en la casa del señor Diego Meneses. Las fuentes de emisión del entorno son el tráfico vehicular y algunas industrias.
	Periodo de medición:	2017/08/01-2017/08/20

Estación 11	Nombre:	Hospitales
	Coordenadas Magna Sirgas Origen Bogotá:	998 845,00 999 682,96
	Altitud:	2614 msnm
	Equipos:	Low-Vol VFC $PM_{2.5}$, Hi-Vol VFC PM_{10}, RAC 3 Gases, Tubos Pasivos BTX, Analizador Infrarrojo CO.
	Contaminantes:	$PM_{2.5}$, PM_{10}, SO_2, NO_2, CO, BTX.
	Fuentes del Entorno:	Estación ubicada en la portería principal del Hospital La Misericordia. La principal fuente del entorno es el tráfico vehicular de la Av. Caracas con Calle 1ª.

	Periodo de medición:	2017/08/01-2017/08/20
Estación 12	**Nombre:**	**Calle 10-11**
	Coordenadas Magna Sirgas Origen Bogotá:	999 784,50 1 000 303,44
	Altitud:	2626 msnm
	Equipos:	Low-Vol VFC $PM_{2.5}$, Hi-Vol VFC PM_{10}, RAC 3 Gases, Tubos Pasivos BTX, Analizador Infrarrojo CO.
	Contaminantes:	$PM_{2.5}$, PM_{10}, SO_2, NO_2, CO, BTX.
	Fuentes del Entorno:	Estación ubicada en la azotea del Centro Comercial El Gran San. Calle 10 con Carrera 10. La principal fuente del entorno es el tráfico vehicular en las zonas aledañas.
	Periodo de medición:	2017/08/01-2017/08/20

Estación 13	**Nombre:**	**Calle 26**
	Coordenadas Magna Sirgas Origen Bogotá:	1 000 515,62 1 001 747,14
	Altitud:	2642 msnm
	Equipos:	Low-Vol VFC $PM_{2.5}$, Hi-Vol VFC PM_{10}, RAC 3 Gases, Tubos Pasivos BTX, Analizador Infrarrojo CO.
	Contaminantes:	$PM_{2.5}$, PM_{10}, SO_2, NO_2, CO, BTX.
	Fuentes del Entorno:	Estación ubicada en la terraza de la Universidad Incca de Colombia. La principal fuente del entorno es el tráfico vehicular de la Calle 26.
	Periodo de medición:	2017/08/01-2017/08/20

Estación 14	**Nombre:**	**Calle 45**
	Coordenadas Magna Sirgas Origen Bogotá:	1 001 128,95 1 004 127,72
	Altitud:	2610 msnm
	Equipos:	Low-Vol VFC $PM_{2.5}$, Hi-Vol VFC PM_{10}, RAC 3 Gases, Tubos Pasivos BTX, Analizador Infrarrojo CO.
	Contaminantes:	$PM_{2.5}$, PM_{10}, SO_2, NO_2, CO, BTX.
	Fuentes del Entorno:	Estación ubicada en la terraza del nuevo Edificio de Psicología de la Universidad Católica. La fuente más relevante del entorno es el tráfico vehicular de la Av. Caracas con Calle 46.
	Periodo de medición:	2017/08/01-2017/08/20

ESTACIÓN 15	Nombre:	CALLE 52
	Coordenadas Magna Sirgas Origen Bogotá:	1 001 310,79 1 005 024,66
	Altitud:	2594 msnm
	Equipos:	Low-Vol VFC $PM_{2.5}$, Hi-Vol VFC PM_{10}, RAC 3 Gases, Tubos Pasivos BTX, Analizador Infrarrojo CO.
	Contaminantes:	$PM_{2.5}$, PM_{10}, SO_2, NO_2, CO, BTX.
	Fuentes del Entorno:	Estación ubicada en la terraza de la Secretaría Distrital de Ambiente. En el entorno se destaca el tráfico vehicular de la zona.
	Periodo de medición:	2017/08/01-2017/08/20

Estación 16	Nombre:	Calle 63
	Coordenadas Magna Sirgas Origen Bogotá:	1 001 307,69 1 006 035,26
	Altitud:	2587 msnm
	Equipos:	Low-Vol VFC $PM_{2.5}$, Hi-Vol VFC PM_{10}, RAC 3 Gases, Tubos Pasivos BTX, Analizador Infrarrojo CO.
	Contaminantes:	$PM_{2.5}$, PM_{10}, SO_2, NO_2, CO, BTX.
	Fuentes del Entorno:	Estación ubicada en la Calle 63A # 15-15. Como fuentes del entorno se destacan el tráfico vehicular de la zona y la remodelación de un edificio ubicado a 80 m aproximadamente.
	Periodo de medición:	2017/08/01-2017/08/20

Estación 17	Nombre:	Calle 72
	Coordenadas Magna Sirgas Origen Bogotá:	1 001 504,93 1 006 646,53
	Altitud:	2582 msnm
	Equipos:	Low-Vol VFC $PM_{2.5}$, Hi-Vol VFC PM_{10}, RAC 3 Gases, Tubos Pasivos BTX, Analizador Infrarrojo CO.
	Contaminantes:	$PM_{2.5}$, PM_{10}, SO_2, NO_2, CO, BTX.
	Fuentes del Entorno:	Estación ubicada en el la Calle 15 # 68-86, que corresponde a un parqueadero en construcción. Se evidencia en el entorno tráfico vehicular.
	Periodo de medición:	2017/08/01-2017/08/20

Estación 18	Nombre:	Calle 76

	Coordenadas Magna Sirgas Origen Bogotá:	1 002 062,76 1 007 525,05
	Altitud:	2589 msnm
	Equipos:	Low-Vol VFC $PM_{2.5}$, Hi-Vol VFC PM_{10}, RAC 3 Gases, Tubos Pasivos BTX, Analizador Infrarrojo CO.
	Contaminantes:	$PM_{2.5}$, PM_{10}, SO_2, NO_2, CO, BTX.
	Fuentes del Entorno:	Estación ubicada en la terraza del Centro Comercial de Alta Tecnología, en la Carrera 15 # 77-05. Predomina tráfico vehicular en la zona.
	Periodo de medición:	2017/08/01-2017/08/20

Fuente: K2 INGENIERÍA S.A.S.

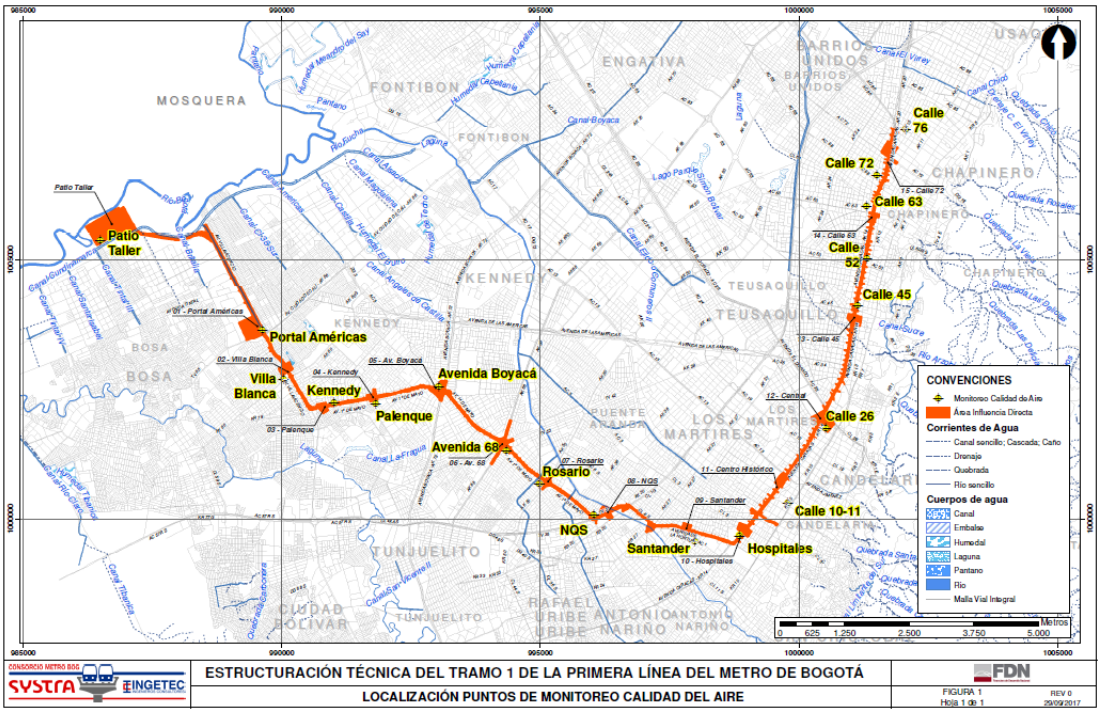


Figura 5.2.1-139 Localización puntos de monitoreos calidad de aire

5.2.1.20.3 Condiciones climáticas

Para el conocimiento de las condiciones climáticas durante el tiempo de muestro, se ubicaron dos estaciones meteorológicas Vantage Vue, marca Davis Instruments en puntos estratégicos, las cuales permitieron registrar el comportamiento de las condiciones atmosféricas de forma representativa para las estaciones de monitoreo. La microlocalización de las estaciones meteorológicas se presenta en la Tabla 5.2.1-153.

Tabla 5.2.1-153 Ubicación de las estaciones meteorológicas

Estación Meteorológica 1	Nombre:	Estación Villa Blanca
	Coordenadas Magna Sirgas Origen Bogotá:	4°37'18,38"N
		74°9'59,17"W
	Altitud:	2554 msnm
	Equipos:	Vantage Vue, marca Davis Instruments
	Periodo de medición:	2017/08/01-2017/08/19
ESTACIÓN METEOROLÓGICA 2	Nombre:	RMCAB[3] Red de Monitoreo de la Calidad del Aire de Bogotá
	Coordenadas Magna Sirgas Origen Bogotá:	4°37'31,04"N
		74°4'2,06"W
	Altitud:	2621 msnm
	Equipos:	Vantage Vue, marca Davis Instruments
	Periodo de medición:	2017/08/01-2017/08/19

Fuente: K2 INGENIERÍA S.A.S. (Estudio actual)

Con estos datos se determinaron las predominancias en velocidad y dirección del viento con el fin de establecer la dirección y grado de dispersión de los contaminantes en la atmósfera. Por otra parte, el análisis de la pluviometría de la zona es importante para la determinación de si existe o no remoción húmeda en la zona (lavado atmosférico). La combinación de otros aspectos como humedad y datos de superficie como temperatura, radiación solar y velocidad del viento deben llevar a la estimación de la estabilidad atmosférica

En la Tabla 5.2.1-154 y Tabla 5.2.1-155 se muestran los datos diarios obtenidos a partir de las estaciones meteorológicas mencionadas anteriormente, donde se consolida el valor promedio de: velocidad del viento, temperatura, presión barométrica y humedad relativa así como la precipitación acumulada.

[3] Secretaría Distrital de Ambiente [en línea] http://ambientebogota.gov.co/web/sda/inicio _ Link “Calidad del Aire en Bogotá” [citado en junio de 2017]

Tabla 5.2.1-154 Resumen de los parámetros meteorológicos de muestreo Estación Villa Blanca

Parámetro	Temperatura (°C)	Presión Barométrica (mmHg)	Precipitación (mm)	Velocidad del Viento (m/s)	Humedad (%)
2017-07-31	13,47	570,45	0,00	0,77	73
2017-08-01	14,16	569,96	0,00	0,41	74
2017-08-02	15,42	568,69	0,00	0,53	70
2017-08-03	15,87	569,03	0,00	0,83	69
2017-08-04	15,11	568,29	1,02	0,68	76
2017-08-05	15,11	568,80	0,00	0,87	72
2017-08-06	15,46	568,65	0,00	0,78	69
2017-08-07	15,76	567,85	0,00	0,74	69
2017-08-08	13,20	567,95	5,84	0,74	70
2017-08-09	16,80	568,38	1,01	0,84	72
2017-08-10	15,53	568,66	0,00	0,51	73
2017-08-11	15,78	567,71	0,00	0,42	74
2017-08-12	15,50	567,81	0,00	0,54	72
2017-08-13	15,50	568,32	0,00	0,69	69
2017-08-14	16,28	568,19	0,00	0,68	58
2017-08-15	15,28	567,12	0,00	0,51	71
2017-08-16	16,29	566,97	0,00	0,84	70
2017-08-17	16,72	566,55	3,05	0,57	74
2017-08-18	16,01	565,51	19,06	0,70	81
2017-08-19	14,10	565,92	10,66	0,66	85
2017-08-20	15,19	567,35	0,00	0,79	75
2017-08-21	15,61	569,02	0,00	0,76	69
2017-08-22	14,90	569,51	0,25	0,92	70
Promedio	15,35	568,12	40,89	0,69	72
Máximo	16,80	570,45	19,06	1,72	85
Mínimo	13,20	562,77	0,00	0,41	58

**Precipitación acumulada*

Fuente: K2 INGENIERÍA S.A.S. (Estudio actual)

Tabla 5.2.1-155 Resumen de los parámetros meteorológicos de muestreo Estación RMCAB

Parámetro	Temperatura (°C)	Presión Barométrica (mmHg)	Precipitación (mm)	Velocidad del Viento (m/s)	Humedad (%)
2017-08-01	13,93	564,54	0,40	1,12	62
2017-08-02	14,98	564,08	0,00	1,90	58
2017-08-03	15,40	564,33	0,00	1,31	58
2017-08-04	15,10	564,33	4,50	1,48	64

Parámetro	Temperatura (°C)	Presión Barométrica (mmHg)	Precipitación (mm)	Velocidad del Viento (m/s)	Humedad (%)
2017-08-05	15,10	564,21	0,10	2,38	60
2017-08-06	15,25	564,13	0,00	1,78	57
2017-08-07	15,51	563,58	0,00	1,24	58
2017-08-08	15,68	563,54	6,70	1,49	58
2017-08-09	15,38	564,17	4,50	1,57	61
2017-08-10	15,15	564,25	0,00	1,45	62
2017-08-11	15,62	563,71	0,00	1,33	62
2017-08-12	15,35	563,71	0,20	1,58	60
2017-08-13	14,60	564,04	0,50	1,48	58
2017-08-14	15,70	563,42	0,00	0,91	50
2017-08-15	15,11	563,17	0,20	1,40	57
2017-08-16	16,04	563,21	0,10	1,00	59
2017-08-17	16,25	563,08	4,90	1,49	63
2017-08-18	15,65	562,88	28,50	0,75	70
2017-08-19	14,17	562,71	28,80	0,95	73
2017-08-20	15,26	563,21	0,20	1,33	63
2017-08-21	15,38	564,21	0,10	1,32	58
2017-08-22	14,79	564,17	0,00	1,49	57
Promedio	15,25	563,76	79,70	1,40	60
Máximo	16,25	564,54	28,80	2,38	73
Mínimo	13,93	562,71	0,00	0,75	50

**Precipitación acumulada*

Fuente: K2 INGENIERÍA S.A.S. (Estudio actual)

Temperatura

En la Figura 5.2.1-140 y la Figura 5.2.1-141 se presenta la temperatura promedio diaria para las estaciones meteorológicas Villa Blanca y RMCAB, respectivamente, durante el periodo de la campaña de monitoreo.

En la estación Villa Blanca, los valores medidos presentaron variaciones entre 13,2°C (Valor mínimo) y 16,8°C (Valor máximo) registrados los días 08 y 09 de agosto, respectivamente. El promedio del periodo es de 15,35°C.

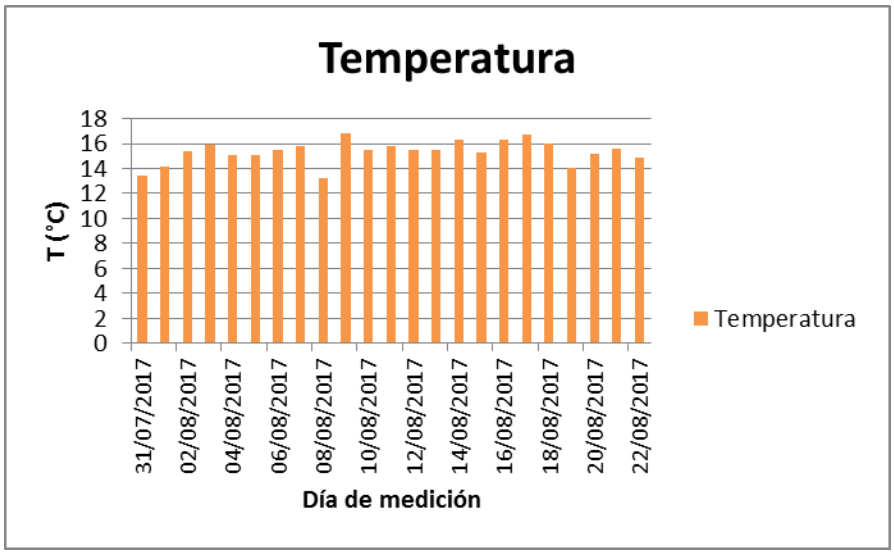


Figura 5.2.1-140 Temperatura promedio diaria Estación Villa Blanca

En la estación RMCAB, el valor mínimo fue de 14,6°C, el valor máximo de 16,25°C, el promedio en esta estación fue de 15,25°C.

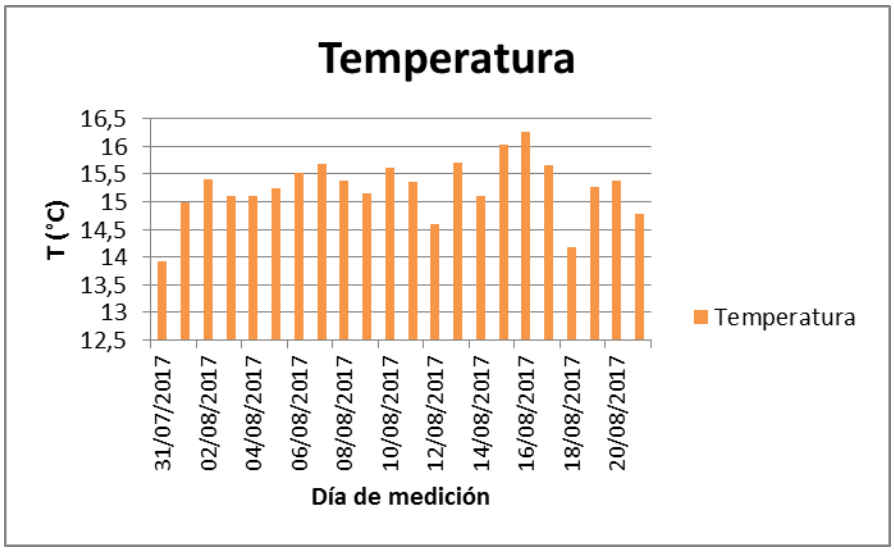


Figura 5.2.1-141 Temperatura promedio diaria Estación RMCAB

Precipitación

En la Figura 5.2.1-142 y la Figura 5.2.1-143 se presenta la precipitación acumulada diaria. La precipitación acumulada durante el periodo de monitoreo fue de 40,89 mm de agua en la estación Villa Blanca y de 79,7 mm en la estación RMCAB; el día 18 de agosto de 2017 se alcanzó el máximo registro, 19,06 mm de agua en la estación Villa Blanca, mientras que en la estación RMCAB el máximo valor fue de 28,50 mm y se alcanzó el 19 de agosto de 2017.

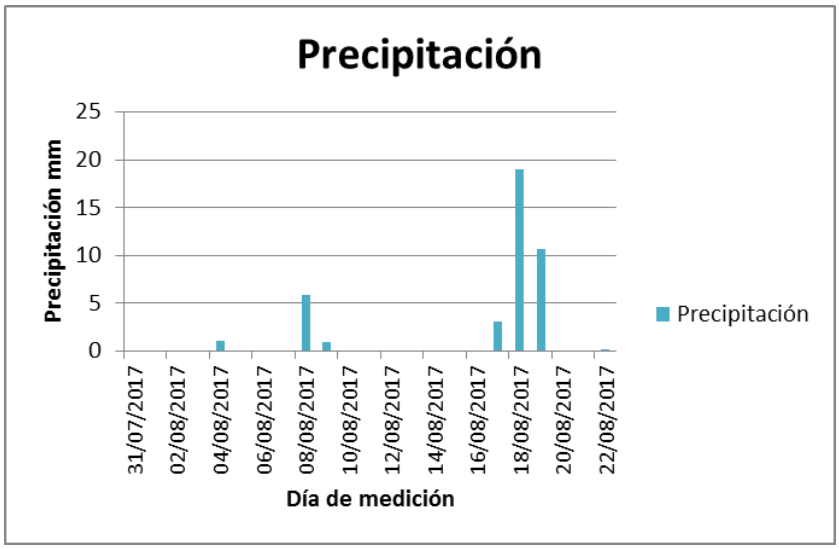


Figura 5.2.1-142 Precipitación acumulada diaria Estación Villa Blanca

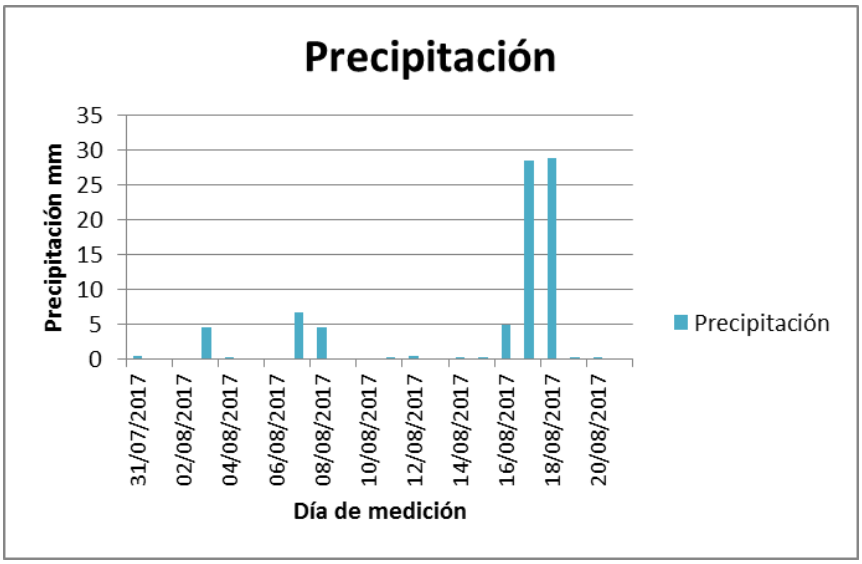


Figura 5.2.1-143 Precipitación acumulada diaria Estación RMCAB

Presión Barométrica

En Figura 5.2.1-144 y Figura 5.2.1-145 se muestra de manera gráfica la presión barométrica promedio diaria registrada en las dos estaciones. Las variaciones de los promedios diarios de presión no superaron los 10 mm de Hg, el promedio durante el periodo de monitoreo fue de 568,12 mm de Hg en la estación Villa Blanca y de 563,76 mm de Hg en la estación RMCAB.

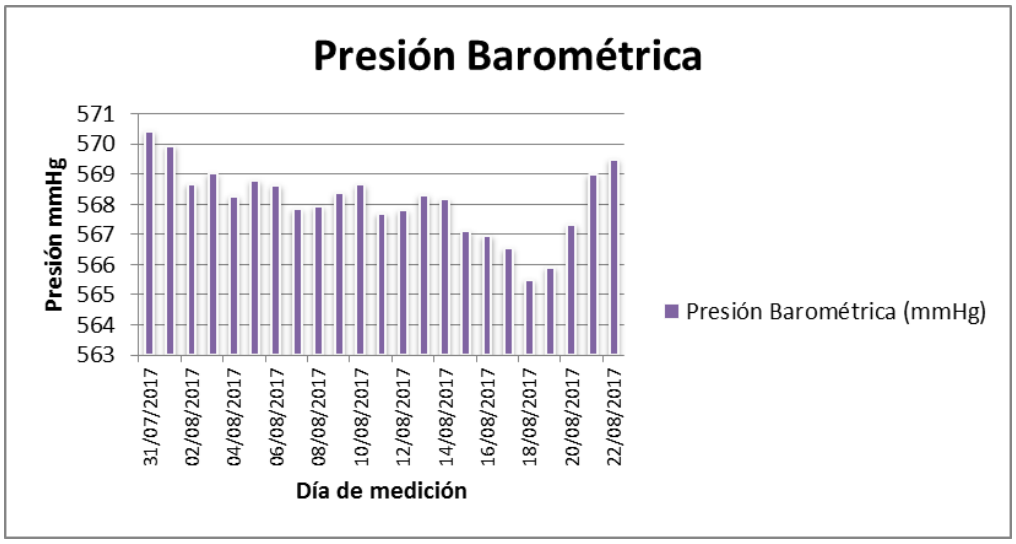


Figura 5.2.1-144 Presión barométrica promedio diaria Estación Villa Blanca

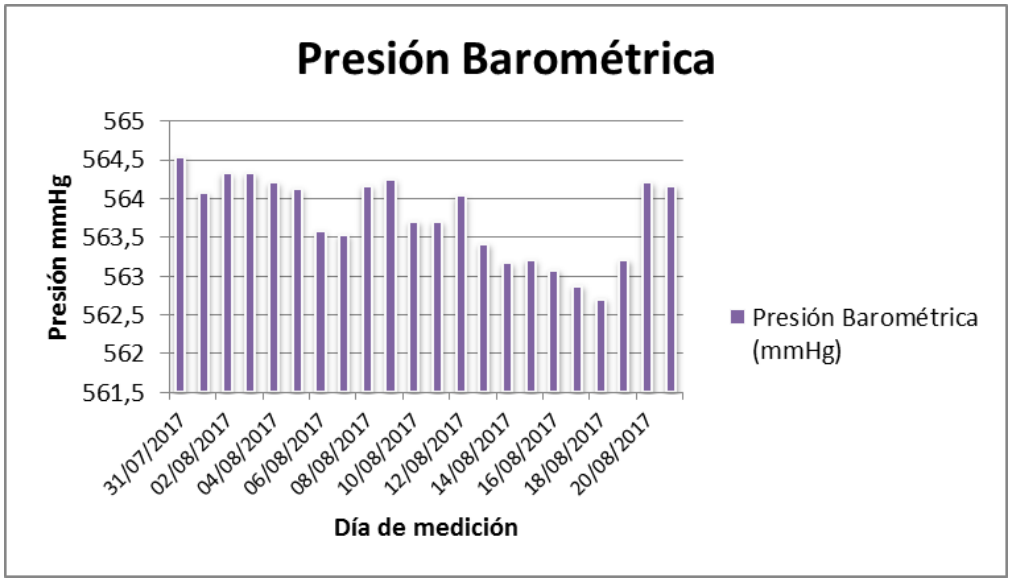


Figura 5.2.1-145 Presión barométrica promedio diaria Estación RMCAB

Dirección y velocidad del viento

En la Figura 5.2.1-146 y Figura 5.2.1-147 se presenta la velocidad promedio del viento diaria de las estaciones durante el periodo de monitoreo. El promedio de velocidad del periodo de monitoreo (1 al 20 de agosto de 2017) en las estaciones Villa Blanca y RMCAB es de 0,69 m/s y 1,40 m/s, respectivamente. En la estación RMCAB se incrementa un poco el valor debido a que se encuentra a mayor altura. Las velocidades más elevadas se presentaron el día 5 de agosto y 22 de agosto en la estación Villa Blanca y 5 de agosto en la estación RMCAB.

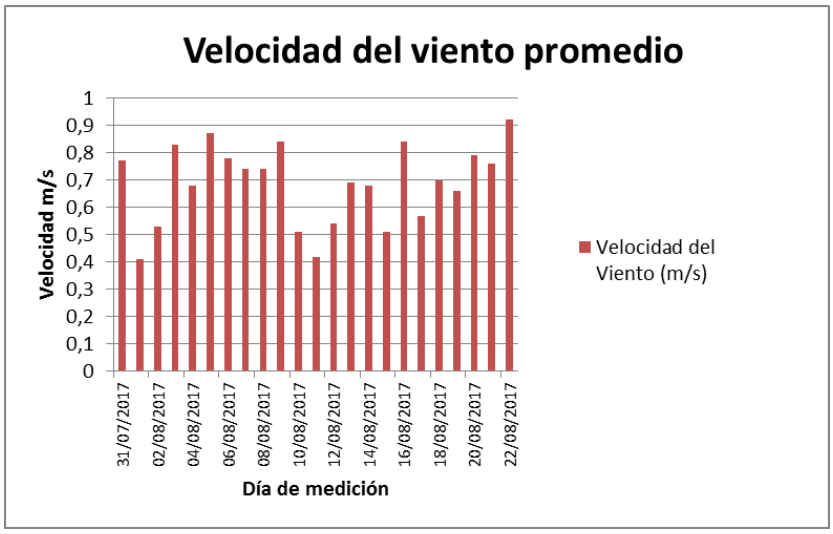


Figura 5.2.1-146 Velocidad del viento promedio estación Villa Blanca.

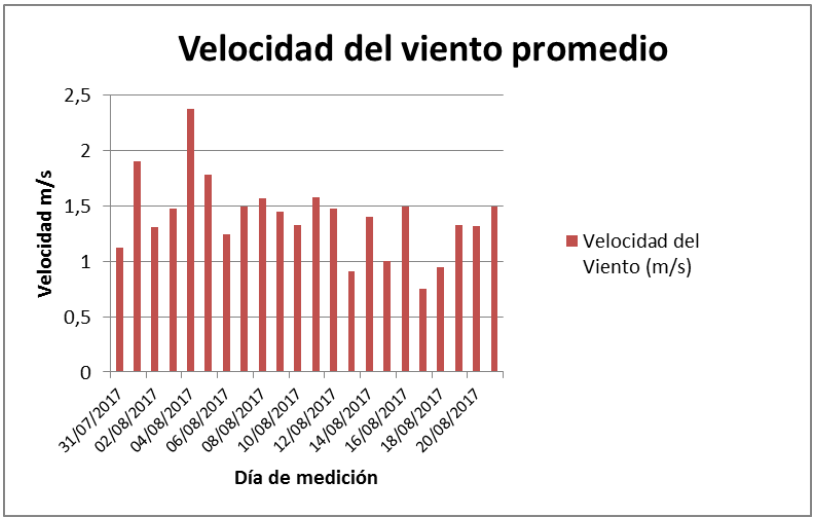


Figura 5.2.1-147 Velocidad del viento promedio estación RMCAB

Rosa de vientos

Como se puede apreciar en la Figura 5.2.1-148 Rosa de vientos, se registra una predominancia de los vientos provenientes de la dirección Este Sureste (ESE) y del Este (E) en la estación Villa Blanca, mientras que en la estación RMCAB predominan los vientos provenientes del Este (E), del Este Sureste (ESE) y del Sureste (SE).

Estación Villa Blanca **Estación RMCAB**

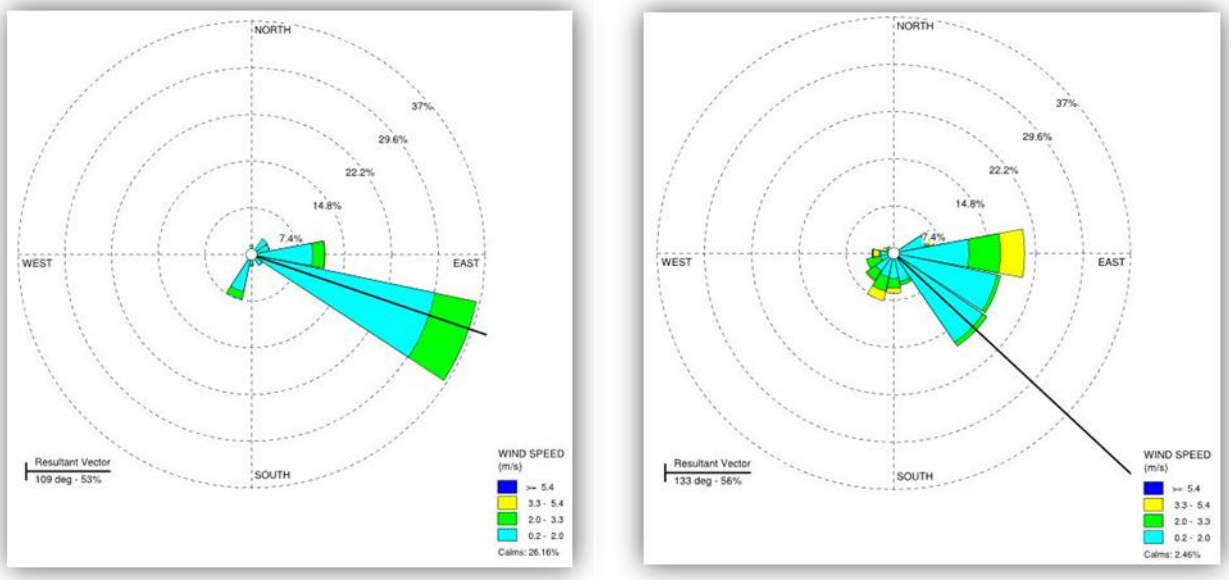


Figura 5.2.1-148 Rosa de vientos – Estaciones Meteorológicas
Fuente: K2 INGENIERÍA S.A.S. (Estudio actual) - Datos meteorológicos procesados en software WRPLOT View – Freeware V: 6.7.165 – Lakes Environmental

5.2.1.20.4 Metodología de muestreo

La metodología para el desarrollo de los muestreos de Calidad de Aire, se desarrolló de acuerdo con lo establecido en el documento Anexo 5.2.1.2 Monitoreo de Calidad de Aire, que contiene el protocolo, los parámetros y procedimientos aplicados bajo los lineamientos del Protocolo para el monitoreo y seguimiento de la calidad del aire expedido por el MADS. En este Anexo se incluye protocolo de monitoreo desarrollarlo para el estudio.

En los monitoreos se utilizaron los métodos de muestreo y de cálculo recomendados por la Agencia de Protección Ambiental (U.S. EPA) de los Estados Unidos de América y avalados por la legislación colombiana, tanto las soluciones para el muestreo como las muestras en sí, permanecieron en una cadena de frío y estas últimas se trasportaron bajo cadena de custodia, lo cual permitió mantener la trazabilidad y calidad de los resultados.

Los métodos utilizados en el monitoreo fueron los siguientes:

5.2.1.20.4.1 Medición de Material Particulado

Toma de muestras para la Determinación de Material Particulado como PM_{10} en la Atmósfera, Método EPA e-CFR Título 40, Parte 50, Apéndice J: PM_{10}.

Para el monitoreo de las partículas y la calibración de los equipos de muestreo de alto volumen se siguieron las recomendaciones de las normas de la U.S. EPA contenidas en el 40 CFR Parte 50,

Apéndice J, *"Reference Method for the Determination of Particulate Matter as PM10 in the Atmosphere"*; junto con la Norma Técnica Colombiana NTC 3704 del ICONTEC.

El método consiste en hacer pasar una muestra de aire, succionada por un motor, a través de un filtro de fibra de vidrio, previamente secado y pesado, durante 24 horas. Los flujos de operación se encuentran entre 1,02 y 1,24 (m3/min) para PM10. Para material particulado se utilizaron equipos de alto volumen Hi – Vol (Figura 5.2.1-149), los cuales fueron verificados al inicio del muestreo mediante el uso de metodología de orificios.

Al estar operando en éste rango de flujo, las muestras se colectaron por periodos de 24 horas. La concentración de la masa de las partículas suspendidas se calculó por medio de la diferencia en pesos del filtro antes y después del muestreo y del total del flujo de aire muestreado.

Figura 5.2.1-149 Muestreador Hi-Vol de PM_{10}
Fuente: K2 INGENIERÍA S.A.S.

Equipos de Verificación

La verificación del equipo se realizó con un kit de calibración (Figura 5.2.1-150), este consta una resistencia de flujo variable, la cual es un tubo metálico con un par de discos que permiten obtener varias aberturas al girar uno de los discos; este kit de calibración posee la respectiva ecuación de calibración con su respectiva curva

Figura 5.2.1-150 Equipamiento que conforma el kit de calibración Variflow
Fuente: K2 INGENIERÍA S.A.S.

Finalizado el tiempo de muestreo, el filtro se seca a 85°C por una hora en estufa, se lleva a temperatura ambiente en desecador y se pesa nuevamente. La diferencia de peso, es la masa (µg) neta, que dividida por el volumen de aire (m^3) muestreado durante las 24 horas, determina la concentración de partículas, expresadas en µg/m3. Para la determinación del material particulado, en el Laboratorio de K2 INGENIERÍA S.A.S. se utilizó una balanza digital OHAUS (Figura 5.2.1-151).

Figura 5.2.1-151 Balanza Analítica OHAUS PA-214-CO

Fuente: K2 INGENIERÍA S.A.S.

La balanza digital Figura 5.2.1-151 utilizada en laboratorio por la firma consultora K2 INGENIERÍA S.A.S. fue:

Tabla 5.2.1-156 Información de la balanza utilizada en laboratorio

Serial	Marca y Modelo	Fecha de Calibración	Fecha de Vencimiento Calibración
8328240501	OHAUS PA214	2015-05-20	2018-05-20

Muestreadores de bajo volumen para $PM_{2.5}$[4]

Este muestreador fue concebido desde el principio como una plataforma de muestreo secuencial. Tanto las versiones de cuatro y 12 canales del dispositivo proporcionan capacidades de muestreo secuenciales. Muestreadores de cuatro canales se pueden actualizar en una fecha posterior a la configuración de 12 canales. Cuatro canales de flujo pueden ser operados simultáneamente, cada uno con un caudal de hasta 16,7 L/min (un m3/hora) para lograr condiciones termodinámicas comparable con PM2.5 muestreadores FRM. Esto también permite más material para ser recogida en cada filtro de 47 mm para el análisis que a velocidades de flujo más bajas. Control de flujo volumétrico activo mantiene una velocidad de flujo volumétrico constante especificada por el usuario mediante la incorporación de cuatro controladores de flujo másico y sensores de temperatura y presión ambiente (Figura 5.2.1-152).

[4] http://www.thermoscientific.com/en/product/partisol-2300-speciation-sampler.html#sthash.yEaRnXOP.dpuf

Figura 5.2.1-152 Muestreadores Low-Vol $PM_{2.5}$

Fuente: K2 INGENIERÍA S.A.S.

Características principales:

- Secuencial flexible (12 canales) unidad con interfaz de usuario
- Activol ™ de control de flujo con cuatro controladores de flujo; trayectoria de flujo recta
- $PM_{2.5}$ y PM_{10} impactadores aseguran punto de corte tamaño aguda similar a FRM
- Flujos programables (hasta 18 L/min.)
- Configuraciones de Base (cuatro canales) y la plataforma de muestreo flexibles disponibles

Los canales pueden ser agrupados en las siguientes maneras:

- Tres grupos de cuatro canales de flujo
- Tres grupos de tres canales de flujo
- Seis grupos de dos canales de flujo
- Doce canales de flujo

Información Adicional:

- Tres tipos de almacenamiento de datos interno
- La simplicidad de la operación
- Intercambio conveniente de módulos de muestreo sin abrir caja del instrumento
- Operación remota a través de entrada o de dos vías analógicas RS-232 enlace serie
- Bajos requerimientos de mantenimiento

La Verificación de los equipos Low-Vol se realizó con un Calibrador 'deltaCal' fabricado por BGI, Inc., para calibrar monitores de PM (con sensor de temperatura y presión), (Figura 5.2.1-153) Muestra flujo actual y flujo a condiciones estándares, brinda información sobre flujo volumétrico, presión barométrica, temperatura de ambiente entre otros.

Figura 5.2.1-153 Equipamiento que conforma el kit de calibración Deltacal
Fuente: K2 INGENIERÍA S.A.S.

5.2.1.20.4.2 Medición de dióxido de nitrógeno y dióxido de azufre (NO_2 y SO_2)

Toma de muestras y análisis para determinación de SO_2, Método EPA e-CFR Titulo 40, Parte 50, Apéndice A: Pararrosalinina y Toma de muestras para determinación de NOx, Método Jacobs N° EQN-1277-026: Arsenito de sodio

Para realizar el análisis de SO_2 y NO_2, se utilizó un equipo que opera mediante el sistema de burbujeo de la muestra en tubos lavadores, los cuales poseen soluciones absorbentes específicas para estos gases. El cálculo de la concentración en 24 horas se determina mediante el flujo de muestreo, tiempo de operación del muestreador, concentración de SO_2 y NO_2 en la muestra y la curva de calibración correspondiente. El flujo requerido de 180 y 220 ml/min se logra mediante la utilización de orificios críticos, una vez que la bomba mantenga un vacío mínimo de 500 mm de Hg.

Los equipos utilizados para el muestreo de gases son los conocidos RAC tres gases que operan mediante el sistema de burbujeo de la muestra en tubos lavadores, los cuales poseen soluciones absorbentes específicas para cada NO_2 y SO_2.

Equipo Utilizado

El equipo muestreador de gases tipo RAC (Figura 5.2.1-154), consta de una caja metálica con tapa móvil y dos compartimentos. El primer compartimiento tiene una bomba de vacío cuyas características cumplen las especificaciones recomendadas por la U.S. EPA 40 CFR App A [5] (motor de 1700 rpm, 0.5 HP de fuerza, presión máxima de 20 psi, 110-115 voltios y 23 pulgadas de mercurio de capacidad de vacío a nivel del mar). En el segundo compartimiento se encuentra el tren de muestreo, que va conectado a la bomba de vacío y consta de un tubo distribuidor conectado en serie a tres colectores de vidrio de borosilicato (burbujeadores) que contienen la

[5] US EPA CFR 40 Appendix A to Part 50—Reference Method for the Determination of Sulfur Dioxide in the Atmosphere (Pararosaniline Method) [*Federal Register:* Vol. 47, page 54899, 12/06/82 and Vol. 48, 17355, 04/22/83]

solución absorbente para NO_2, SO_2 y O_3 que hace las veces de trampa (burbujeador trampa). El flujo de aire que pasa a través del sistema es controlado por orificios críticos, el cual es calibrado antes y después de la colección de la muestra (24 horas). El sistema es protegido por un filtro de membrana de 8 µm colocado entre la entrada de la muestra y el primer burbujeador y por una trampa de humedad (sílice gel) colocada entre el burbujeador trampa y la bomba de vacío.

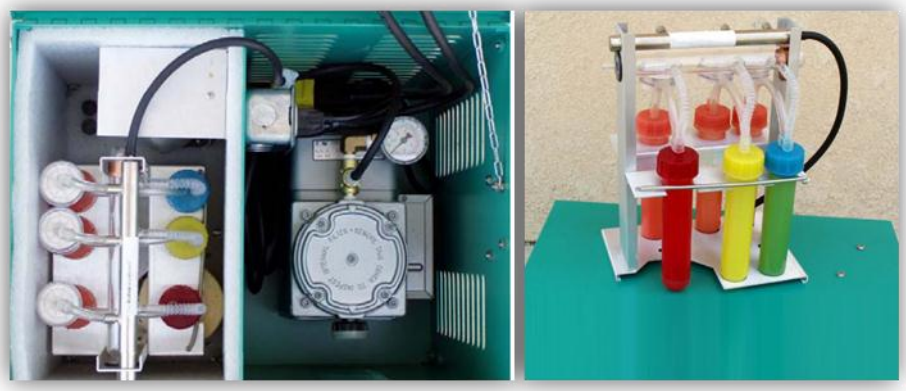


Figura 5.2.1-154 Muestreador de Gases tipo RAC

Fuente: K2 INGENIERÍA S.A.S.

Adicionalmente, el colector de SO_2 va empotrado en una pequeña nevera refrigerada con hielo seco o hielo y una salmuera para mantener el sistema a una baja temperatura. Los gases, Dióxido de Azufre y Dióxido de Nitrógeno, fueron monitoreados mediante este equipo muestreador RAC, el cual es un instrumento que utiliza un sistema de absorción de gases con químicos húmedos.

Verificación RAC

La verificación se efectúo empleando una unidad tipo burbuja Gilibrator 2 o tubo cilíndrico graduado, siguiendo los pasos que se describe a continuación:

- Ensamblar el equipo como muestra la Ilustración 8.
- Llenar los tubos de muestreo con 50 ml de agua destilada.
- Revisar las conexiones.
- Encender la bomba de vacío y verifique la presión manométrica.
- Verificar el funcionamiento de los burbujeadores en el tren de muestreo.
- Forme una burbuja, mida y registre el tiempo de viaje entre las marcas de volumen conocido en el calibrador de burbuja, repita esta operación como mínimo tres veces; hasta que los tiempos de recorrido no difieran entre sí en más del 5%. Registre la información en el formato para calibración de orificios críticos.
- Promediar el tiempo de viaje para 10 corridas.
- Corregir el volumen desplazado a condiciones de referencia (760 mmHg y 25°C)

- Dividir el volumen corregido por el tiempo promedio para determinar la tasa de flujo.
- La tasa de flujo para cada orificio de flujo crítico debe localizarse entre 180 y 220 ml/min, si no se cumple esta condición debe desecharse el orificio.

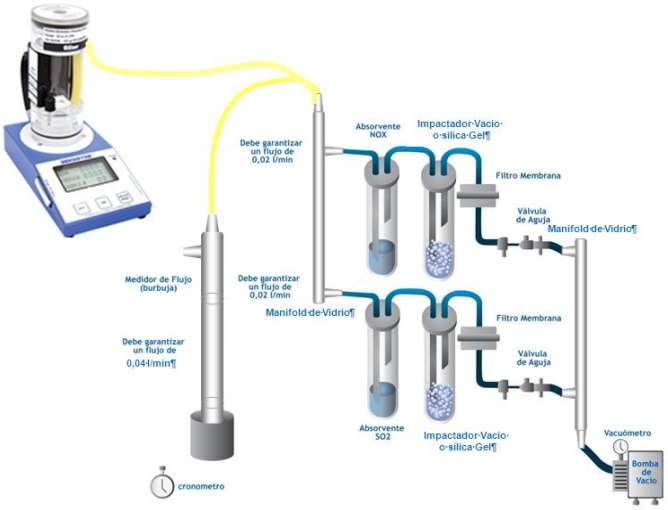


Figura 5.2.1-155 Montaje del calibrador de burbuja

Fuente: K2 INGENIERÍA S.A.S.

Análisis de Laboratorio

Para SO_2, en laboratorio se sigue el método de la Pararrosanilina para el Dióxido de Azufre (EPA e-CFR Título 40, Parte 50, Apéndice A), el cual es absorbido en una solución de Potasio o de Tetracloromercurato de Sodio (TCM). La muestra es acondicionada para evitar interferencias, en particular de metales y de agentes oxidantes, como Ozono y Óxidos de Nitrógeno. La solución es tratada con formaldehído, Ácido Fosfórico y Pararrosanilina, a fin de mantener condiciones adecuadas de pH y de color. La concentración final se determina mediante colorímetro para lo cual se utiliza un espectrofotómetro, a una longitud de onda a 548 nm.

Para los NO_2 se aplica el Método Jacobs Modificado por D.A Levaggi, W. Siu y M. Feldstein; Journal of the Air Pollution Control Association 2012, 23:1, 30-33. Trietanolamina adoptado por el Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales (IDEAM). Las concentraciones atmosféricas de Dióxido de Nitrógeno (NO_2) son medidas indirectamente por fotometría midiendo la intensidad de luz, en longitudes de onda mayor a 600 nanómetros.

Para la cuantificación de los colores, es utilizado un espectrofotómetro como se observa en la Figura 5.2.1-156.

Figura 5.2.1-156 Espectrofotómetro Genesys 10 Uv-Vis Scanning Thermo Electron

Fuente: K2 INGENIERÍA S.A.S.

La información sobre el espectrofotómetro utilizado en laboratorio por la firma consultora K2 INGENIERÍA S.A.S. se presentan en la Tabla 5.2.1-157

Tabla 5.2.1-157 Información del espectrofotómetro utilizado en laboratorio

Serial	Marca y Modelo	Fecha de Calibración	Fecha de Vencimiento Calibración
2L5L366001	Thermo Genesys 10	2016-05-16	2018-05-16

Fuente: Información de equipos y calibraciones de K2 INGENIERÍA S.A.S.

5.2.1.20.4.3 Medición de Monóxido de Carbono (CO)

Toma de muestras para determinación de CO, Método EPA e-CFR Titulo 40, Parte 50, Apéndice C. El método de referencia se basa en la absorción de energía de determinadas longitudes de onda que tiene el CO y consiste en medir la radiación infrarroja absorbida por el CO mediante un fotómetro no dispersivo.

Para las mediciones de CO se realiza en tiempo real con analizadores infrarrojo no dispersivo CO12M Enviromental S.A., (Figura 5.2.1-157). El CO12M representa la última evolución de la tecnología de detección de gases, cuyas concentraciones son reportadas en ppm. El método consiste en realizar mediciones al aire libre en cada una de los puntos a evaluar.

Figura 5.2.1-157 Analizador automático de CO

Fuente: K2 INGENIERÍA S.A.S.

Para los cálculos, se requiere la conversión de la concentración en ppm a µg/m3 con la siguiente expresión establecida en la Sección 7.3.1.1. Manejo y presentación de las variables de calidad del aire del Manual de diseño del protocolo de monitoreo y seguimiento de la calidad del aire (Resolución 2154 de 2010):

Ecuación 1 Cálculo de concentración de CO

$$C_{\frac{\mu g}{m^3}} = \frac{C(ppm) * PM}{24.45} * 10^3$$

Dónde:

C(µg/m^3): Concentración de CO en µg/m^3

C(ppm): Concentración de CO en ppm.

5.2.1.20.4.4 Estación Meteorológica

Para la obtención de la información meteorológica, durante la campaña de monitoreo se emplearon dos (2) estaciones meteorológicas: Vantage Vue marca Davis Instruments.

Los equipos cuentan con sensores de dirección y velocidad del viento, registran datos de temperatura ambiente, presión barométrica, porcentaje de humedad relativa, precipitación, entre otras. Este tipo de equipos también presenta la predicción del estado del tiempo, es decir, si las próximas horas corresponderán a tiempos soleados, parcialmente cubiertos, cubiertos, con lluvias y/o con nieve (esta última, sólo es aplicable en aquellos lugares donde se presenta este fenómeno).

En la Figura 5.2.1-158 puede observarse la consola y la estación meteorológica.

Figura 5.2.1-158 Estación meteorológica Vue–Davis Instruments
Fuente: K2 INGENIERÍA S.A.S.

La mayor aplicabilidad de este tipo de estaciones es su uso en el apoyo de las campañas de monitoreo de calidad del aire y análisis meteorológicos, ya que realizan la medición precisa de todas las variables mencionadas anteriormente y además, almacena la información en un datalogger, el cual puede ser posteriormente conectado a un computador y realizar la respectiva descarga de información para poder ser empleada en la elaboración de los informes.

Para la ejecución de la campaña de monitoreo, se empleó una resolución temporal de treinta (30) minutos.

5.2.1.20.4.5 Comparación de Concentración con La Norma

Los datos promedio de concentración que se obtienen del monitoreo de calidad de aire corresponden a los valores de concentración de cada contaminante en particular obtenidos a las condiciones locales de presión y temperatura. Para realizar la comparación de estos promedios con los estándares máximos establecidos en Resolución 610 del 24 de marzo de 2010 “Por la cual se modifica la Resolución 601 del 4 de abril de 2006” del Ministerio de Medio Ambiente y Desarrollo Sostenible (MADS), deben ser corregidos a condiciones de referencia6 (Ver Tabla 5.2.1-158), es necesario expresar cada dato obtenido a estas mismas condiciones de referencia de 298.15 K y 101.325 kPa (25°C y 760 mmHg) y deben estar expresados en µg/m3.

Tabla 5.2.1-158 Estándares Máximos Permisibles de Niveles de Inmisión, Expresados en µg/m^3, según la Resolución 610 del 24 de marzo de 2010.

Parámetro	Unidad	Resolución 610 De 2010*
Material Particulado (PM_{10})		
Promedio Diario (24 Horas)	µg/m^3	100
Promedio Aritmético Anual	µg/m^3	50

[6] Resolución 610 de 2010 del 24 de marzo de 2010 “Por la cual se modifica la Resolución 601 del 4 de abril de 2006.

Parámetro	Unidad	Resolución 610 De 2010*
Material Particulado ($PM_{2,5}$)		
Promedio Diario (24 Horas)	$\mu g/m^3$	50
Promedio Aritmético Anual	$\mu g/m^3$	25
Dióxido De Azufre (SO_2)		
Promedio Diario (24 horas)	$\mu g/m^3$	250
Promedio Aritmético Anual	$\mu g/m^3$	80
Dióxido De Nitrógeno (NO_2)		
Promedio Diario (24 Horas)	$\mu g/m^3$	150
Promedio Aritmético Anual	$\mu g/m^3$	100

*Nota: * Condiciónes de Referencia. (25°C y 760 mmHg).*

Fuente: Resolución 610 del 24 de Marzo de 2010, Emitida por el MAVDT hoy MADS.

La conversión de los datos obtenidos en campo a **condiciones de referencia** se calcula de la siguiente manera:

Ecuación 2 Concentración a condiciones de referencia

$$CCR = \frac{CL * PL}{760} * \frac{298\ K}{(273 + TL)}$$

Dónde:

CCR: Concentración del contaminante a condiciones de referencia; µg/m3

CL: Concentración del contaminante a condiciones de locales de presión y temperatura; µg/m3

PL: Presión barométrica promedio local; mmHg.

TL: Temperatura ambiente promedio local; (°C).

5.2.1.20.5 Análisis de Resultados

En el presente numeral se presentan los resultados obtenidos en la campañas realizada en Agosto de 2017 respectivamente, en las estaciones de muestreo. Los resultados de las muestras obtenidas en el trabajo desarrollado, se compararon con las normas de calidad de aire establecidas en la Resolución 610 de 2010.

5.2.1.20.5.1 PM10

Concentraciones diarias de PM10 vs. Norma diaria

En la Tabla 5.2.1-159 se presenta el consolidado de los resultados para PM_{10} diarios obtenidos de las dieciocho (18) estaciones evaluadas durante el periodo de monitoreo.

Tabla 5.2.1-159 Concentraciones diarias de PM_{10} vs. Norma diaria

	Patio-Taller	Portal Américas	Villa Blanca	Kennedy	Palenque	Avenida Boyacá	Avenida 68	Rosario	NQS	Santander	Hospitales	Calle 10-11	Calle 26	Calle 45	Calle 52	Calle 63	Calle 72	Calle 76	Norma Diaria ($\mu g/m^3$)
1	66,19	97,16	85,97	51,18	72,24	55,68	48,76	68,34	10,86	50,82	90,89	54,91	51,72	40,69	77,51	68,87	77,02	69,48	100
2	57,22	82,55	90,16	68,78	33,08	68	55,05	57,03	76,1	38,33	92,79	62,68	51,31	48,09	59,98	58,78	59,55	58,42	100
3	58,6	90,09	46,02	46,73	30,77	74,46	35,28	31,4	61,45	33,45	68,04	52,86	50,64	20,61	48,1	45,17	47,86	50,76	100
4	47,8	79,13	38,53	46,52	33,03	73,9	37,55	29,58	40,87	37,54	61,23	50,18	45,7	99,8	45,56	36,94	45,16	46,6	100
5	45,91	83,55	46,61	30,44	40,41	54,09	32,01	32,48	19,72	43,31	64,71	53,92	48,79	65,77	48,89	46,11	48,56	44,95	100
6	68,45	94,68	94,25	37,1	40,1	51,94	35,58	30,22	61,99	37,15	60,47	47,98	51,93	65,22	50,37	50,75	50,16	30	100
7	49,66	78,21	47,99	43,66	29,68	57,16	38,65	30,97	17,53	36,15	40,91	36,6	32,9	95,09	38,43	38,02	38,23	33,04	100
8	57,31	84,76	37,01	38,69	53,22	57,98	32,57	27,2	62,2	26,16	54,14	40,95	32,35	47,01	34,64	36,96	34,49	28,35	100
9	43,05	79,22	64,97	62,65	70,23	73,89	54,48	40,37	64,4	32,44	46,15	49,54	38,83	54,78	41,47	41,71	41,21	34,93	100
10	48,63	70,45	68,39	55,17	40,23	85,42	48,68	56,9	98,65	46,72	59,96	53,86	40,39	28,58	41,85	35,49	41,5	24,24	100
11	40,69	61,52	48,72	46,9	37,12	60,46	24,89	25,91	59,5	28,77	42,38	41	27,36	19,36	26,92	28,58	26,74	19,34	100
12	37,56	69,21	44,86	23,02	30,38	43,1	33,51	21,8	72,39	24,27	37,88	32,16	23,27	28,24	24,96	25,78	24,75	11,65	100
13	30,27	83,87	46,73	46,08	39,63	49,55	27,38	23,84	15,34	22,94	26,38	25,46	23,75	15,29	30,91	28,89	30,68	33,34	100
14	53,27	87,86	66,71	65,53	56,18	68,66	48,5	43,15	52,03	31,57	40,91	16,26	28,51	17,76	44,47	40,23	44,21	35,82	100
15	53,37	72,98	62,83	41,94	43,84	47,55	34,42	27,52	51,73	28,21	38,22	31,89	17,71	51,29	37,79	33,55	37,49	39,5	100
16	50,11	84,23	65,73	44,84	69,22	57,51	44,77	35,2	20,24	32,63	47,02	37,8	32,73	38,34	44,75	43,02	44,59	44,43	100
17	71,6	53,14	63,16	38,81	61,36	44,64	42,9	33,87	68,43	34,26	69,76	35,7	45,83	24,53	83,55	69,5	83,33	38,99	100
18	46,42	57,21	39,98	40,38	36,46	45,95	37,65	29,17	24,1	36,65	16,96	34,14	34,63	21,38	40,93	45,82	40,72	25,53	100

Fuente: K2 INGENIERÍA S.A.S.

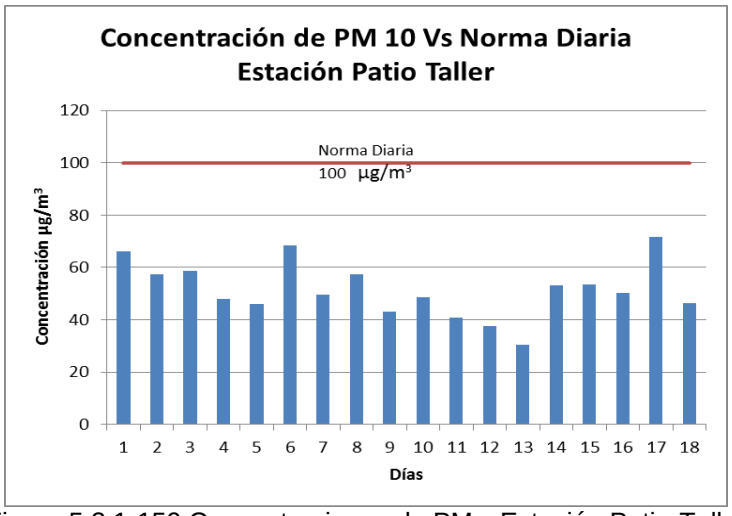


Figura 5.2.1-159 Concentraciones de PM_{10} Estación Patio-Taller

La Estación Patio-Taller presentó su pico más alto el día 17, con un valor de 71,6 µg/m^3, el cual representa el 71,6% del límite establecido en 100 µg/m^3 por la Resolución 610/2010, por tanto no genera afectación a los habitantes de la zona.

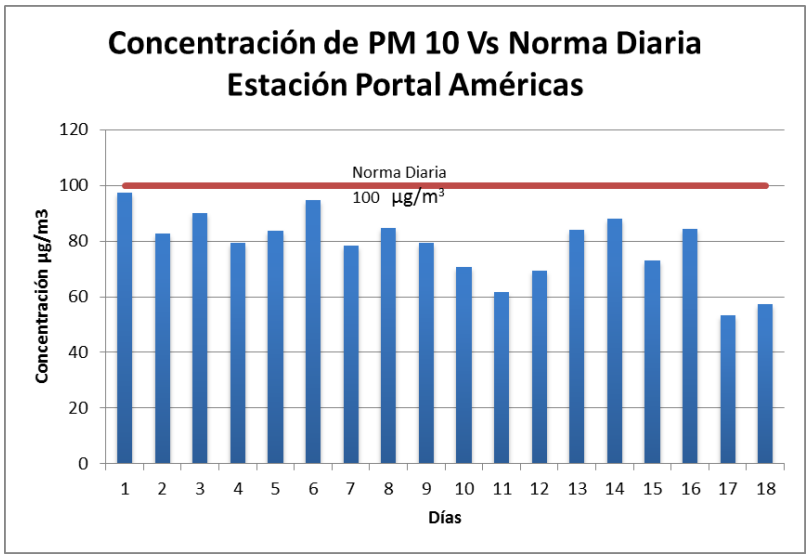


Figura 5.2.1-160 Concentraciones de PM_{10} Estación Portal Américas

La Estación Portal Américas presentó su pico más alto el día 1, con un valor de 97,16 µg/m^3, el cual representa el 97,1% del límite establecido en 100 µg/m^3 por la Resolución 610/2010. Estos valores asociados a las actividades desarrolladas dentro del portal llegando casi al límite de lo establecido por la normatividad.

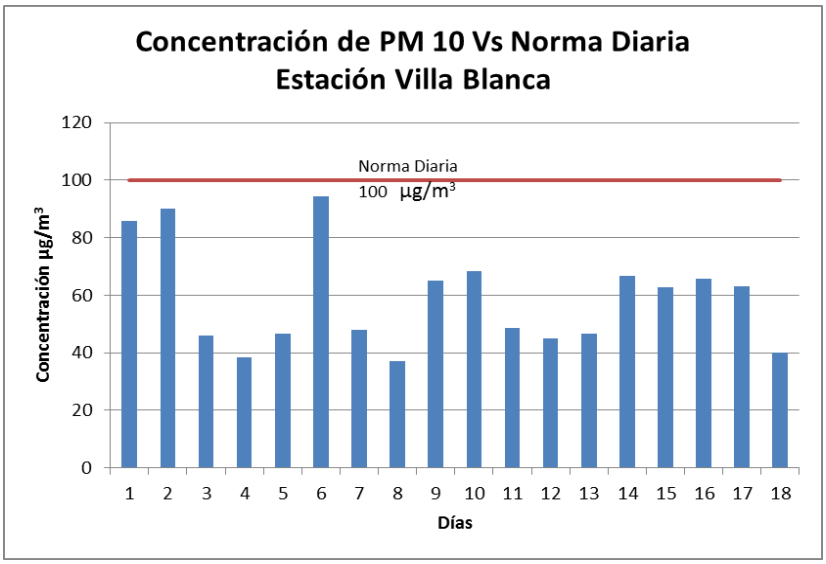


Figura 5.2.1-161 Concentraciones de PM_{10} Estación Villa Blanca

La Estación Villa Blanca, presentó su pico más alto el día 6, con un valor de 94,25 µg/m^3, el cual representa el 94,2% del límite establecido en 100 µg/m^3 por la Resolución 610/2010, por lo que no simboliza riesgo de afectación a la salud de los pobladores de la zona. Sin embargo, está muy cerca de alcanzar los valores establecidos por la norma.

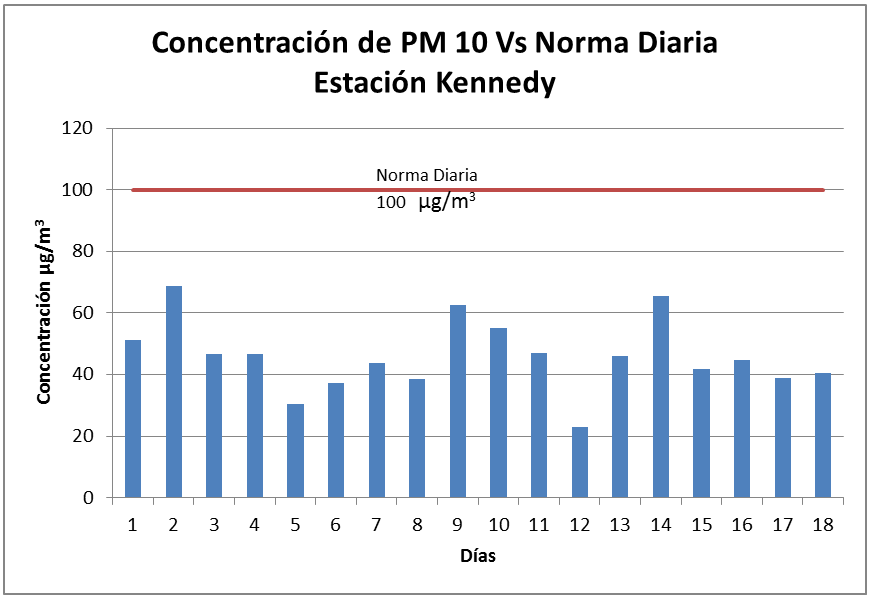


Figura 5.2.1-162 Concentraciones de PM_{10} Estación Kennedy

La Estación Kennedy, presentó su pico más alto el día 2, con un valor de 68,78 µg/m^3, el cual representa el 68,7% del límite establecido en 100 µg/m^3 por la Resolución 610/2010, por lo que no simboliza riesgo de afectación a la salud de los pobladores de la zona.

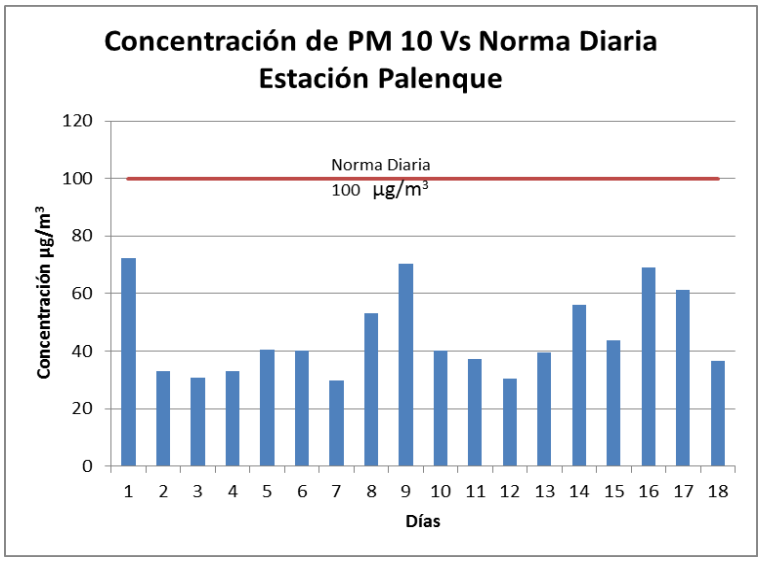


Figura 5.2.1-163 Concentraciones de PM_{10} Estación Palenque

La Estación Palenque, presentó su pico más alto el día 1, con un valor de 72,24 µg/m^3, el cual representa el 72 % del límite establecido en 100 µg/m^3 por la Resolución 610/2010, por lo que no simboliza riesgo de afectación a la salud de los pobladores de la zona.

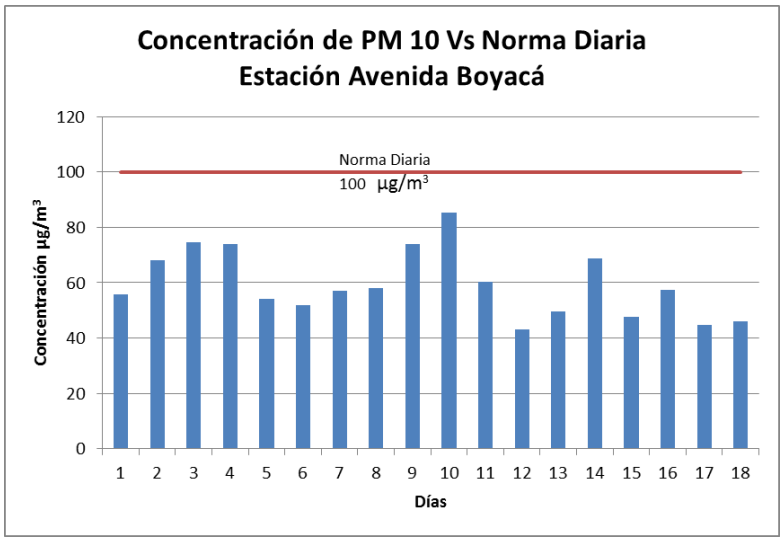


Figura 5.2.1-164 Concentraciones de PM_{10} Estación Avenida Boyacá

La Estación Avenida Boyacá, presentó su pico más alto el día 10, con un valor de 85,42µg/m^3, el cual representa el 85 % del límite establecido en 100 µg/m^3 por la Resolución 610/2010. por lo que no simboliza riesgo de afectación a la salud de los pobladores de la zona, sin embargo es una de las estaciones donde hay más presencia de fuentes fijas industriales identificadas y fuentes fijas comerciales..

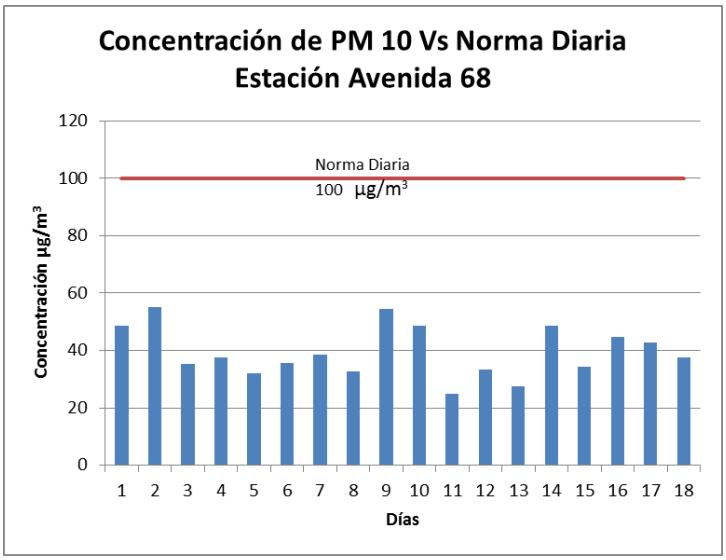


Figura 5.2.1-165 Concentraciones de PM_{10} Estación Avenida 68

La Estación Avenida 68, presentó su pico más alto el día 2, con un valor de 55,05 µg/m^3, el cual representa el 55% del límite establecido en 100 µg/m^3 por la Resolución 610/2010, por lo que no simboliza riesgo de afectación a la salud de los pobladores de la zona.

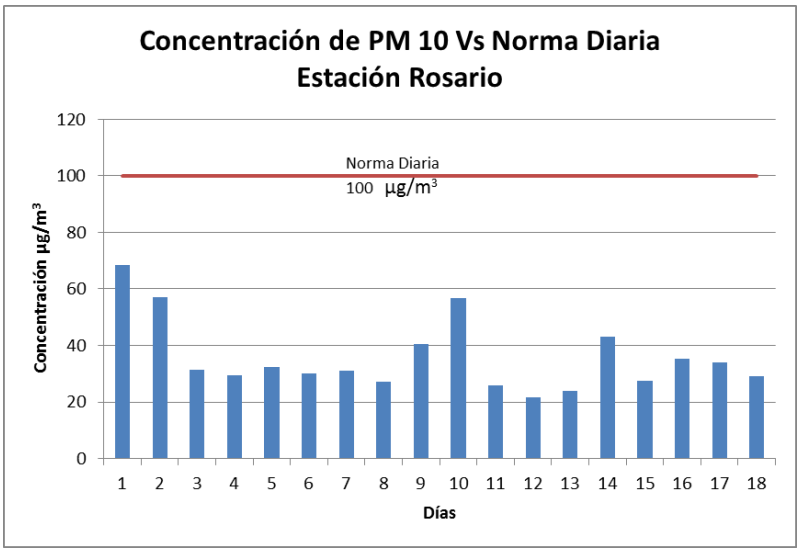


Figura 5.2.1-166 Concentraciones de PM_{10} Estación Rosario

La Estación Rosario, presentó su pico más alto el día 1, con un valor de 68,34 µg/m^3, el cual representa el 68 % del límite establecido en 100 µg/m^3 por la Resolución 610/2010, por lo que no simboliza riesgo de afectación a la salud de los pobladores de la zona.

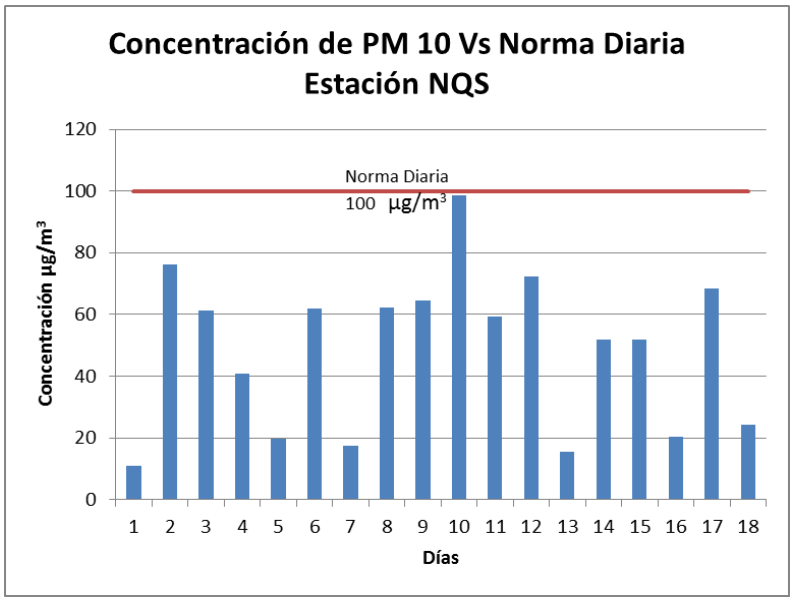


Figura 5.2.1-167 Concentraciones de PM_{10} Estación NQS

La Estación NQS, presentó su pico más alto el día 10, con un valor de 98,65 µg/m^3, el cual representa el 98,6% del límite establecido en 100 µg/m^3 por la Resolución 610/2010, por lo que no simboliza riesgo de afectación a la salud de los pobladores de la zona, sin embago el pico puede deberse a la presencia de varias fuentes fijas industriales y comerciales en el área.

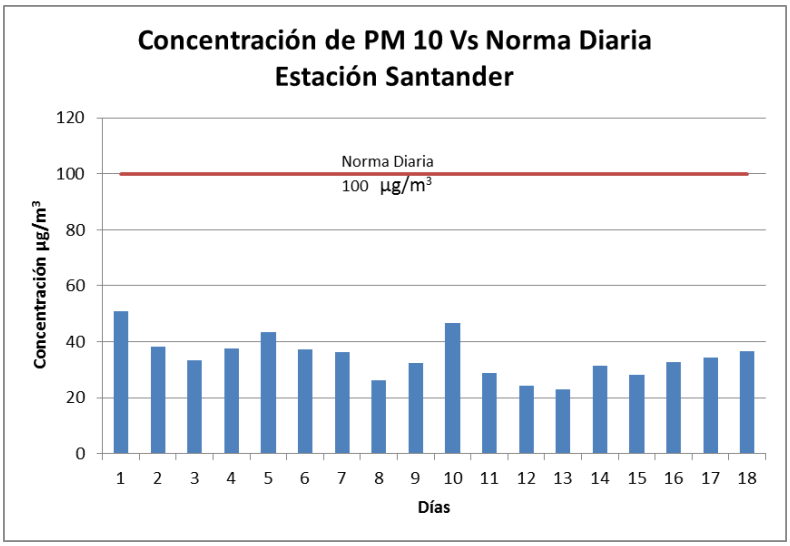


Figura 5.2.1-168 Concentraciones de PM_{10} Estación Santander

La Estación Santander, presentó su pico más alto el día 1, con un valor de 50,82 µg/m^3, el cual representa el 50,8% del límite establecido en 100 µg/m^3 por la Resolución 610/2010, por lo que no simboliza riesgo de afectación a la salud de los pobladores de la zona

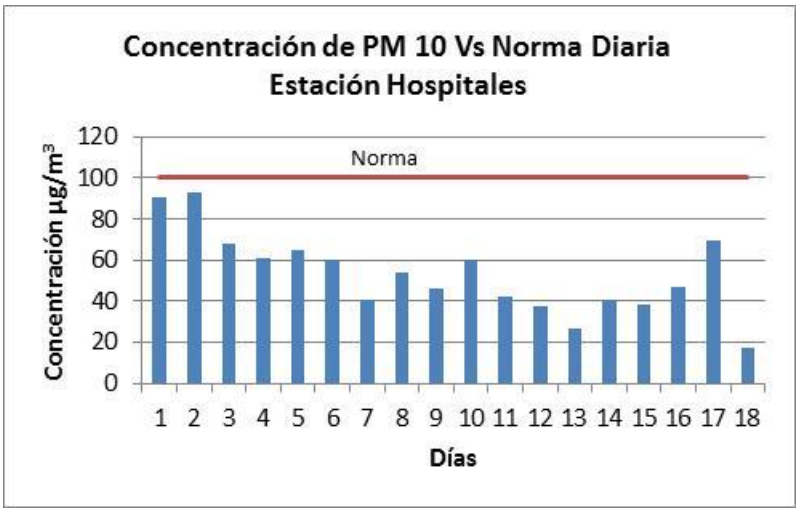


Figura 5.2.1-169 Concentraciones de PM_{10} Estación Hospitales

La Estación Hospitales, presentó su pico más alto el día 2, con un valor de 92,79 µg/m^3, el cual representa el 92,8% del límite establecido en 100 µg/m^3 por la Resolución 610/2010, el valor se encuentra muy cercano al límite, esto posiblemetne por la ubicación sobre la vía principal como lo es la Troncal Caracas.

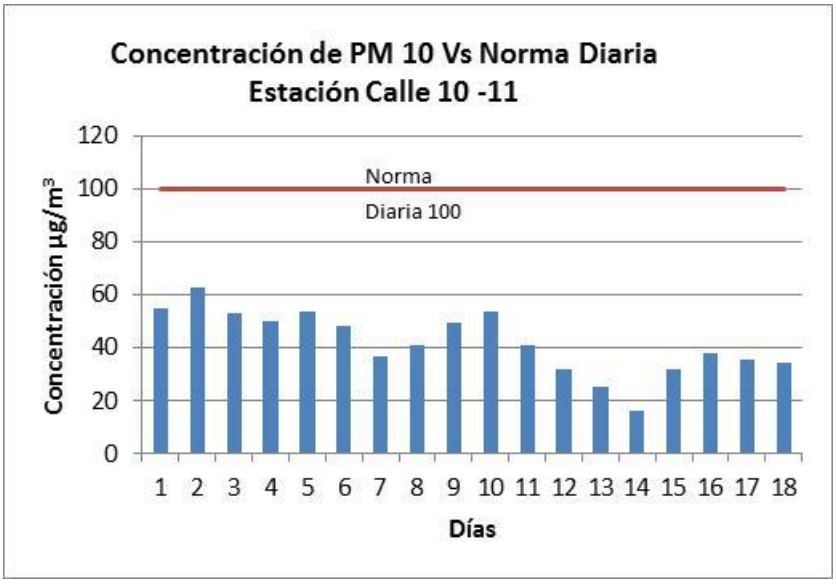


Figura 5.2.1-170 Concentraciones de PM_{10} Calle 10 -11

La Estación Calle 10 -11, presentó su pico más alto el día 2, con un valor de 62,68 µg/m^3, el cual representa el 62,6% del límite establecido en 100 µg/m^3 por la Resolución 610/2010, por lo que no simboliza riesgo de afectación a la salud de los pobladores de la zona.

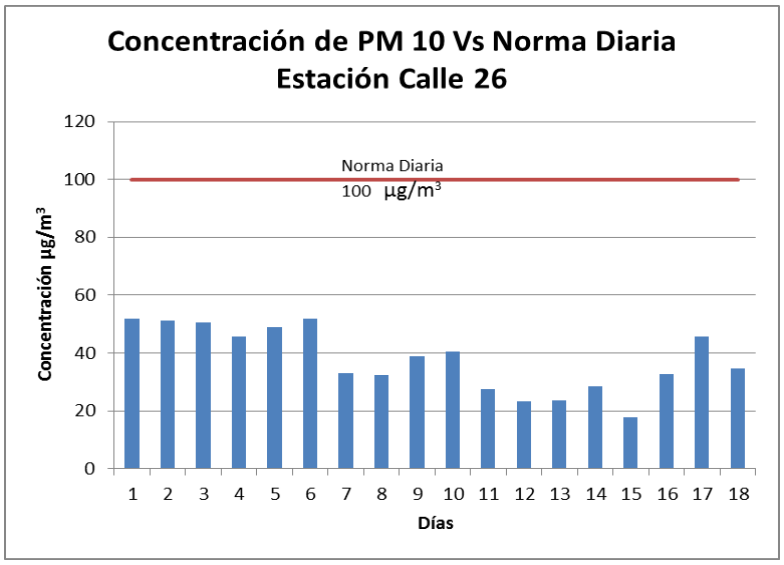


Figura 5.2.1-171 Concentraciones de PM_{10} Calle 26

La Estación Calle 26, presentó su pico más alto el día 6, con un valor de 51,93 µg/m^3, el cual representa el 52% del límite establecido en 100 µg/m^3 por la Resolución 610/2010, por lo que no simboliza riesgo de afectación a la salud de los pobladores de la zona.

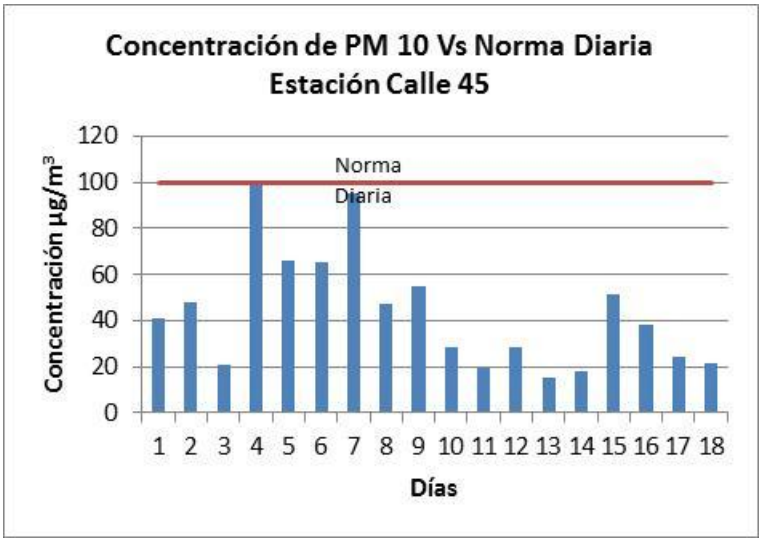


Figura 5.2.1-172 Concentraciones de PM_{10} Calle 45

La Estación Calle 45, presentó su pico más alto el día 4, con un valor de 99,8 µg/m^3, el cual representa el 99 % del límite establecido en 100 µg/m^3 por la Resolución 610/2010, esto asociado probablemente a la presencia de varias fuentes fijas comerciales en el área

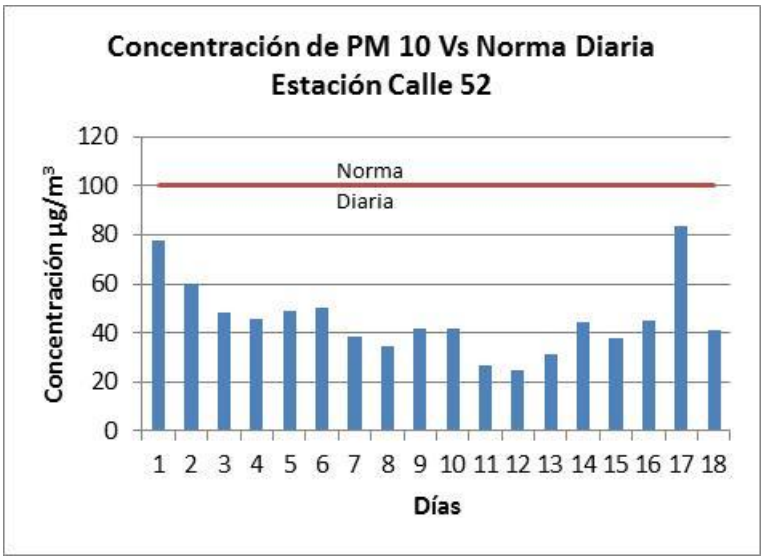


Figura 5.2.1-173 Concentraciones de PM_{10} Calle 52

La Estación Calle 52, presentó su pico más alto el día 17, con un valor de 83,55 µg/m^3, el cual representa el 83,5% del límite establecido en 100 µg/m^3 por la Resolución 610/2010, esto asociado probablemente a la presencia de varias fuentes fijas comerciales en el área, por lo que no simboliza riesgo de afectación a la salud de los pobladores de la zona.

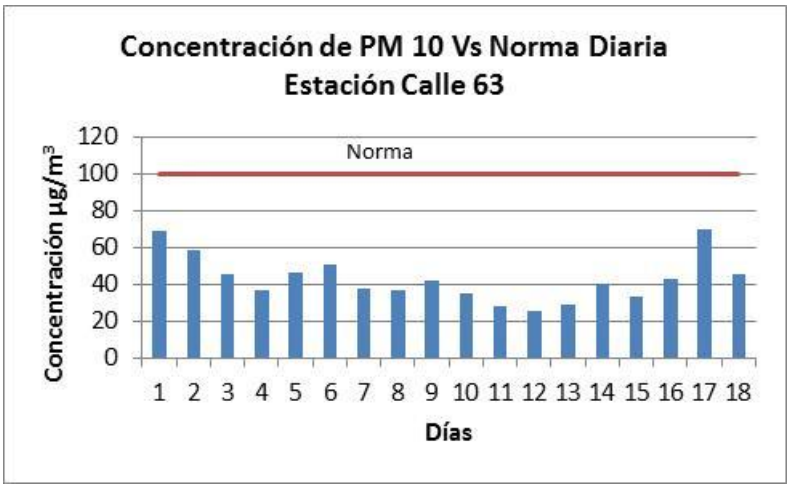


Figura 5.2.1-174 Concentraciones de PM_{10} Calle 63

La Estación Calle 63, presentó su pico más alto el día 17, con un valor de 69,5 µg/m^3, el cual representa el 69% del límite establecido en 100 µg/m^3 por la Resolución 610/2010, , por lo que no simboliza riesgo de afectación a la salud de los pobladores de la zona.

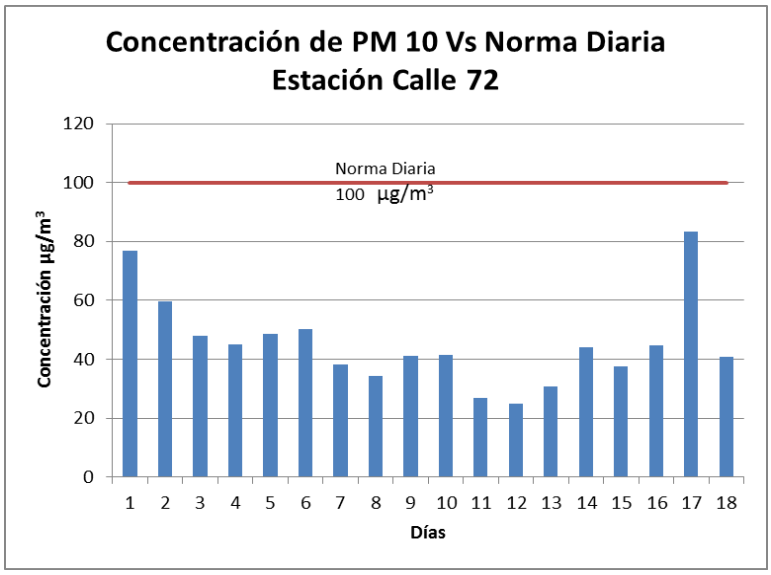


Figura 5.2.1-175 Concentraciones de PM_{10} Calle 72

La Estación Calle 72, presentó su pico más alto el día 17, con un valor de 83,33 µg/m^3, el cual representa el 83% del límite establecido en 100 µg/m^3 por la Resolución 610/2010, por lo que no simboliza riesgo de afectación a la salud de los pobladores de la zona.

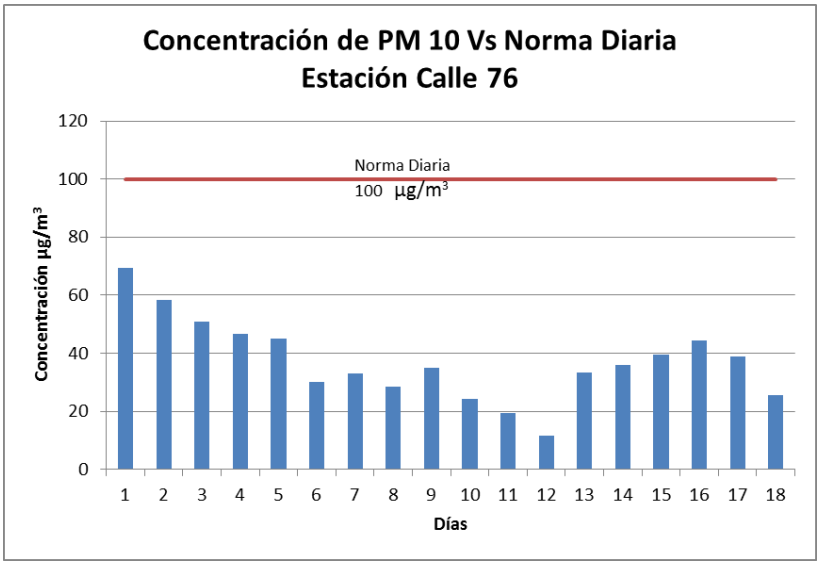


Figura 5.2.1-176 Concentraciones de PM_{10} Calle 76

La Estación Calle 76, presentó su pico más alto el día 1, con un valor de 69,48 µg/m^3, el cual representa el 69% del límite establecido en 100 µg/m^3 por la Resolución 610/2010, , por lo que no simboliza riesgo de afectación a la salud de los pobladores de la zona.

Comparación con la Norma Anual

La Resolución 610/2010, en sus lineamientos respecto al nivel máximo permisible de exposición anual para PM_{10} establece una concentración de 50 µg/m³. En la Tabla 5.2.1-160 se presentan los valores de los promedios aritméticos para cada una de las estaciones, comparados con la norma.

Tabla 5.2.1-160 Consolidado de resultados de PM_{10}

Estación		Promedio PM_{10}[7] (µg/m³)	Norma Anual (50 µg/m³)	Porcentaje con Respecto a la Norma
1	Patio-Taller	51,45	50	102,90%
2	Portal Américas	78,32	50	156,65%
3	Villa Blanca	58,81	50	117,62%
4	Kennedy	46,02	50	92,05%
5	Palenque	45,4	50	90,80%
6	Avenida Boyacá	59,44	50	118,88%
7	Avenida 68	39,59	50	79,18%
8	Rosario	35,83	50	71,66%
9	NQS	48,75	50	97,50%
10	Santander	34,52	50	69,04%
11	Hospitales	53,27	50	106,53%
12	Calle 10-11	42,1	50	84,21%
13	Calle 26	37,69	50	75,37%
14	Calle 45	43,44	50	86,87%
15	Calle 52	45,62	50	91,23%
16	Calle 63	43,01	50	86,02%
17	Calle 72	45,35	50	90,70%
18	Calle 76	45,35	50	90,70%

Fuente: K2 INGENIERÍA S.A.S., 2017.

Así mismo en la Figura 5.2.1-177 se presenta de manera gráfica los valores promedio del consolidado de datos obtenidos y al comparar con la norma anual de 50 µg/m3, se puede detectar que cinco (5) de las dieciocho (18) estaciones superan el límite permisible anual; no obstante, es preciso destacar que estas concentraciones se comparan solo de forma indicativa, para establecer una tendencia de la calidad del aire durante el periodo del año considerado y determinar el porcentaje de reducción o aumento con respecto a la norma.

[7] Promedio aritmético

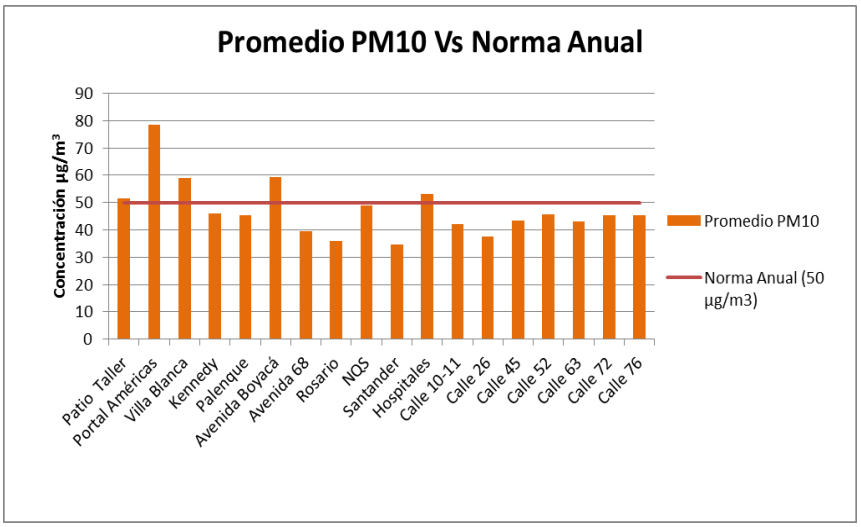


Figura 5.2.1-177 Concentraciones promedio PM10 vs Norma anual

5.2.1.20.5.2 PM2.5

Concentraciones diarias de PM2.5 vs. Norma diaria

En la Tabla 5.2.1-161 se presenta el consolidado de los resultados para $PM_{2.5}$ diarios obtenidos de las dieciocho (18) estaciones evaluadas durante el periodo de monitoreo.

Tabla 5.2.1-161 Concentraciones diarias de $PM_{2,5}$ vs. Norma diaria (µg/m3)

	Patio-Taller	Portal Américas	Villa Blanca	Kennedy	Palenque	Avenida Boyacá	Avenida 68	Rosario	NQS	Santander	Hospitales	Calle 10-11	Calle 26	Calle 45	Calle 52	Calle 63	Calle 72	Calle 76	Res. 610/10
Día 1	41,93	75,78	22,03	35,19	30,37	29,94	24,53	48,83	8,67	37,45	57,8	28,45	24,19	26,04	24,7	40,66	49,06	43,46	50
Día 2	37,53	40,38	-	42,54	14,55	47,83	23,02	22,02	16,33	19,05	58,99	38,51	27,68	25,57	46,1	32,45	29,95	25,46	50
Día 3	37,19	28,41	13,06	36,43	24,57	48,31	11,33	19,93	39,51	18,85	25,54	21,95	22,38	16,04	28,88	23,69	17,07	39,74	50
Día 4	36,98	47,61	-	27,6	21,57	17,46	16,47	21,88	26,85	19,05	34,94	37,97	13,84	37,72	29,72	15,11	19,53	18,8	50
Día 5	40,65	42,01	24,13	20,62	25,8	19,93	18,63	17,22	11,24	22,96	38,69	23,54	15,76	25,56	14,11	27,68	20,16	18,47	50
Día 6	36,58	30,86	12,14	18,23	22,43	31,91	16,02	15,43	36,53	20,81	37,64	25,78	25,58	46,56	32,46	32,09	29,48	12,14	50
Día 7	42,7	47,43	47,16	25,06	13,28	23,04	19,47	15	13,6	18,07	28,45	17,98	12,33	32,02	19,01	15,49	20	14,34	50
Día 8	41,83	24,33	17,93	17,04	15,59	27,5	19,72	13,42	37,35	10,67	39,17	20,38	13,53	20,42	15,57	22,83	13,59	16,03	50
Día 9	17,11	17,68	21,32	45,1	47,69	30,75	29,45	25,97	32,52	22,44	35,74	27,28	17,68	37,57	26,25	22,5	26,46	15,19	50
Día 10	17,57	52,83	17,3	24,92	28,09	27,47	24,02	21,2	57,65	26,93	44,97	27,52	22,16	13,09	19,3	17,07	28,94	13,06	50
Día 11	25,74	17,27	24,67	24,66	16,83	27,38	15,52	12,93	31,85	13,06	26,94	27,43	11,46	12,22	13,25	16,35	10,37	12,82	50
Día 12	17,21	28,26	21,41	17,12	15,5	28,32	16,42	12,18	42,04	12,51	17,89	17,52	9,98	17,68	12,23	12,48	15,35	9,66	50
Día 13	11,93	30,97	18,65	35,57	29,75	34,93	13,01	12,98	11,69	10,84	13,96	13,87	12,93	10,42	18,73	16,66	17,37	17,96	50
Día 14	30,89	27,72	24,37	35,67	20,36	29,24	21,82	19,99	36,81	18,52	29,74	10,98	13,97	12,43	24,4	27,22	20,23	14,3	50
Día 15	27,5	48,33	25,19	32,86	34,54	26,93	17,41	15,12	31,46	12,56	26,76	24,66	11,03	25,27	15,33	12,76	11,7	17,97	50
Día 16	26,42	37,33	13,29	29,35	21,39	24,26	24,95	21,55	11,77	18,72	27,49	26,38	13,61	16,17	21,41	26,45	11,35	27,93	50
Día 17	37,2	49,78	34,81	18,81	23,62	18,17	20,33	20,67	32,01	19,66	39,75	24,77	10,38	13,16	28,41	42,33	46,02	19,68	50
Día 18	36,09	25,49	16,99	21,03	17,94	20,33	19,51	12,47	16,94	23,01	10,98	21,81	15,18	14,59	28,2	28,4	13,54	12,84	50

Fuente: K2 INGENIERÍA S.A.S.

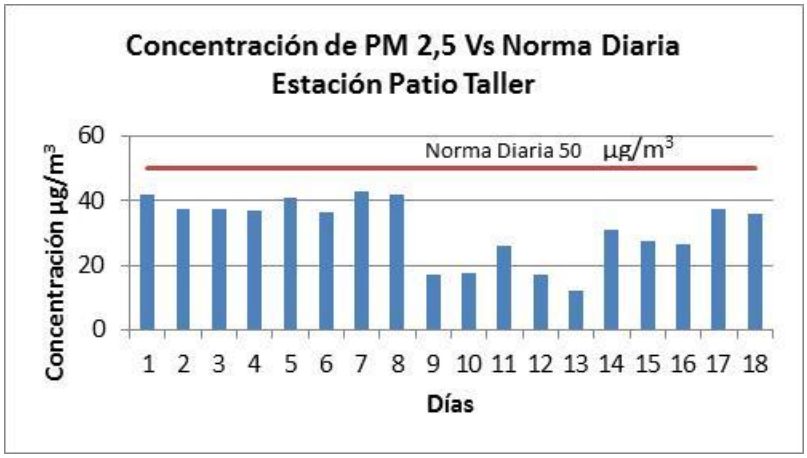


Figura 5.2.1-178 Concentraciones de $PM_{2,5}$ Estación Patio-Taller

El día 7 de monitoreo, se presentó el pico más alto del muestreo en la Estación Patio-Taller con un valor de 42,7 µg/m3, el cual representa el 85,4% del valor de 50 µg/m3 que establece la Resolución 610/2010 como límite diario, en las concentraciones presentadas no simbolizan riesgo de afectación a la salud de los pobladores de la zona. (Ver Figura 5.2.1-178).

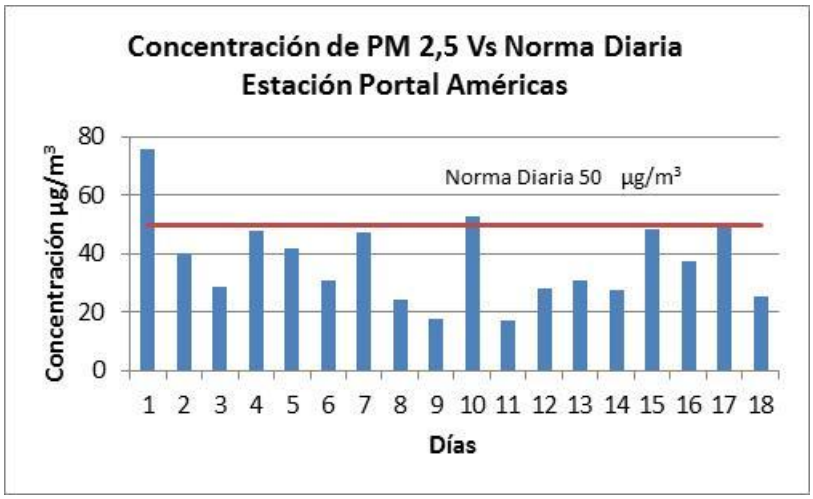


Figura 5.2.1-179 Concentraciones de $PM_{2,5}$ Estación Portal Américas.

El día 1 de monitoreo, se presentó el pico más alto del muestreo en la Estación Portal Américas con un valor de 75,78 µg/m3, el cual representa el 151% del valor de 50 µg/m3 que establece la Resolución 610/2010 como límite diario, Se registran de igual forma otros valores por encima del valor normativo y muy cercanos a este, esto debido a la presencia de fuentes fijas comerciales e industriales y las actividades desarrolladas en el portal, lo que podría generar afectación a la comunidad del área. (Ver Figura 5.2.1-179).

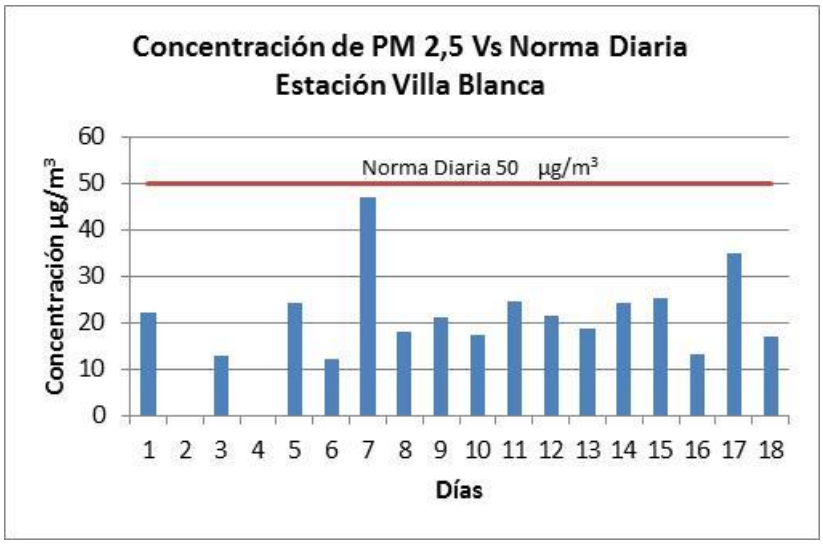


Figura 5.2.1-180 Concentraciones de $PM_{2,5}$ Estación Villa Blanca

El día 7 de monitoreo, se presentó el pico más alto del muestreo en la Estación Villa Blanca con un valor de 47,16 µg/m3, el cual representa el 94,3% del valor de 50 µg/m3 que establece la Resolución 610/2010 como límite diario, en las concentraciones presentadas no simbolizan riesgo de afectación a la salud de los pobladores de la zona (Ver Figura 5.2.1-180).

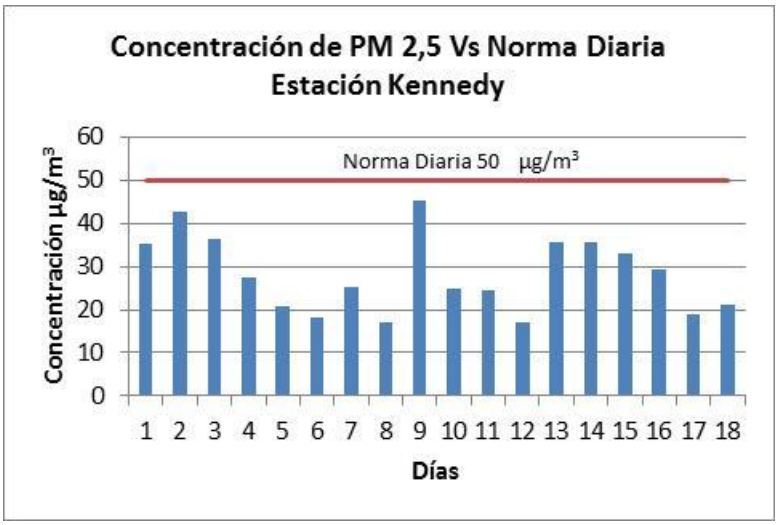


Figura 5.2.1-181 Concentraciones de $PM_{2,5}$ Estación Kennedy

El día 9 de monitoreo, se presentó el pico más alto del muestreo en la Estación Kennedy con un valor de 45,1 µg/m^3, el cual representa el 90,2% del valor de 50 µg/m3 que establece la Resolución 610/2010 como límite diario, en las concentraciones presentadas no simbolizan riesgo de afectación a la salud de los pobladores de la zona (Ver Figura 5.2.1-181).

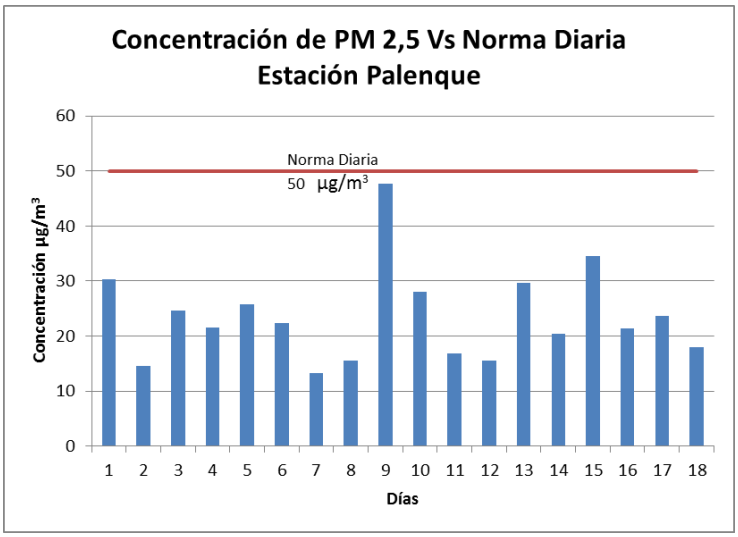


Figura 5.2.1-182 Concentraciones de $PM_{2,5}$ Estación Palenque

El día 9 de monitoreo, se presentó el pico más alto del muestreo en la Estación Palenque con un valor de 47,69 µg/m^3, el cual representa el 95,38% del valor de 50 µg/m3 que establece la Resolución 610/2010 como límite diario, en las concentraciones presentadas no simbolizan riesgo de afectación a la salud de los pobladores de la zona (Ver Figura 5.2.1-182)

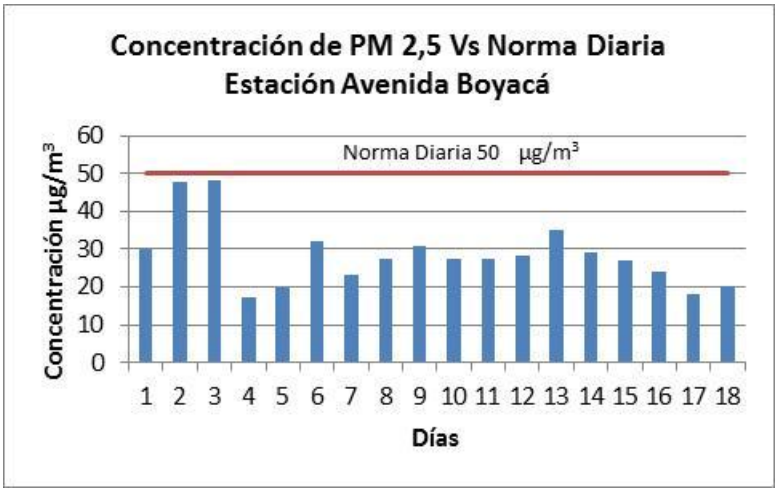


Figura 5.2.1-183 Concentraciones de $PM_{2,5}$ Estación Avenida Boyacá

El día 3 de monitoreo, se presentó el pico más alto del muestreo en la Estación Avenida Boyacá con un valor de 48,31 µg/m^3, el cual representa el 96,6% del valor de 50 µg/m3 que establece la Resolución 610/2010 como límite diario, en las concentraciones presentadas no simbolizan riesgo de afectación a la salud de los pobladores de la zona (Ver Figura 5.2.1-183)

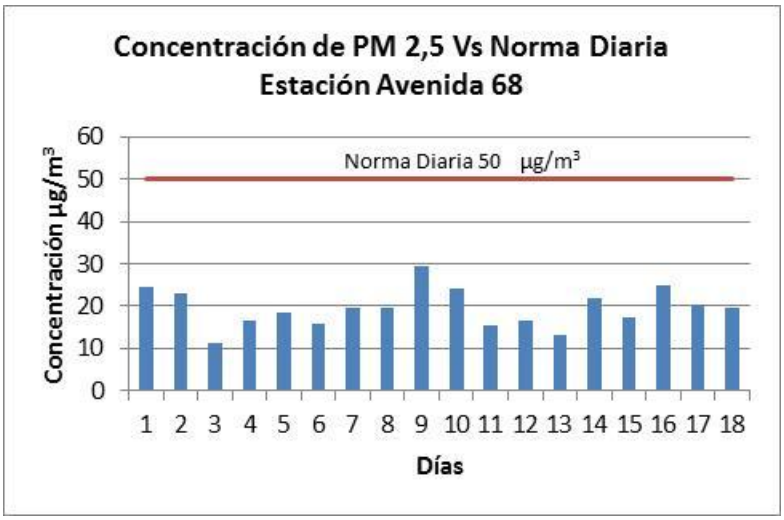


Figura 5.2.1-184 Concentraciones de $PM_{2,5}$ Estación Avenida 68

El día 9 de monitoreo, se presentó el pico más alto del muestreo en la Estación Avenida 68 con un valor de 29,45 µg/m^3, el cual representa el 58,9% del valor de 50 µg/m^3 que establece la Resolución 610/2010 como límite diario, en las concentraciones presentadas no simbolizan riesgo de afectación a la salud de los pobladores de la zona (Ver Figura 5.2.1-184).

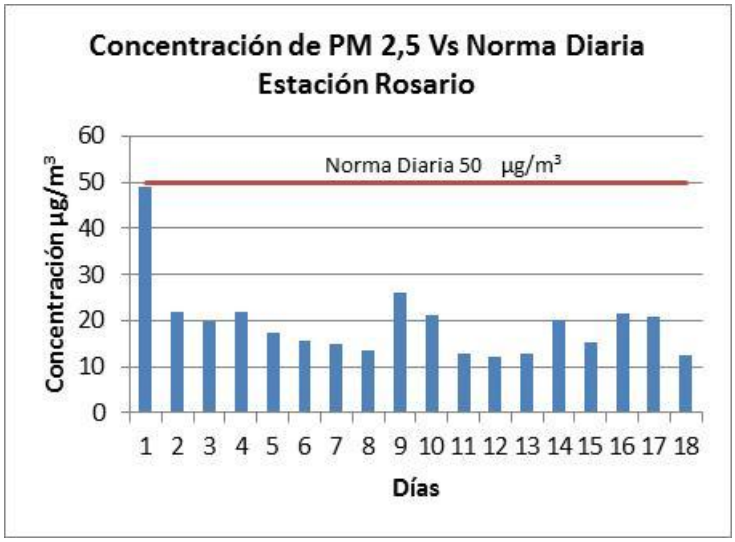


Figura 5.2.1-185 Concentraciones de $PM_{2,5}$ Estación Rosario

El día 1 de monitoreo, se presentó el pico más alto del muestreo en la Estación Rosario con un valor de 48,83 µg/m^3, el cual representa el 97,66% del valor de 50 µg/m^3 que establece la Resolución 610/2010 como límite diario, en las concentraciones presentadas no simbolizan riesgo de afectación a la salud de los pobladores de la zona (Ver Figura 5.2.1-185)

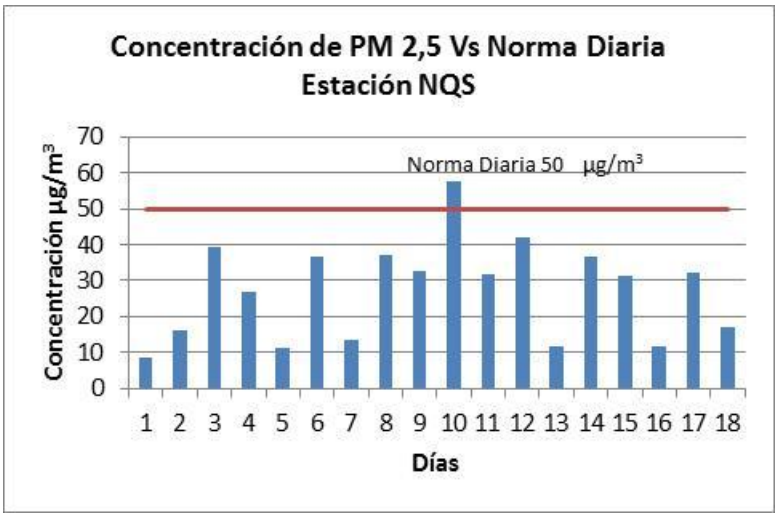


Figura 5.2.1-186 Concentraciones de $PM_{2,5}$ Estación NQS

El día 10 de monitoreo, se presentó el pico más alto del muestreo en la Estación NQS con un valor de 57,65 µg/m^3, el cual representa el 115,3%, por encima del valor de 50 µg/m3 que establece la Resolución 610/2010 como límite diario, los demás datos se mantienen por debajo del límite normativo (Ver Figura 5.2.1-186)

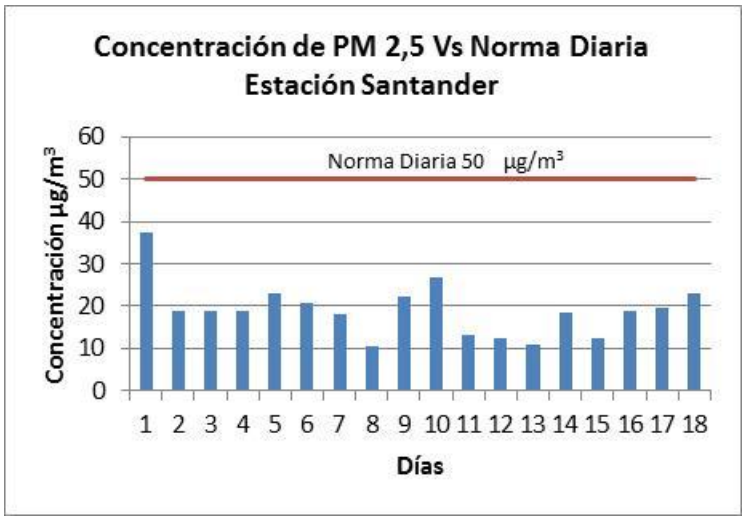


Figura 5.2.1-187 Concentraciones de $PM_{2,5}$ Estación Santander

El día 1 de monitoreo, se presentó el pico más alto del muestreo en la Estación Santander con un valor de 37,45 µg/m^3, el cual representa el 74,9% del valor de 50 µg/m^3 que establece la Resolución 610/2010 como límite diario, en las concentraciones presentadas no simbolizan riesgo de afectación a la salud de los pobladores de la zona (Ver Figura 5.2.1-187)

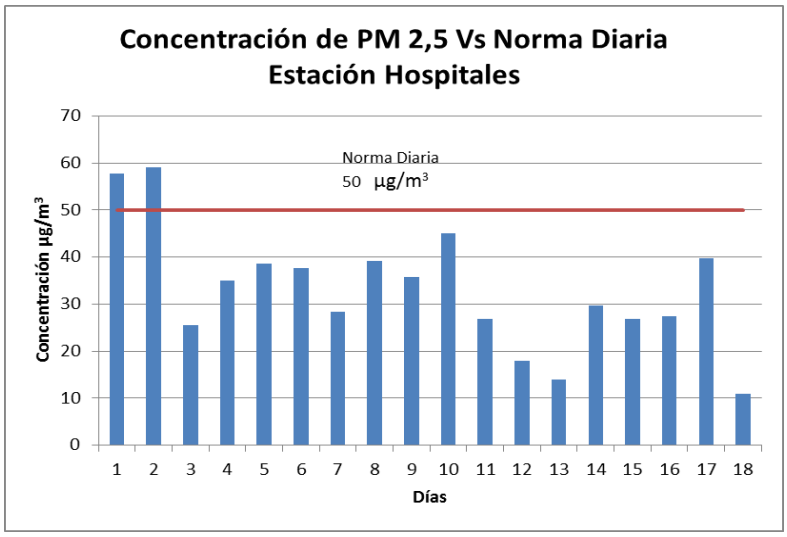


Figura 5.2.1-188 Concentraciones de $PM_{2,5}$ Estación Hospitales

El día 2 de monitoreo, se presentó el pico más alto del muestreo en la Estación Hospitales con un valor de 58,99 µg/m^3, el cual representa el 117,98% por encima del valor de 50 µg/m3 que establece la Resolución 610/2010 como límite diario, el día 1 presenta también valores elevados con 57,8 µg/m^{3}y las demás concentraciones se mantienen por debajo del límite normativo (Ver Figura 5.2.1-188).

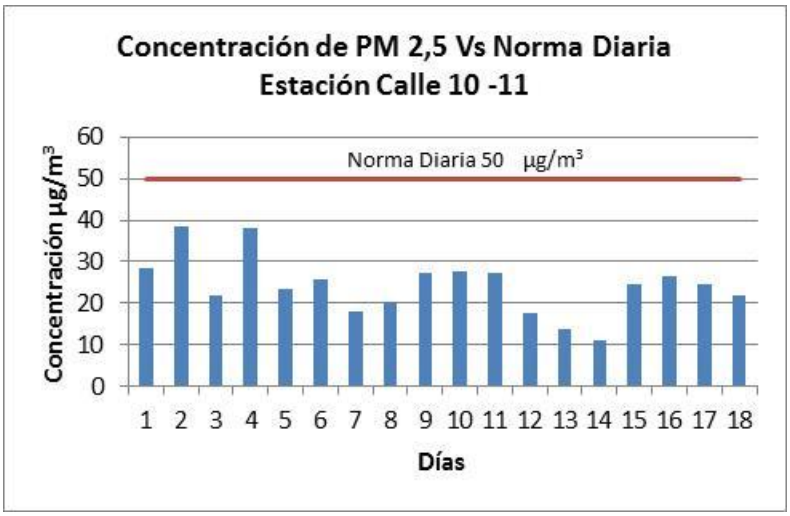


Figura 5.2.1-189 Concentraciones de $PM_{2,5}$ Estación Calle 10 -11

El día 2 de monitoreo, se presentó el pico más alto del muestreo en la Estación Calle 10-11 con un valor de 38,51µg/m^3, el cual representa el 77,02% del valor de 50 µg/m^3 que establece la Resolución 610/2010 como límite diario, en las concentraciones presentadas no simbolizan riesgo de afectación a la salud de los pobladores de la zona.

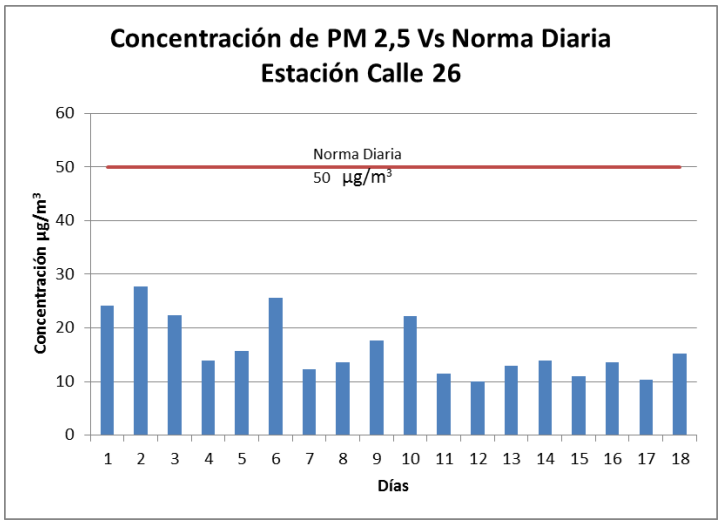


Figura 5.2.1-190 Concentraciones de $PM_{2,5}$ Estación Calle 26

El día 2 de monitoreo, se presentó el pico más alto del muestreo en la Estación Calle 26 con un valor de 27,68 µg/m^3, el cual representa el 55,36% del valor de 50 µg/m^3 que establece la Resolución 610/2010 como límite diario, en las concentraciones presentadas no simbolizan riesgo de afectación a la salud de los pobladores de la zona (Ver Figura 5.2.1-190)

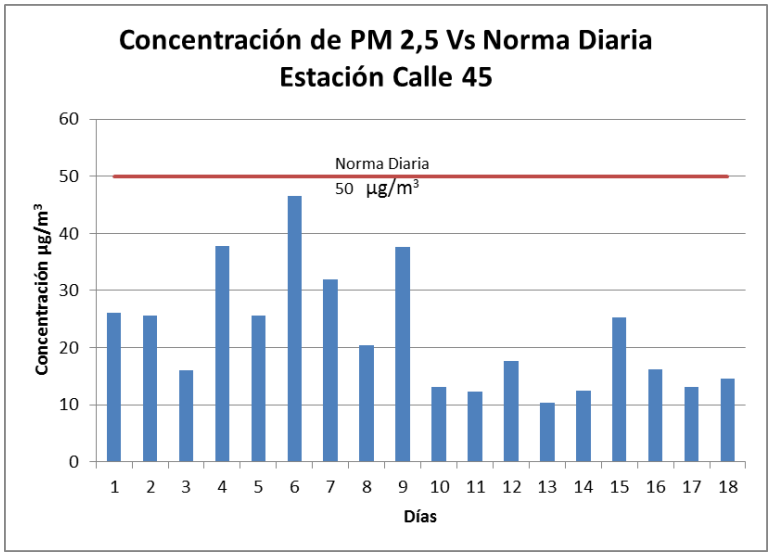


Figura 5.2.1-191 Concentraciones de $PM_{2,5}$ Estación Calle 45

El día 6 de monitoreo, se presentó el pico más alto del muestreo en la Estación Calle 45 con un valor de 46,56 µg/m^3, el cual representa el 93,12% del valor de 50 µg/m^3 que establece la Resolución 610/2010 como límite diario, en las concentraciones presentadas no simbolizan riesgo de afectación a la salud de los pobladores de la zona (Ver Figura 5.2.1-191)

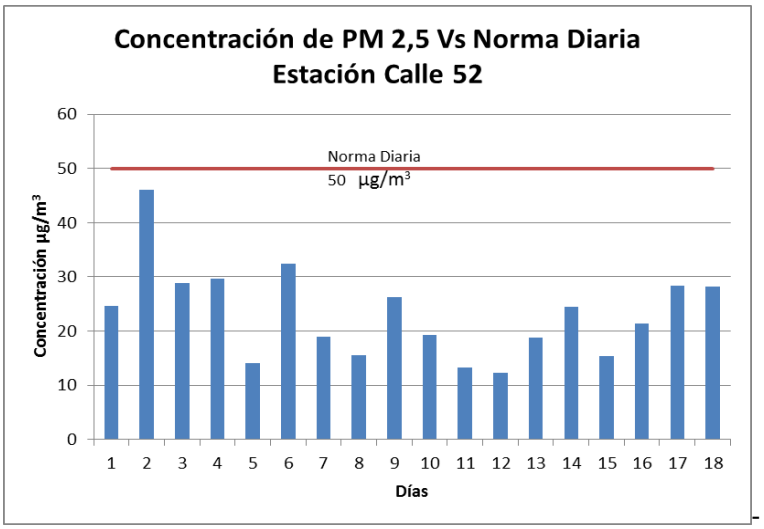


Figura 5.2.1-192 Concentraciones de $PM_{2,5}$ Estación Calle 52

El día 2 de monitoreo, se presentó el pico más alto del muestreo en la Estación Calle 52 con un valor de 46,1µg/m^3, el cual representa el 92,2% del valor de 50 µg/m^3 que establece la Resolución 610/2010 como límite diario, en las concentraciones presentadas no simbolizan riesgo de afectación a la salud de los pobladores de la zona (Ver Figura 5.2.1-192).

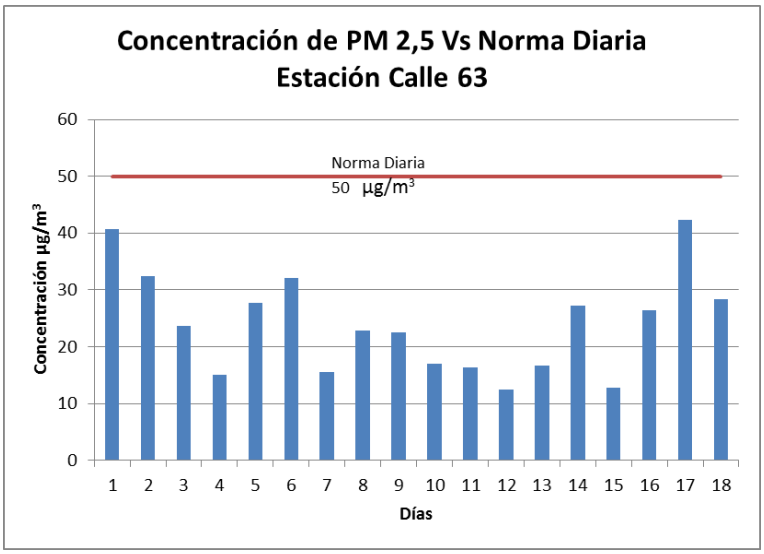


Figura 5.2.1-193 Concentraciones de $PM_{2,5}$ Estación Calle 63

El día 17 de monitoreo, se presentó el pico más alto del muestreo en la Estación Calle 63 con un valor de 42,33µg/m^3, el cual representa el 84,66% del valor de 50 µg/m^3 que establece la Resolución 610/2010 como límite diario, en las concentraciones presentadas no simbolizan riesgo de afectación a la salud de los pobladores de la zona (Ver Figura 5.2.1-193).

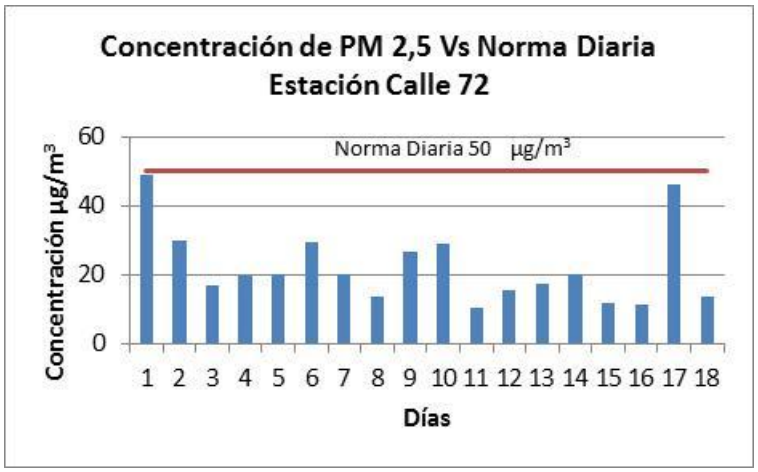


Figura 5.2.1-194 Concentraciones de $PM_{2,5}$ Estación Calle 72

El día 1 de monitoreo, se presentó el pico más alto del muestreo en la Estación Calle 72 con un valor de 49,06 µg/m^3, el cual representa el 98,12% del valor de 50 µg/m^3 que establece la Resolución 610/2010 como límite diario, en las concentraciones presentadas no simbolizan riesgo de afectación a la salud de los pobladores de la zona (Ver Figura 5.2.1-194)

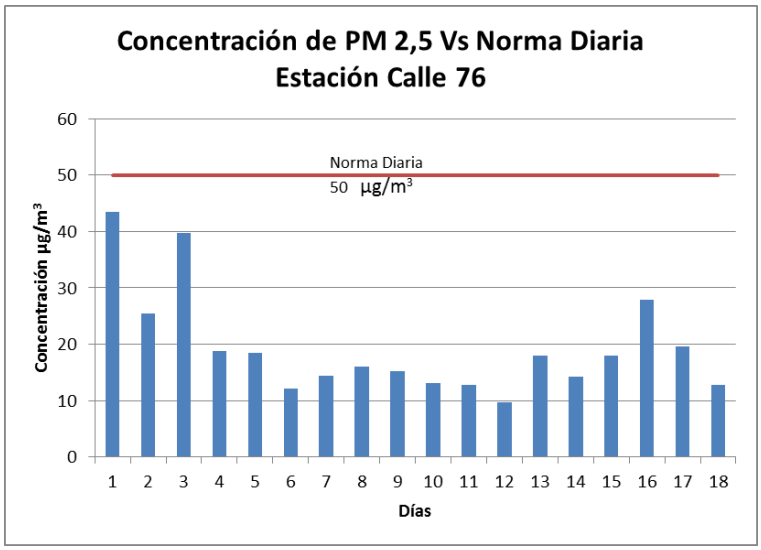


Figura 5.2.1-195 Concentraciones de $PM_{2,5}$ Estación Calle 76

El día 1 de monitoreo, se presentó el pico más alto del muestreo en la Estación Calle 76 con un valor de 43,46 µg/m^3, el cual representa el 86,92% del valor de 50 µg/m^3 que establece la Resolución 610/2010 como límite diario, en las concentraciones presentadas no simbolizan riesgo de afectación a la salud de los pobladores de la zona (Ver Figura 5.2.1-195)

Comparación con la Norma Anual

La Resolución 610/2010, en sus lineamientos respecto al nivel máximo permisible de exposición anual para $PM_{2.5}$ establece una concentración de 25 µg/m³. En la Tabla 5.2.1-162 se presentan los valores de los promedios aritméticos para cada una de las estaciones, comparados con la norma.

Tabla 5.2.1-162 Consolidado de resultados de $PM_{2,5}$

Estación		Promedio $PM_{2.5}$[8] (µg/m³)	Norma Anual (µg/m³)	Porcentaje con Respecto a la Norma
1	Patio-Taller	31,00	25	123,99%
2	Portal Américas	38,06	25	152,23%
3	Villa Blanca	22,5	25	89,99%
4	Kennedy	28,63	25	114,54%
5	Palenque	23,88	25	95,52%
6	Avenida Boyacá	29,02	25	116,08%
7	Avenida 68	19,54	25	78,16%
8	Rosario	19,78	25	79,13%
9	NQS	28,11	25	112,44%
10	Santander	18,95	25	75,81%
11	Hospitales	34,38	25	137,52%
12	Calle 10-11	24,41	25	97,65%
13	Calle 26	16,38	25	65,53%
14	Calle 45	22,82	25	91,28%
15	Calle 52	22,93	25	91,73%
16	Calle 63	23,75	25	95,02%
17	Calle 72	22,74	25	90,98%
18	Calle 76	19,82	25	79,30%

En la Figura 5.2.1-196 Concentraciones promedio PM2,5 vs Norma anualse presenta los valores promedio del consolidado de datos obtenidos. Al comparar con la concentración definida para la norma anual (25 µg/m3), se evidencia que en seis (6) de las dieciocho (18) estaciones de monitoreo superan el límite permisible anual. Estas estaciones son: Patio-Taller (31,00 µg/m3), Portal Américas (38,06 µg/m3), Kennedy (28,63 µg/m3), Avenida Boyacá (29,02 µg/m3), NQS (28,11 µg/m3) y Hospitales (34,38 µg/m3). Sin embargo, estas concentraciones se comparan solo de forma indicativa, para establecer una tendencia de la calidad del aire durante el periodo del año considerado y determinar el porcentaje de reducción o aumento con respecto a la norma.

[8] Promedio aritmético

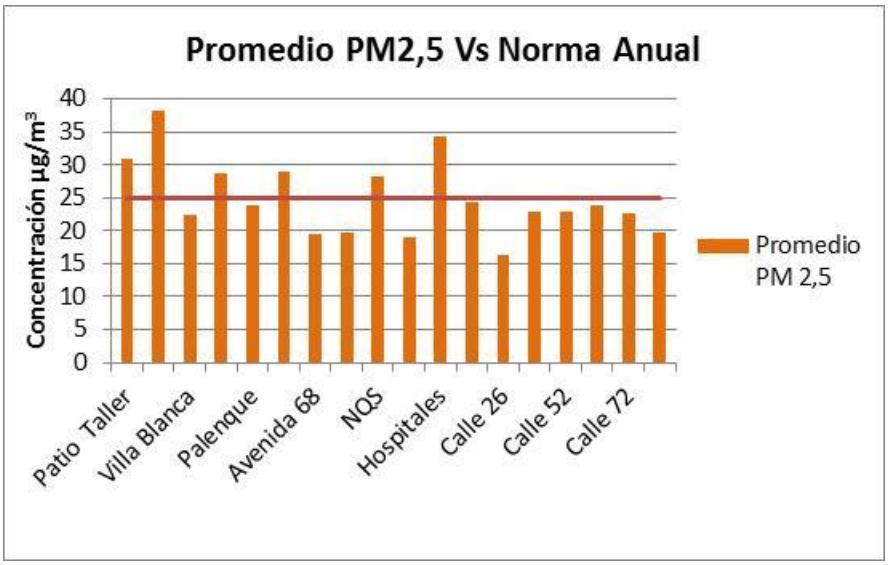


Figura 5.2.1-196 Concentraciones promedio $PM_{2,5}$ vs Norma anual

5.2.1.20.5.3 NOx

Concentraciones diarias de NOx vs. Norma diaria

Las muestras de NO_2 fueron recolectadas mediante equipos RAC 3 gases en las dieciocho (18) estaciones de calidad el aire. Los datos reportados cuentan con los criterios de aceptación de calidad establecidos por el Protocolo de Monitoreo y Seguimiento de la Calidad del Aire desarrollado por el MADS, el cual establece un tiempo mínimo de 23 horas de monitoreo .

Los valores de concentración reportados con asterisco (*) se calcularon con el valor mínimo detectable del método (LCM NO_2 = 0,05 µg/ml de Solución), lo cual indica que estas concentraciones se encuentran en niveles muy bajos o en su defecto no se presenta concentración alguna de este parámetro. Los demás valores reportados superan el mínimo detectable, más no la norma diaria para NO2 que es de 150 µg/m3 dado por la Resolución 610 de 2010 del MAVDT actual MADS. En consecuencia todas las concentraciones reportadas no exceden la norma diaria y cumplen con lo establecido en dicha Resolución.

En la Tabla 5.2.1-163 se presenta el consolidado de los resultados para NOx diarios obtenidos de las dieciocho (18) estaciones evaluadas durante el periodo de monitoreo.

Tabla 5.2.1-163 Concentraciones diarias de NO_2 vs. Norma diaria (µg/m3)

	Patio Taller	Portal Américas	Villa Blanca	Kennedy	Palenque	Avenida Boyacá	Avenida 68	Rosario	NQS	Santander	Hospitales	Calle 10-11	Calle 26	Calle 45	Calle 52	Calle 63	Calle 72	Calle 76	Res. 610/10
Día 1	15,70*	15,50*	16,10*	25,6	30,6	15,60*	44,2	16,30*	42,6	12,60*	29,9	15,00*	14,60*	13,50*	13,60*	13,70*	25,1	16	100
Día 2	36	13,90*	15,80*	19,8	15,10*	149,2	18	26,9	12,20*	14,60*	61,7	15,00*	22,1	13,20*	15,50*	12,60*	16,20*	16,7	100
Día 3	10,90*	23	14,70*	13,90*	26,7	14,10*	36,1	15,80*	15,70*	14,00*	36,6	13,80*	13,80*	12,40*	34,5	14,70*	16,20*	14,10*	100
Día 4	15,7	15,70*	15,8	15,20*	11,5	44,6	14,30*	15,10*	31,5	14,10*	25,7	15,00*	39,6	12,80*	17,8	14,50*	15,90*	14,40*	100
Día 5	14,60*	14,70*	27,4	14,80*	13,60*	46,7	26,4	18,6	16,9	13,70*	33,9	15,00*	14,00*	12,60*	23,4	16,4	16,20*	15,70*	100
Día 6	14,80*	15,60*	16,1	14,60*	14,20*	13,10*	19,1	15,50*	21,7	13,10*	32,5	15,00*	13,60*	28,2	15,7	15,30*	15,60*	14,10*	100
Día 7	14,90*	15,50*	25,3	17,1	23,9	15,6	13,40*	16,10*	15,50*	13,80*	31	15,10*	14,30*	19,8	15,80*	18,5	16,00*	13,50*	100
Día 8	15,60*	15,70*	33,9	18	20,9	22,1	14,90*	14,00*	32,8	13,80*	49,9	15,10*	14,00*	12,9	15,80*	14,90*	16,70*	13,80*	100
Día 9	11,00*	16,30*	18,3	22,8	18,6	14,10*	22,4	15,70*	15,50*	13,20*	57,8	13,80*	13,30*	19	15,80*	15,20*	16,20*	15,40*	100
Día 10	16,30*	15,00*	22,7	13,70*	15,70*	15,60*	21,6	15,70*	45,4	14,20*	61	15,10*	13,00*	23,2	15,60*	15,40*	15,60*	14,40*	100
Día 11	14,20*	15,70*	19,6	15,30*	15,90*	12,80*	24,6	16,20*	31,6	14,70*	43,5	15,10*	13,70*	15,80*	28,1	14,80*	16,10*	14,10*	100
Día 12	14,00*	15,60*	15,20*	15,00*	14,50*	21	13,20*	15,80*	25,8	13,70*	55,6	15,10*	13,00*	15,80*	17,3	15,40*	15,90*	13,50*	100
Día 13	13,80*	15,70*	18,2	15,60*	15,50*	13,80*	15,30*	14,80*	26,6	14,00*	32,5	15,10*	13,00*	26,7	15,70*	15,30*	14,30*	16,00*	100
Día 14	13,80*	15,00*	29,2	15,30*	15,80*	12,60*	15,10*	11,90*	17,6	13,30*	34,8	14,20*	13,00*	15,80*	20,9	15,10*	16,30*	14,20*	100
Día 15	14,00*	15,70*	19,6	23,7	13,90*	24,3	19,2	14,70*	16,3	13,60*	41,9	15,10*	14,10*	25,8	15,60*	13,50*	16,30*	13,50*	100
Día 16	13,50*	15,70*	16,6	30,7	13,50*	14,80*	32,3	15,80*	30,2	14,90*	48,3	15,20*	13,40*	30,1	20,6	15,40*	15,70*	13,50*	100
Día 17	14,20*	15,70*	14,20*	23,5	13,20*	14,50*	14,30*	15,70*	13,30*	14,30*	57,3	15,20*	13,10*	15,50*	15,90*	15,40*	16,30*	14,50*	100
Día 18	15,40*	15,60*	14,80*	21,1	15,70*	31,6	15,20*	15,70*	15,80*	14,30*	60,5	15,10*	13,70*	15,80*	24,7	14,80*	15,60*	14,50*	100
Geomét	14,93	15,78	18,96	18,11	16,56	20,78	19,71	15,92	21,89	13,87	42,45	14,88	14,82	17,46	18,41	15	16,35	14,52	
Aritmét	15,47	15,87	19,64	18,65	17,16	27,56	21,09	16,13	23,72	13,88	44,13	14,89	15,52	18,27	19,02	15,05	16,46	14,55	

Fuente: K2 INGENIERÍA S.A.S.

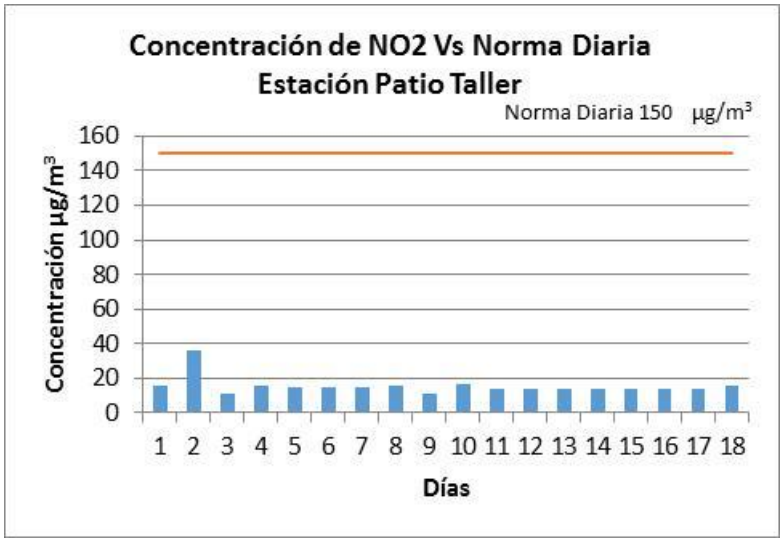


Figura 5.2.1-197 Concentraciones de NO_2 Estación Patio-Taller

Como se puede observar en la Figura 5.2.1-197 las concentraciones estimadas de NO_2 de la Estación Patio-Taller, no exceden el valor máximo establecido en 150 µg/m^3, por lo tanto no generaran riesgo de afectación a la salud de la población circundante.

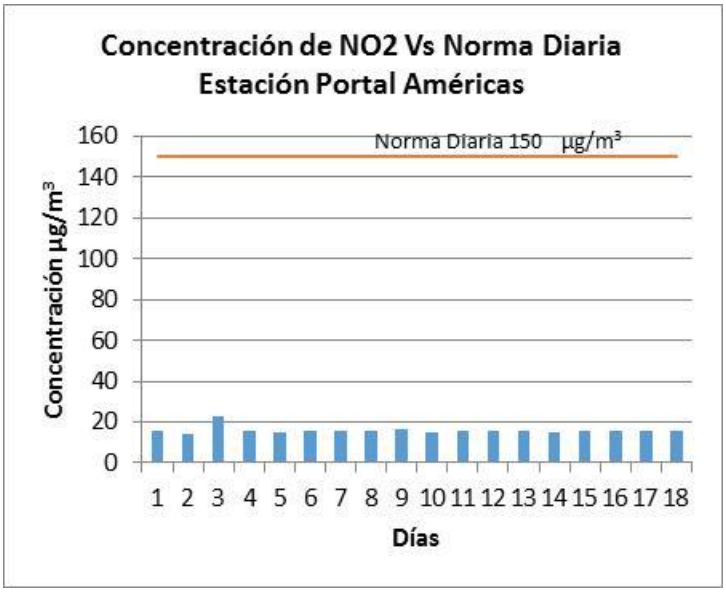


Figura 5.2.1-198 Concentraciones de NO_2 Estación Portal Américas

Como se puede observar en la Figura 5.2.1-198 las concentraciones estimadas de NO_2 de la Estación Portal Américas, no exceden el valor máximo establecido en 150 µg/m^3, por lo tanto no generaran riesgo de afectación a la salud de la población circundante.

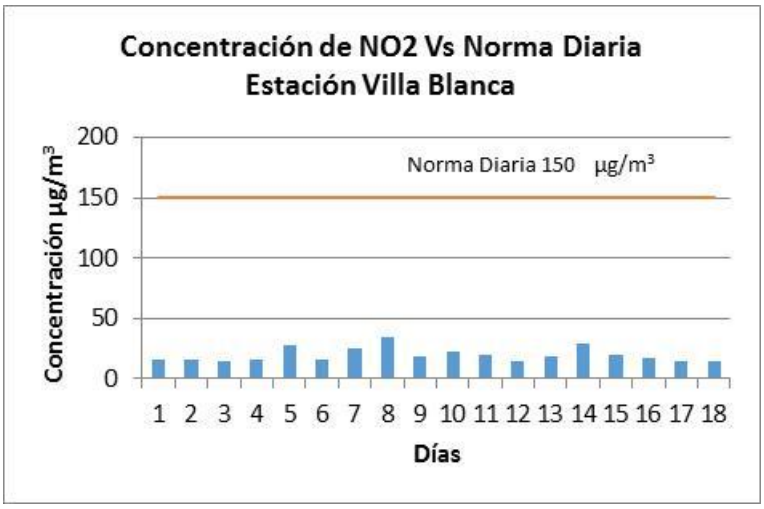


Figura 5.2.1-199 Concentraciones de NO_2 Villa Blanca

Como se puede observar en la Figura 5.2.1-199 las concentraciones estimadas de NO_2 de la Estación Villa Blanca, no exceden el valor máximo establecido en 150 µg/m^3, por lo tanto no generaran riesgo de afectación a la salud de la población circundante.

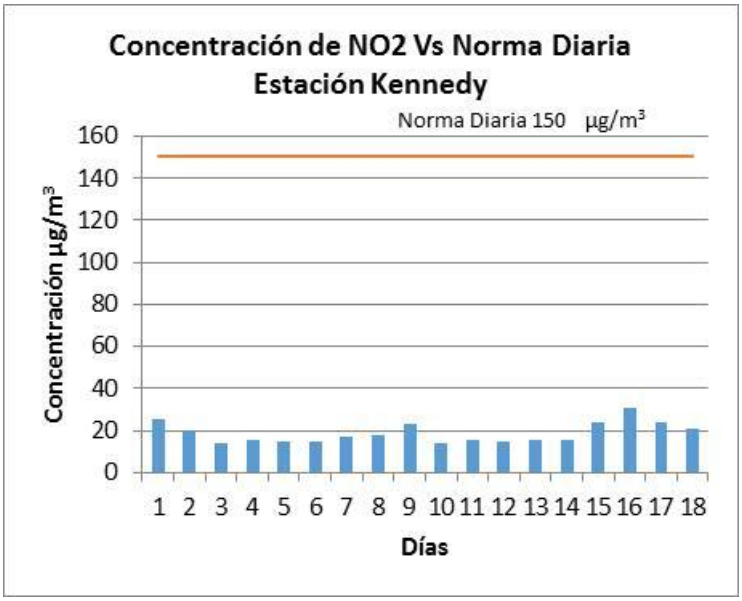


Figura 5.2.1-200 Concentraciones de NO_2 Estación Kennedy

Como se puede observar en la Figura 5.2.1-200 las concentraciones estimadas de NO_2 de la Estación Kennedy, no exceden el valor máximo establecido en 150 µg/m^3, por lo tanto no generaran riesgo de afectación a la salud de la población circundante.

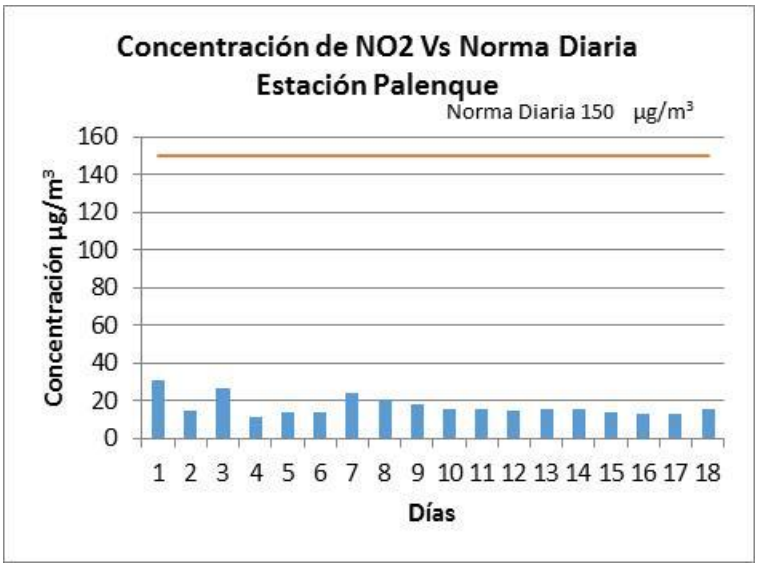


Figura 5.2.1-201 Concentraciones de NO_2 Estación Palenque

Como se puede observar en la Figura 5.2.1-201 las concentraciones estimadas de NO_2 de la Estación Palenque, no exceden el valor máximo establecido en 150 µg/m^3, por lo tanto no generaran riesgo de afectación a la salud de la población circundante.

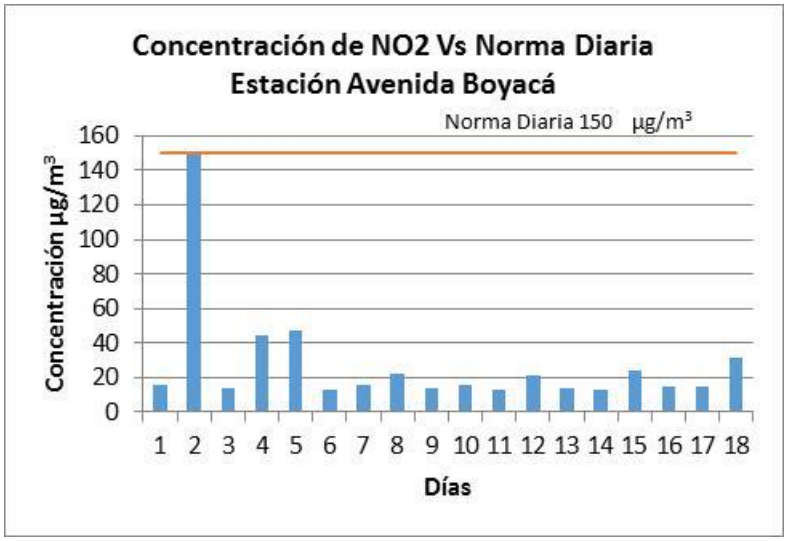


Figura 5.2.1-202 Concentraciones de NO_2 Estación Avenida Boyacá

Como se puede observar en la Figura 5.2.1-202 las concentraciones estimadas de NO_2 de la Estación Avenida Boyacá, no exceden el valor máximo establecido en 150 µg/m^3, por lo tanto no generaran riesgo de afectación a la salud de la población circundante.

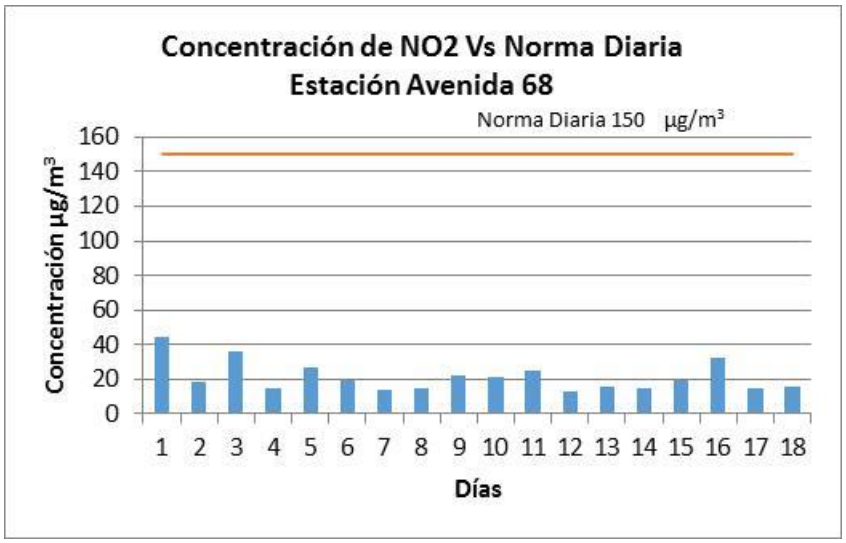


Figura 5.2.1-203 Concentraciones de NO_2 Estación Avenida 68

Como se puede observar en la Figura 5.2.1-203 las concentraciones estimadas de NO_2 de la Estación Avenida 68, no exceden el valor máximo establecido en 150 µg/m^3, por lo tanto no generaran riesgo de afectación a la salud de la población circundante.

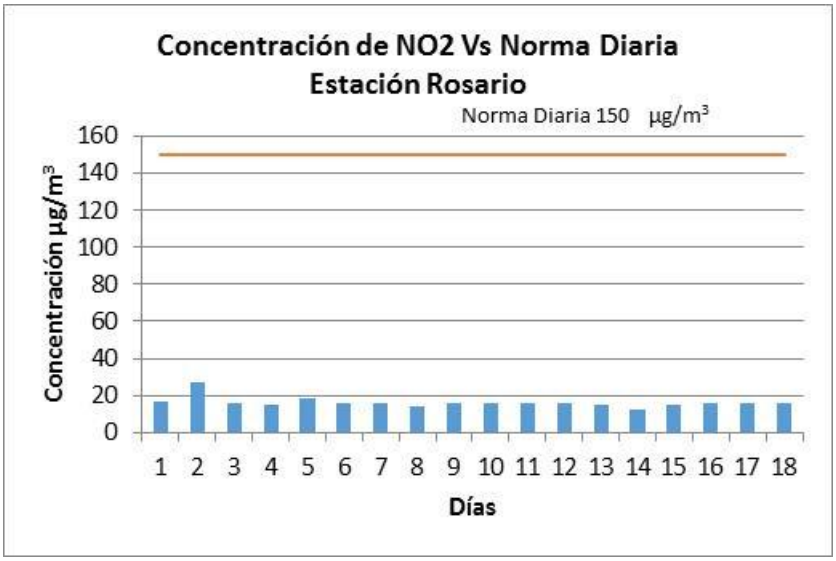


Figura 5.2.1-204 Concentraciones de NO_2 Estación Rosario

Como se puede observar en la Figura 5.2.1-204 las concentraciones estimadas de NO_2 de la Estación Rosario, no exceden el valor máximo establecido en 150 µg/m^3, por lo tanto no generaran riesgo de afectación a la salud de la población circundante.

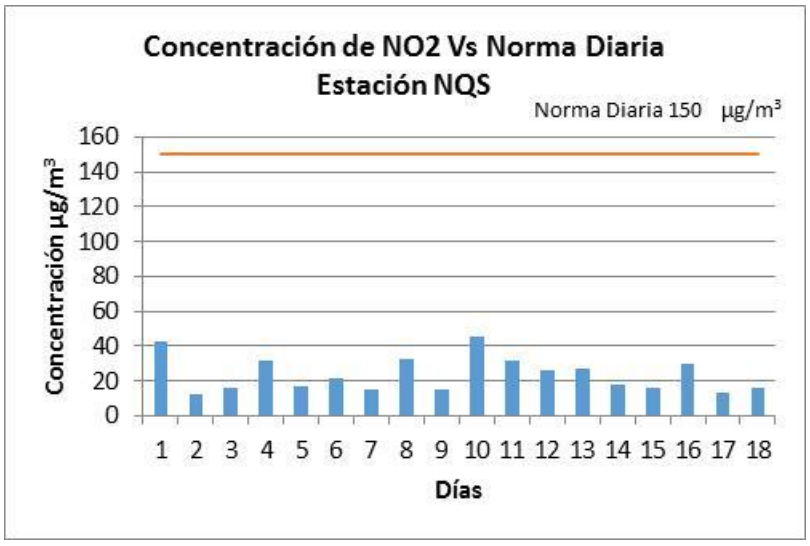


Figura 5.2.1-205 Concentraciones de NO_2 Estación NQS

Como se puede observar en la Figura 5.2.1-205 las concentraciones estimadas de NO_2 de la Estación NQS, no exceden el valor máximo establecido en 150 µg/m^3, por lo tanto no generaran riesgo de afectación a la salud de la población circundante.

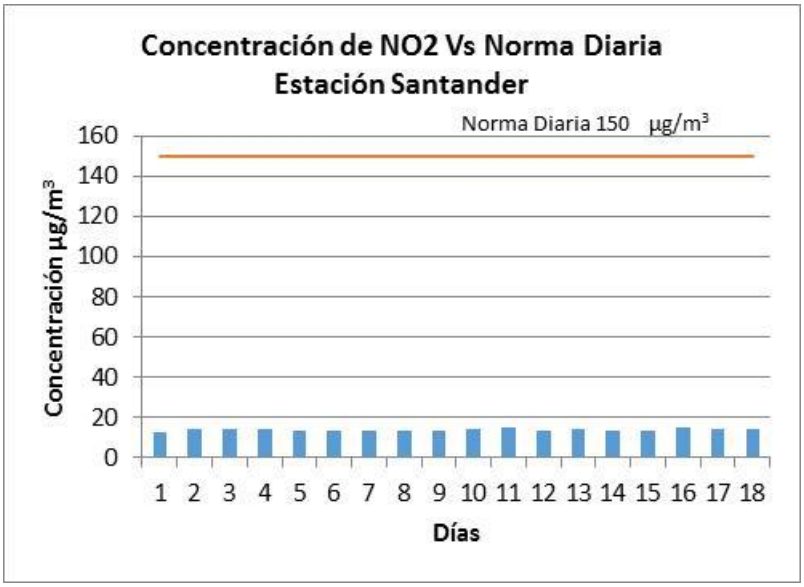


Figura 5.2.1-206 Concentraciones de NO_2 Estación Santander

Como se puede observar en la Figura 5.2.1-206 las concentraciones estimadas de NO_2 de la Estación Santander, no exceden el valor máximo establecido en 150 µg/m^3, por lo tanto no generaran riesgo de afectación a la salud de la población circundante.

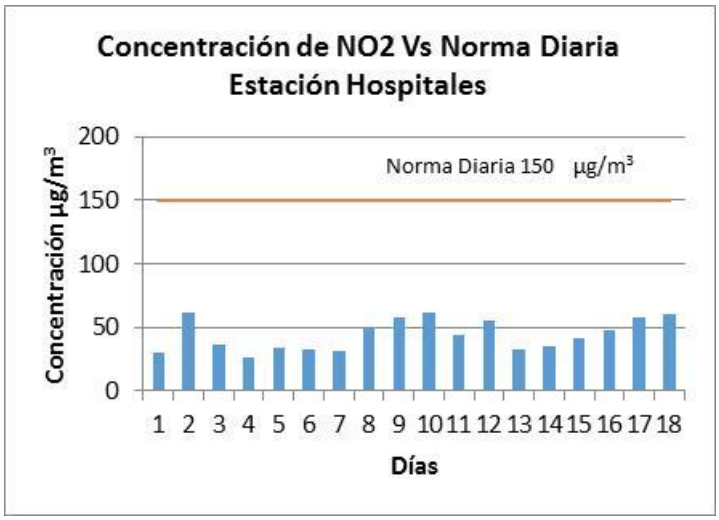


Figura 5.2.1-207 Concentraciones de NO_2 Estación Hospitales

Como se puede observar en la Figura 5.2.1-207 las concentraciones estimadas de NO_2 e la Estación Hospitales, no exceden el valor máximo establecido en 150 µg/m^3, por lo tanto no generaran riesgo de afectación a la salud de la población circundante.

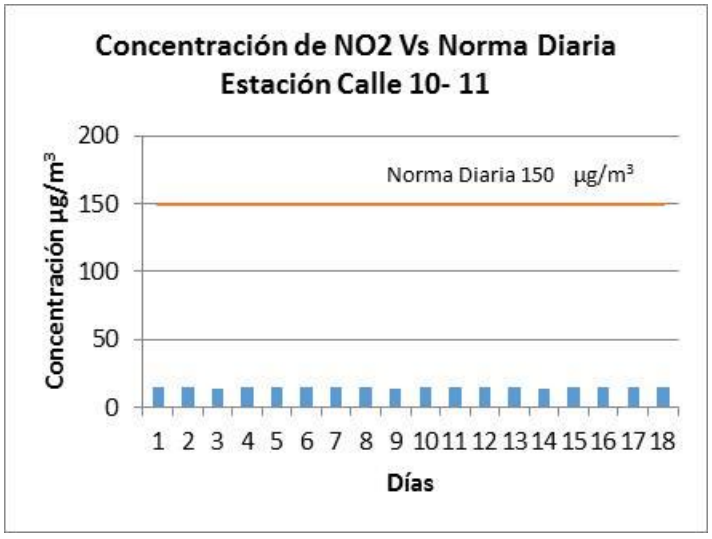


Figura 5.2.1-208 Concentraciones de NO_2 Estación Calle 10 -11

Como se puede observar en la Figura 5.2.1-208 las concentraciones estimadas de NO_2 de la Estación Calle 10 -11, no exceden el valor máximo establecido en 150 µg/m^3, por lo tanto no generaran riesgo de afectación a la salud de la población circundante

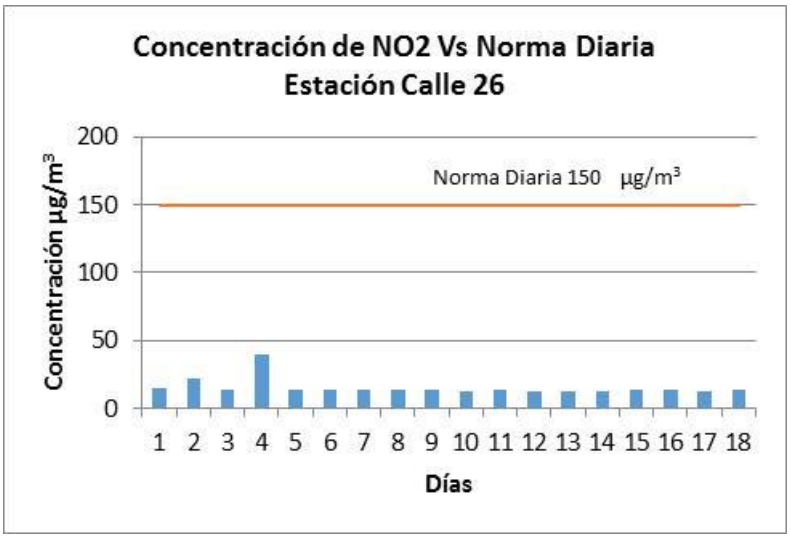


Figura 5.2.1-209 Concentraciones de NO_2 Estación Calle 26

Como se puede observar en la Figura 5.2.1-209 las concentraciones estimadas de NO_2 de la Estación Calle 26, no exceden el valor máximo establecido en 150 µg/m^3, por lo tanto no generaran riesgo de afectación a la salud de la población circundante.

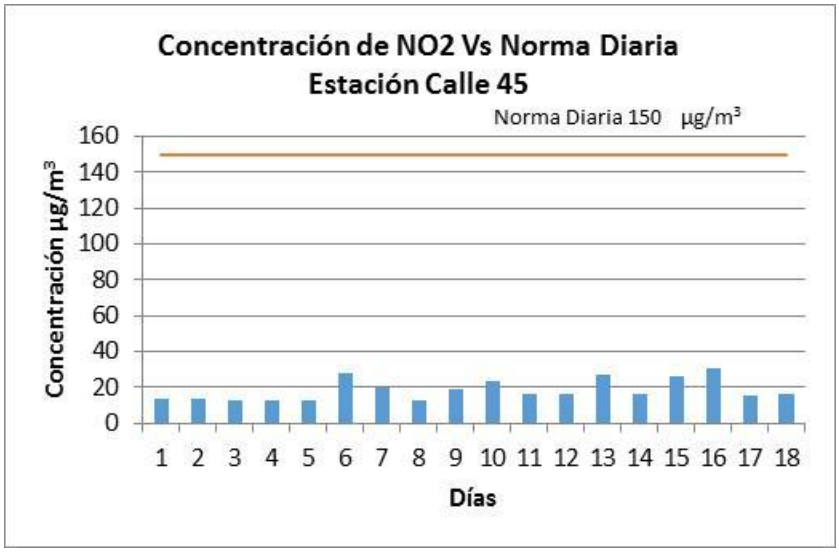


Figura 5.2.1-210 Concentraciones de NO_2 Estación Calle 45

Como se puede observar en la Figura 5.2.1-210 las concentraciones estimadas de NO_2 de la Estación Calle 45, no exceden el valor máximo establecido en 150 µg/m^3, por lo tanto no generaran riesgo de afectación a la salud de la población circundante.

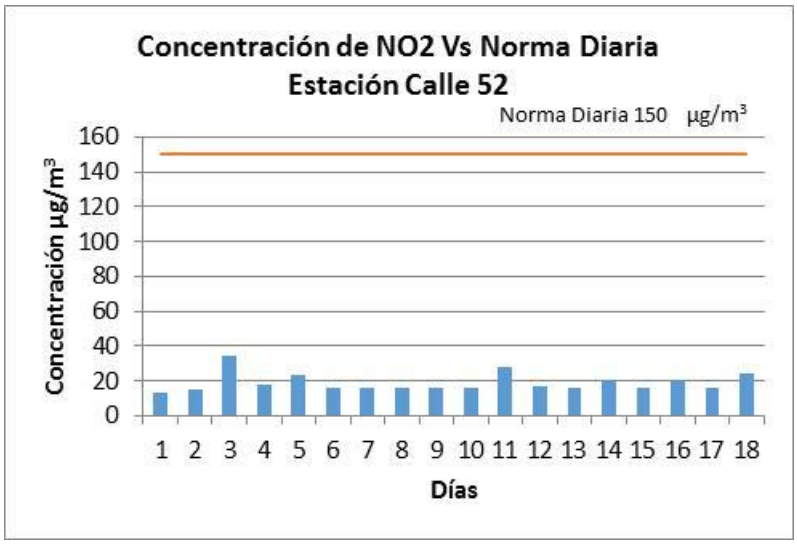


Figura 5.2.1-211 Concentraciones de NO_2 Estación Calle 52

Como se puede observar en la Figura 5.2.1-211 las concentraciones estimadas de NO_2 de la Estación Calle 52, no exceden el valor máximo establecido en 150 µg/m^3, por lo tanto no generaran riesgo de afectación a la salud de la población circundante.

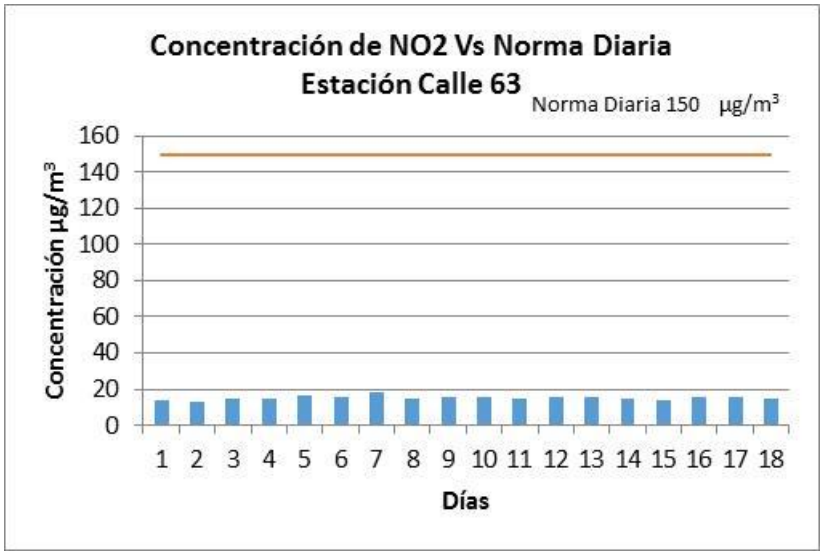


Figura 5.2.1-212 Concentraciones de NO_2 Estación Calle 63

Como se puede observar en la Figura 5.2.1-212 las concentraciones estimadas de NO_2 de la Estación Calle 63, no exceden el valor máximo establecido en 150 µg/m^3, por lo tanto no generaran riesgo de afectación a la salud de la población circundante.

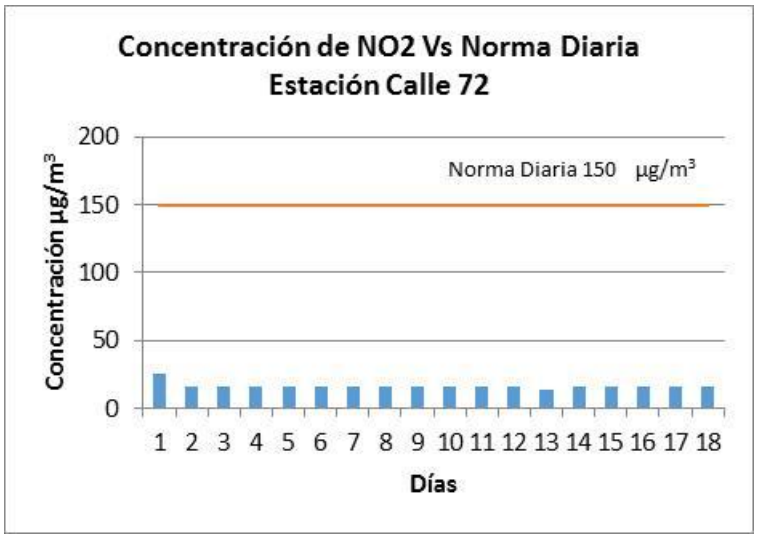


Figura 5.2.1-213 Concentraciones de NO_2 Estación Calle 72

Como se puede observar en la Figura 5.2.1-213 las concentraciones estimadas de NO_2 de la Estación Calle 72, no exceden el valor máximo establecido en 150 µg/m^3, por lo tanto no generaran riesgo de afectación a la salud de la población circundante.

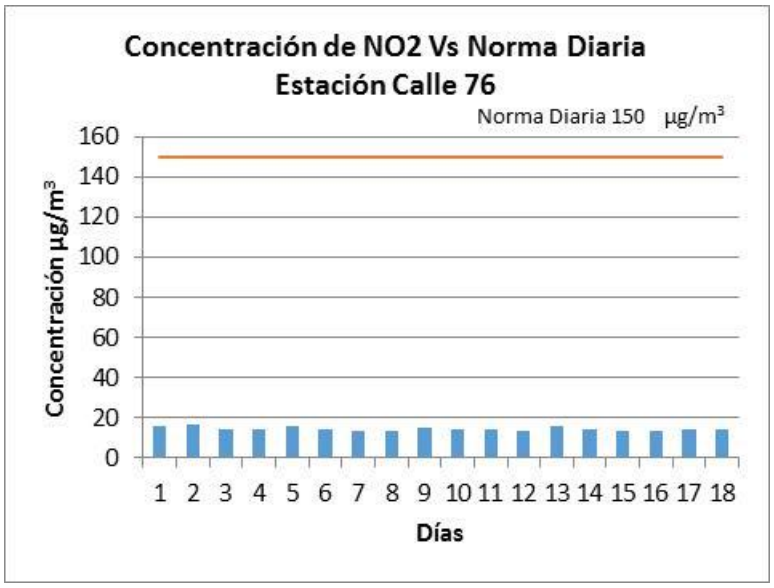


Figura 5.2.1-214 Concentraciones de NO_2 Estación Calle 76

Como se puede observar en la Figura 5.2.1-214 las concentraciones estimadas de NO_2 de la Estación Calle 76, no exceden el valor máximo establecido en 150 µg/m^3, por lo tanto no generaran riesgo de afectación a la salud de la población circundante.

5.2.1.20.5.4 SOx

Concentraciones diarias de SOx vs. Norma diaria

Al igual que para NO_2, las muestras de SO_2 fueron recolectadas mediante equipos RAC 3 gases y cuentan con los criterios de aceptación de calidad establecidos por el Protocolo de Monitoreo y Seguimiento de la Calidad del Aire desarrollado por el MADS, el cual establece un tiempo mínimo de 23 horas de monitoreo.

Los valores de concentración reportados con asterisco (*) se calcularon con el valor mínimo detectable del método (LCM SO_2 = 0,77 µg/10 ml de Solución), lo cual indica que estas concentraciones se encuentran en niveles muy bajos o en su defecto no se presenta concentración alguna de este parámetro. Los demás valores reportados superan el mínimo detectable, más no la norma diaria para NO_2 que es de 250 µg/m^3 dado por la Resolución 610 de 2010 del MAVDT actual MADS. En consecuencia todas las concentraciones reportadas no exceden la norma diaria y cumplen con lo establecido en dicha Resolución.

En la Tabla 5.2.1-164 se presenta el consolidado de los resultados para SO_2 diarios obtenidos de las dieciocho (18) estaciones evaluadas durante el periodo de monitoreo.

Tabla 5.2.1-164 Concentraciones diarias de SO_2vs. Norma diaria (µg/m3)

	Patio-Taller	Portal Américas	Villa Blanca	Kennedy	Palenque	Avenida Boyacá	Avenida 68	Rosario	NQS	Santander	Hospitales	Calle 10-11	Calle 26	Calle 45	Calle 52	Calle 63	Calle 72	Calle 76	Res. 610/10
Día 1	18,3	16,30*	18,00*	15,70*	14,30*	17,60*	15,80*	16,30*	23	17,70*	17,20*	24,2	52,1	17,50*	17,50*	15,50*	14,00*	16,10*	250
Día 2	17,90*	15,60*	17,70*	15,80*	18,60*	17,70*	14,50*	13,70*	17,10*	15,60*	16,90*	17,80*	16,9	14,80*	15,90*	17,30*	17,20*	17,60*	250
Día 3	42,2	17,40*	17,40*	18,40*	18,60*	17,70*	17,30*	16,80*	17,50*	18,70*	16,80*	17,90*	14,50*	18,00*	17,70*	16,30*	16,50*	15,20*	250
Día 4	18,5	17,60*	16,50*	18,00*	22,9	17,60*	13,30*	12,80*	17,50*	18,80*	16,90*	17,50*	42,9	24,8	17,60*	16,30*	17,20*	15,50*	250
Día 5	17,2	17,50*	16,60*	18,30*	18,20*	17,60*	14,40*	13,70*	17,10*	18,60*	17,30*	18,7	19	18,30*	17,70*	14,90*	15,50*	14,80*	250
Día 6	47,9	17,50*	17,30*	17,30*	22,7	17,90*	15,60*	17,60*	17,50*	18,00*	16,90*	17,90*	18,4	17,70*	18,00*	17,10*	17,20*	14,80*	250
Día 7	16,3	17,30*	17,10*	17,50*	17,70*	37,5	12,50*	18,30*	17,60*	16,70*	16,60*	18,7	17,2	17,70*	17,70*	16,40*	17,30*	14,10*	250
Día 8	17	17,20*	16,60*	16,70*	18,00*	17,50*	14,90*	17,00*	18,2	17,80*	17,40*	18,7	15,20*	17,70*	17,30*	16,90*	14,20*	14,90*	250
Día 9	18,7	18,30*	16,90*	16,80*	16,80*	17,70*	16,80*	17,80*	17,60*	17,80*	17,60*	30,3	21,1	17,60*	17,60*	17,20*	17,20*	17,60*	250
Día 10	17,6	16,90*	17,60*	14,60*	16,60*	17,70*	14,40*	17,70*	17,50*	18,20*	17,60*	17,70*	17	17,60*	17,50*	16,80*	17,20*	15,50*	250
Día 11	16,40*	17,20*	17,60*	17,90*	18,40*	15,30*	16,50*	18,40*	17,50*	18,40*	17,70*	17,80*	13,90*	17,70*	17,30*	16,00*	17,00*	16,20*	250
Día 12	16,60*	17,40*	17,70*	17,70*	16,80*	15,30*	13,30*	17,90*	17,10*	18,00*	17,90*	16,20*	14,20*	17,60*	17,30*	15,60*	17,20*	14,50*	250
Día 13	16,20*	17,50*	17,10*	17,40*	18,00*	15,30*	12,50*	17,60*	17,50*	17,60*	17,60*	17,60*	13,80*	18,00*	17,60*	16,70*	17,30*	17,60*	250
Día 14	16,40*	17,40*	17,40*	17,20*	18,20*	15,70*	17,50*	17,50*	17,60*	17,20*	17,70*	17,80*	14,30*	17,70*	18,00*	15,70*	17,20*	16,30*	250
Día 15	16,50*	17,20*	17,10*	18,20*	17,40*	16,30*	16,70*	16,70*	17,10*	17,50*	17,70*	16,30*	15,00*	17,70*	18,10*	15,70*	17,30*	14,80*	250
Día 16	15,80*	17,60*	17,00*	18,20*	17,30*	17,10*	15,60*	18,10*	17,60*	17,50*	17,90*	17,80*	13,90*	17,70*	17,70*	16,80*	17,30*	14,50*	250
Día 17	16,10*	17,50*	17,20*	17,50*	15,80*	16,00*	16,00*	17,90*	14,00*	18,60*	17,60*	16,40*	14,20*	17,70*	17,70*	16,80*	17,20*	14,20*	250
Día 18	17,50*	17,40*	16,80*	17,50*	18,30*	15,30*	15,70*	16,80*	17,50*	18,60*	17,70*	17,00*	14,90*	17,60*	17,60*	18,20*	17,10*	15,50*	250
Geomét	18,98	17,26	17,2	17,23	17,93	17,52	15,11	16,72	17,52	17,83	17,38	18,46	17,76	17,89	17,54	16,44	16,69	15,5	
Aritmét	20,17	17,27	17,2	17,26	18,03	17,93	15,18	16,81	17,58	17,85	17,39	18,68	19,36	17,97	17,54	16,46	16,73	15,54	

Fuente: K2 INGENIERÍA S.A.S., 2017.

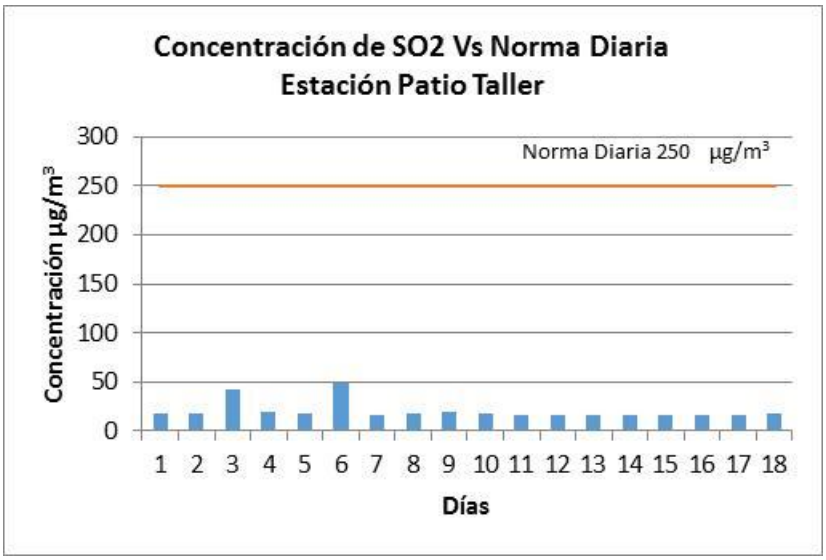


Figura 5.2.1-215 Concentraciones de SO_2 Estación Patio-Taller

Como se puede observar en la Figura 5.2.1-215 las concentraciones estimadas de SO_2 de la Estación Patio-Taller, no exceden el valor máximo establecido en 250 µg/m^3, por lo tanto no generaran riesgo de afectación a la salud de la población circundante.

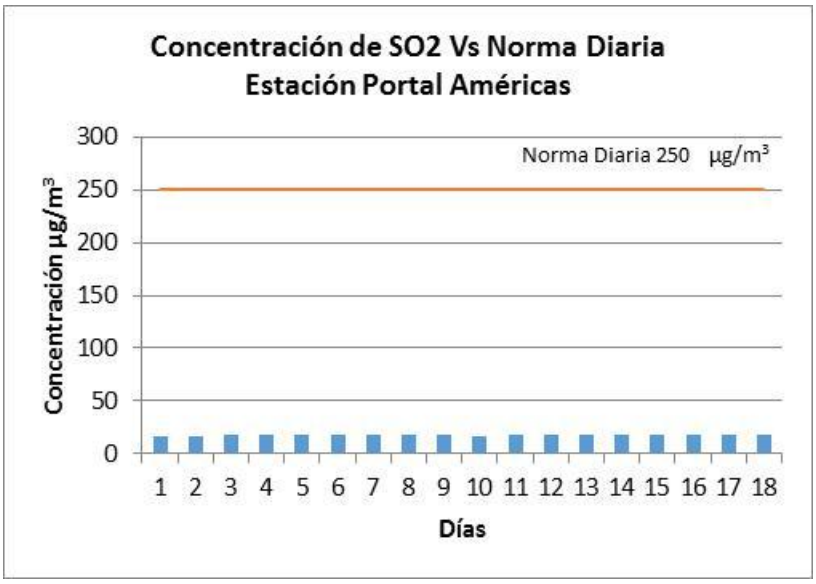


Figura 5.2.1-216 Concentraciones de SO_2 Estación Portal Américas

Como se puede observar en la Figura 5.2.1-216 las concentraciones estimadas de SO_2 de la Estación Portal Américas, no exceden el valor máximo establecido en 250 µg/m^3, por lo tanto no generaran riesgo de afectación a la salud de la población circundante.

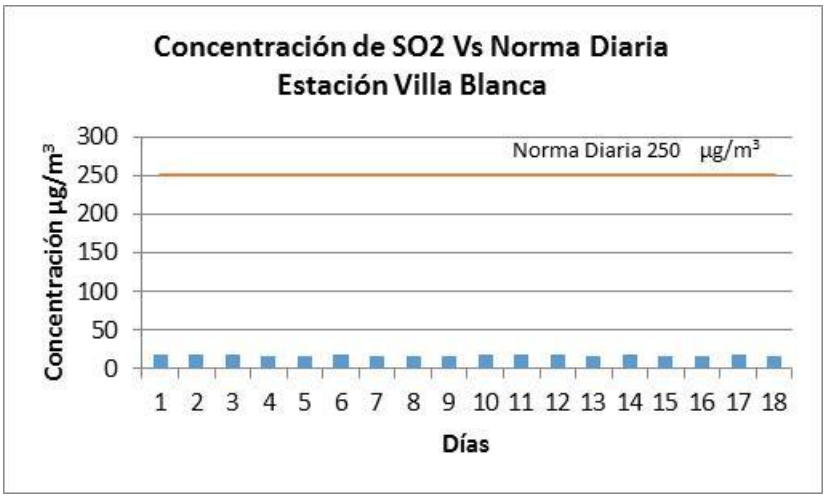


Figura 5.2.1-217 Concentraciones de SO_2 Estación Villa Blanca

Como se puede observar en la Figura 5.2.1-217 las concentraciones estimadas de SO_2 de la Estación Villa Blanca, no exceden el valor máximo establecido en 250 µg/m^3, por lo tanto no generaran riesgo de afectación a la salud de la población circundante.

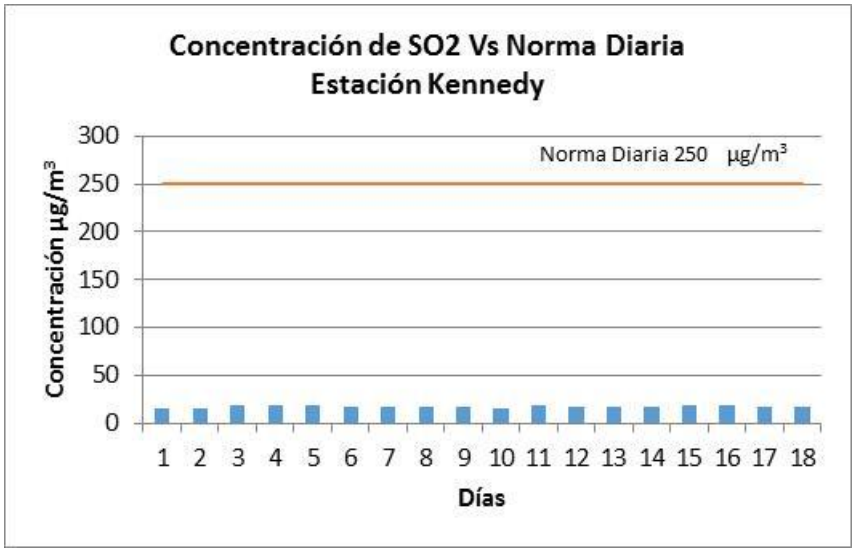


Figura 5.2.1-218 Concentraciones de SO_2 Estación Kennedy

Como se puede observar en la Figura 5.2.1-218 las concentraciones estimadas de SO_2 de la Estación Kennedy, no exceden el valor máximo establecido en 250 µg/m^3, por lo tanto no generaran riesgo de afectación a la salud de la población circundante.

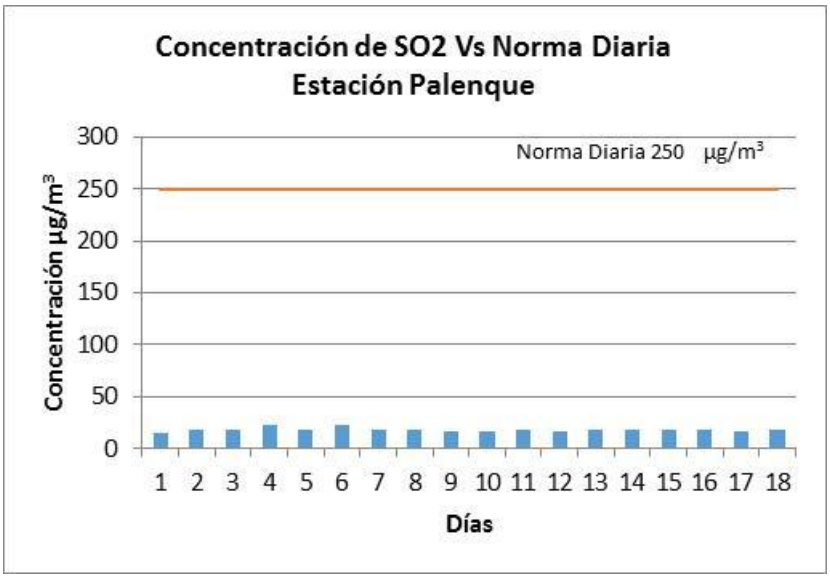


Figura 5.2.1-219 Concentraciones de SO_2 Estación Palenque

Como se puede observar en la Figura 5.2.1-219 las concentraciones estimadas de SO_2 de la Estación Palenque, no exceden el valor máximo establecido en 250 µg/m^3, por lo tanto no generaran riesgo de afectación a la salud de la población circundante.

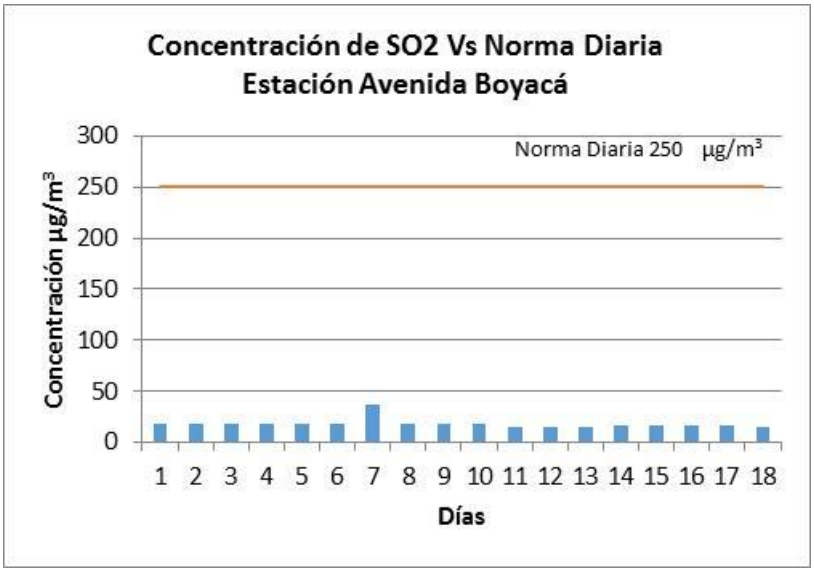


Figura 5.2.1-220 Concentraciones de SO_2 Estación Avenida Boyacá

Como se puede observar en la Figura 5.2.1-220 las concentraciones estimadas de SO_2 de la Estación Avenida Boyacá, no exceden el valor máximo establecido en 250 µg/m^3, por lo tanto no generaran riesgo de afectación a la salud de la población circundante.

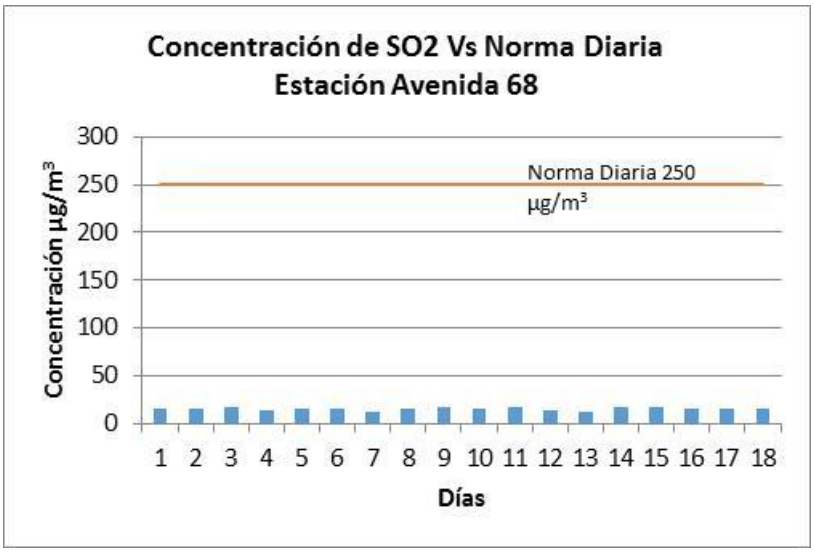


Figura 5.2.1-221 Concentraciones de SO_2 Estación Avenida 68

Como se puede observar en la Figura 5.2.1-221 las concentraciones estimadas de SO_2 de la Estación Avenida 68, no exceden el valor máximo establecido en 250 µg/m^3, por lo tanto no generaran riesgo de afectación a la salud de la población circundante.

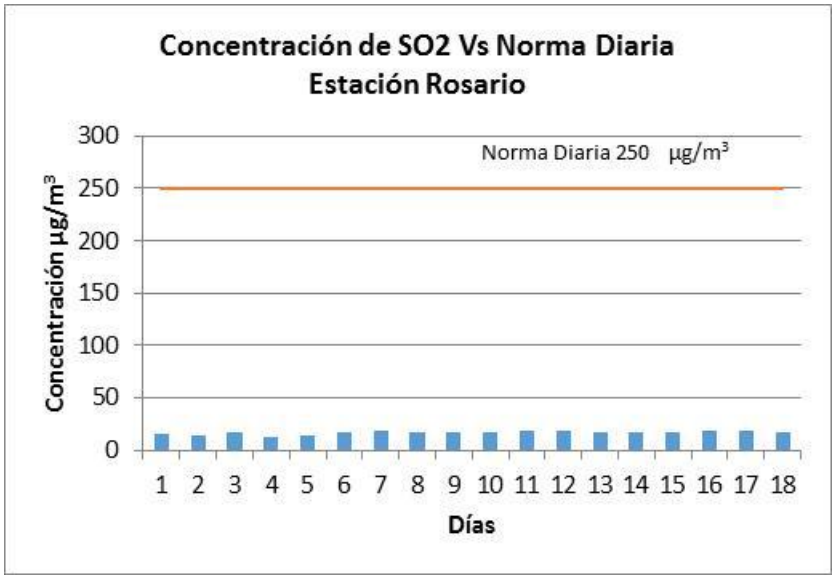


Figura 5.2.1-222 Concentraciones de SO_2 Estación Rosario

Como se puede observar en la Figura 5.2.1-222 las concentraciones estimadas de SO_2 de la Estación Rosario, no exceden el valor máximo establecido en 250 µg/m^3, por lo tanto no generaran riesgo de afectación a la salud de la población circundante.

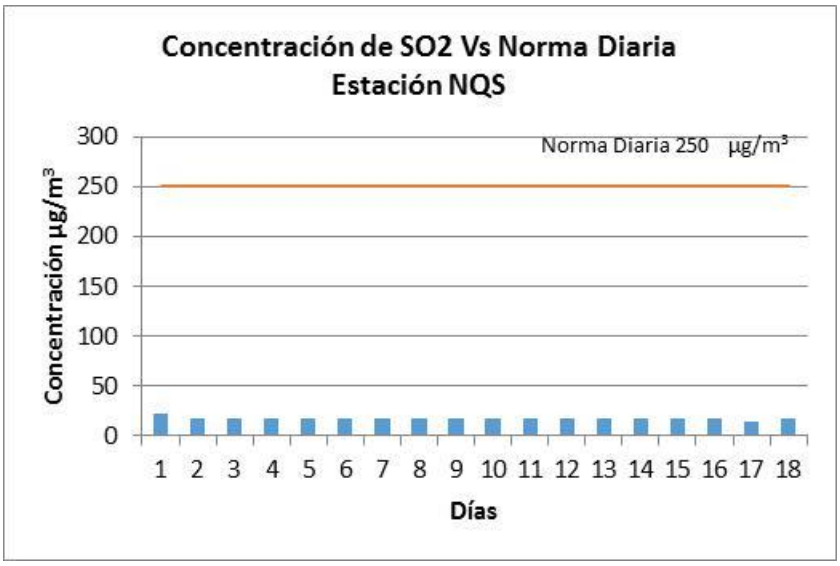


Figura 5.2.1-223 Concentraciones de SO_2 Estación NQS

Como se puede observar en la Figura 5.2.1-223 las concentraciones estimadas de SO_2 de la Estación NQS, no exceden el valor máximo establecido en 250 µg/m^3, por lo tanto no generaran riesgo de afectación a la salud de la población circundante.

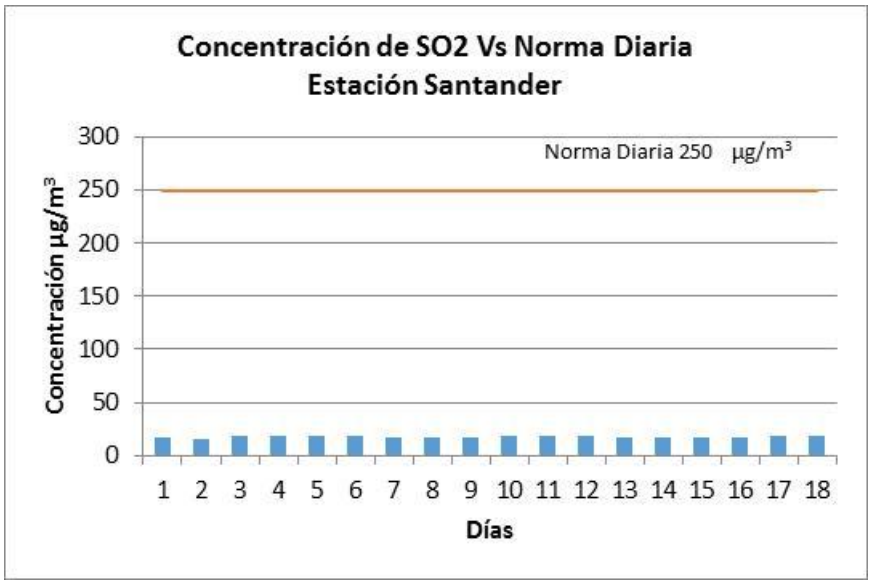


Figura 5.2.1-224 Concentraciones de SO_2 Estación Santander

Como se puede observar en la Figura 5.2.1-224 las concentraciones estimadas de SO_2 de la Estación Santander, no exceden el valor máximo establecido en 250 µg/m^3, por lo tanto no generaran riesgo de afectación a la salud de la población circundante.

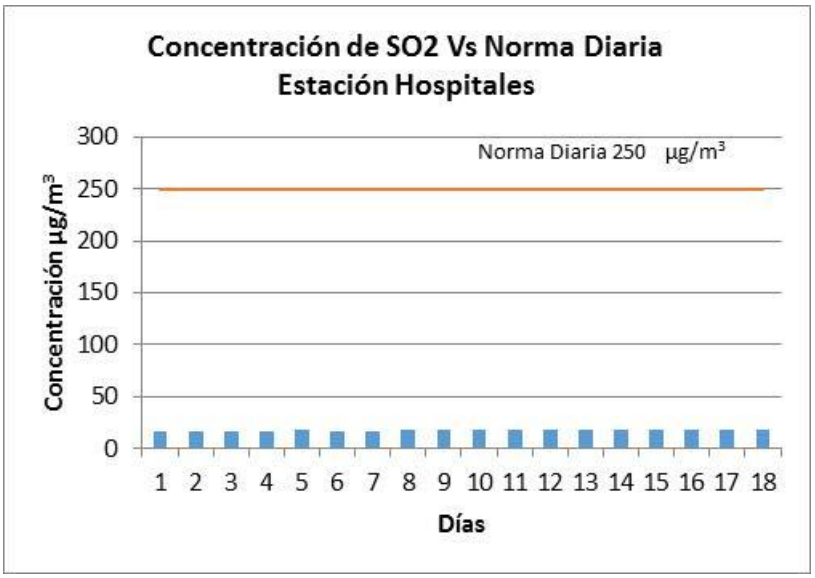


Figura 5.2.1-225 Concentraciones de SO_2 Estación Hospitales

Como se puede observar en la Figura 5.2.1-225 las concentraciones estimadas de SO_2 de la Estación Hospitales, no exceden el valor máximo establecido en 250 µg/m^3, por lo tanto no generaran riesgo de afectación a la salud de la población circundante.

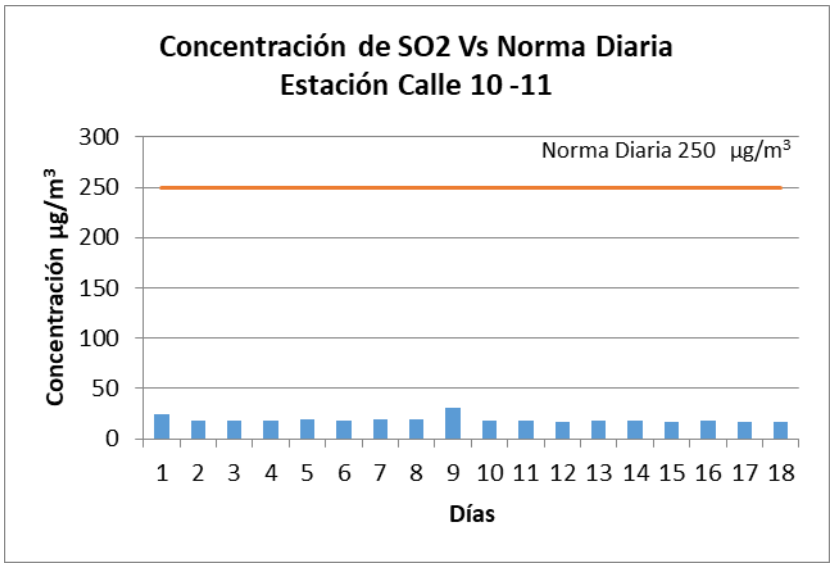


Figura 5.2.1-226 Concentraciones de SO_2 Estación Calle 10 -11

Como se puede observar en la Figura 5.2.1-226 las concentraciones estimadas de SO_2 de la Estación Calle 10 -11, no exceden el valor máximo establecido en 250 µg/m^3, por lo tanto no generaran riesgo de afectación a la salud de la población circundante.

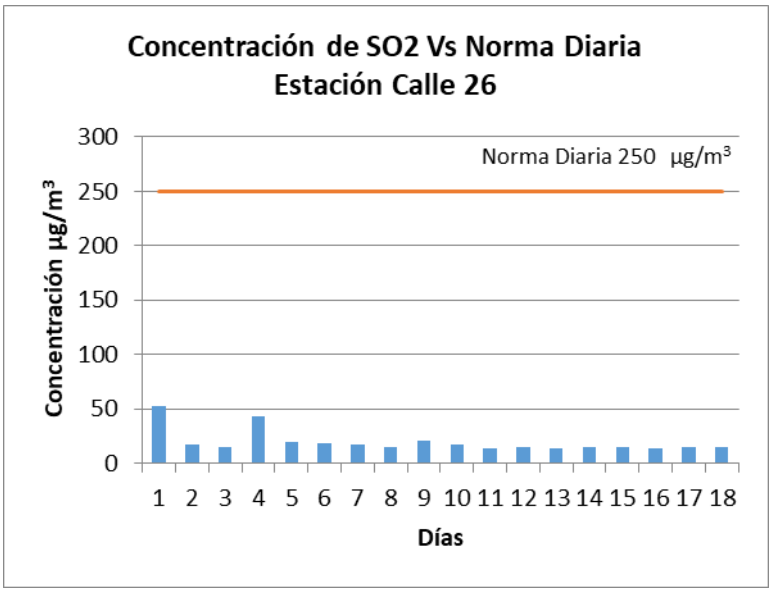


Figura 5.2.1-227 Concentraciones de SO_2 Estación Calle 26

Como se puede observar en la Figura 5.2.1-227 las concentraciones estimadas de SO_2 de la Estación Calle 26, no exceden el valor máximo establecido en 250 µg/m^3, por lo tanto no generaran riesgo de afectación a la salud de la población circundante.

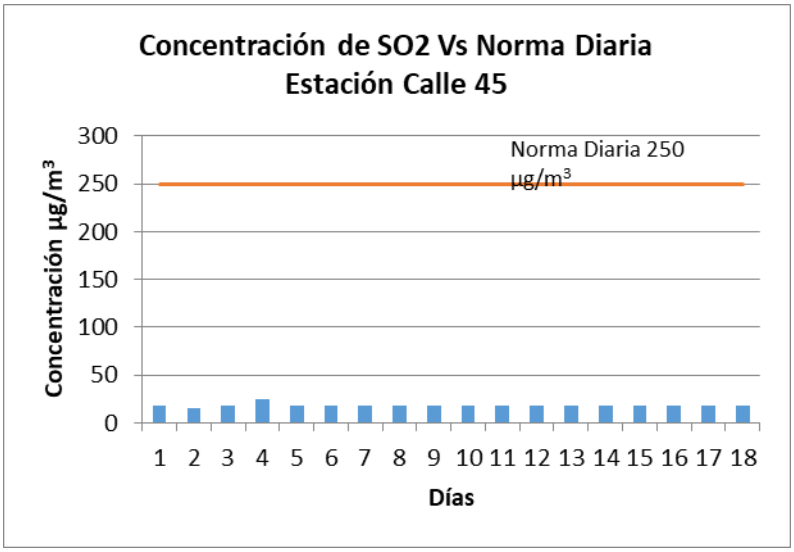


Figura 5.2.1-228 Concentraciones de SO_2 Estación Calle 45

Como se puede observar en la Figura 5.2.1-228 las concentraciones estimadas de SO_2 de la Estación Calle 45, no exceden el valor máximo establecido en 250 µg/m^3, por lo tanto no generaran riesgo de afectación a la salud de la población circundante.

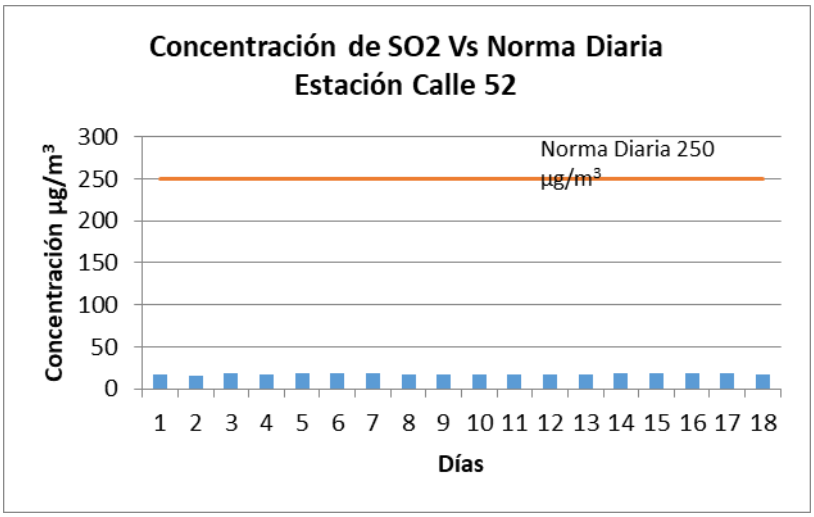


Figura 5.2.1-229 Concentraciones de SO_2 Estación Calle 52

Como se puede observar en la Figura 5.2.1-229 las concentraciones estimadas de SO_2 de la Estación Calle 52, no exceden el valor máximo establecido en 250 µg/m^3, por lo tanto no generaran riesgo de afectación a la salud de la población circundante.

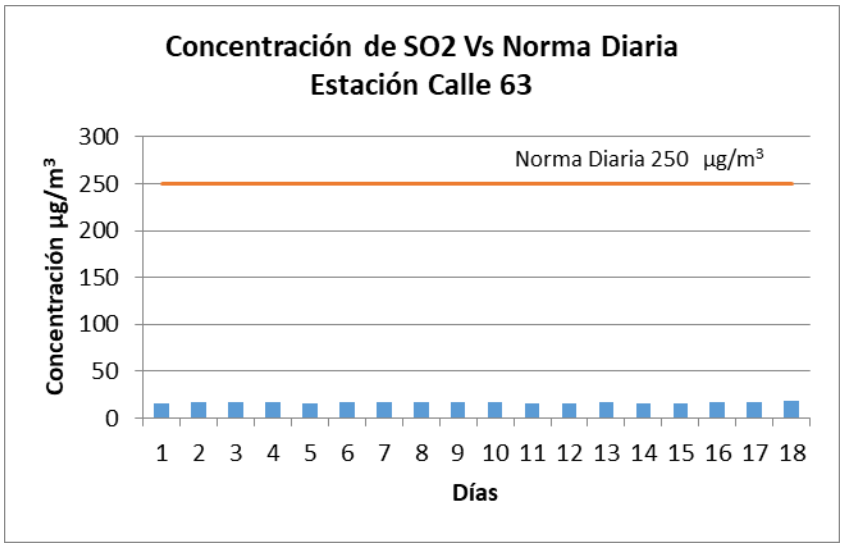


Figura 5.2.1-230 Concentraciones de SO_2 Estación Calle 63

Como se puede observar en la Figura 5.2.1-230 las concentraciones estimadas de SO_2 de la Estación Calle 63, no exceden el valor máximo establecido en 250 µg/m^3, por lo tanto no generaran riesgo de afectación a la salud de la población circundante.

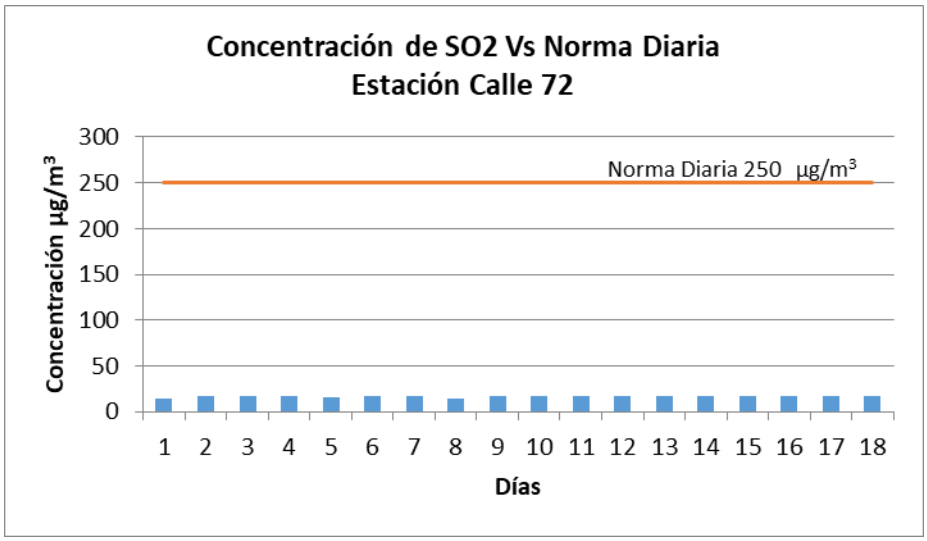


Figura 5.2.1-231 Concentraciones de SO_2 Estación Calle 72

Como se puede observar en la Figura 5.2.1-231 las concentraciones estimadas de SO_2 de la Estación Calle 72, no exceden el valor máximo establecido en 250 µg/m^3, por lo tanto no generaran riesgo de afectación a la salud de la población circundante.

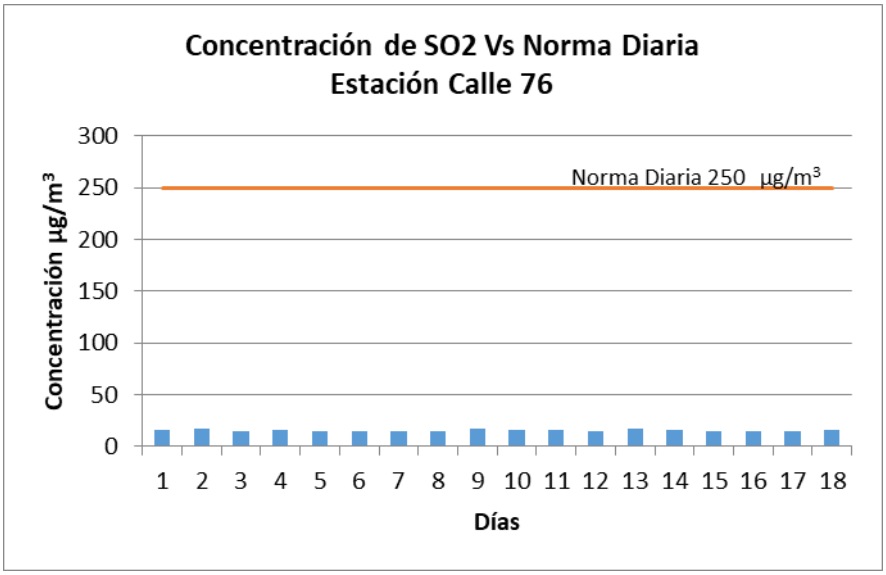


Figura 5.2.1-232 Concentraciones de SO_2 Estación Calle 76

Como se puede observar en la Figura 5.2.1-232 las concentraciones estimadas de SO_2 de la Estación Calle 76, no exceden el valor máximo establecido en 250 µg/m^3, por lo tanto no generaran riesgo de afectación a la salud de la población circundante.

5.2.1.20.5.5 CO

Las muestras en las dieciocho (18) estaciones evaluadas fueron recolectadas mediante un equipo automático (Analizador infrarrojo no dispersivo), el cual fue rotado por cada una de las estaciones

para obtener el mínimo número de días que fueran representativos para cada estación y cuentan con los criterios de aceptación de calidad establecidos por el Protocolo de Monitoreo y Seguimiento de la Calidad del Aire desarrollado por el MADS, el cual, establece un tiempo mínimo de monitoreo de 24 horas[9] en cada estación. En el Anexo 5.2.1.2 Calidad del Aire se presenta el consolidado de las concentraciones hora a hora y la media móvil[10] obtenidas en cada una de las estaciones.

En la Figura 5.2.1-233 se presenta gráficamente el comportamiento de las concentraciones promedio horarias de CO obtenidas en cada una de las dieciocho estaciones. Se evidencia que ninguno de los valores promedios máximos exceden la norma horaria de 40.000 µg/m3, establecida para CO en la Resolución 610 de 2010.

[9] Resolución 2154 del 2010 // Protocolo de monitoreo y seguimiento de la Calidad del Aire.
[10] Cálculo para la comparación con la norma Octahoraria.

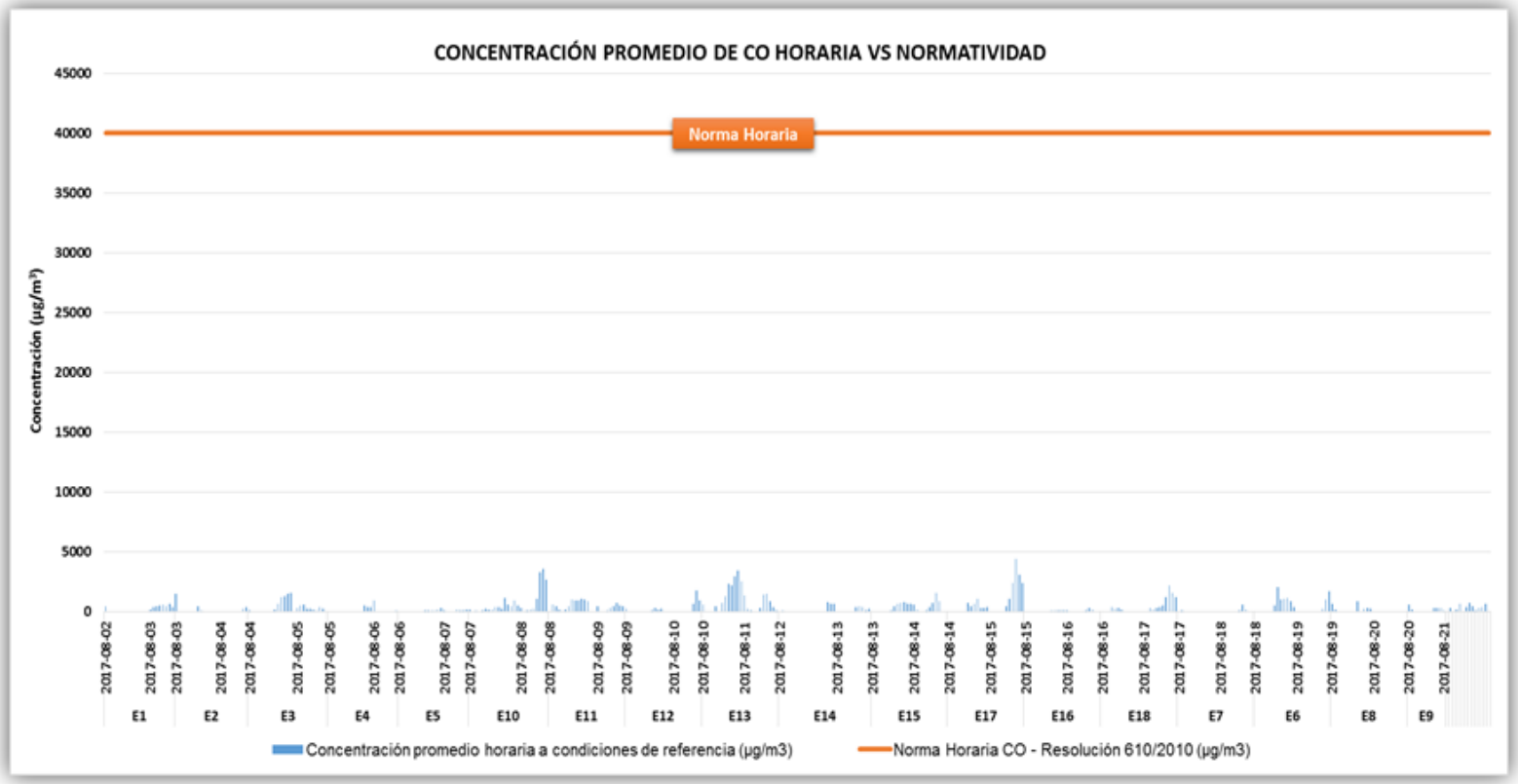


Figura 5.2.1-233 Concentraciones promedio horarias de CO vs. Norma

Fuente: K2 INGENIERÍA S.A.S.

Norma Octahoraria

Para realizar el promedio octahorario horario, se determina la media móvil para cada estación durante los días de medición. En la Figura 5.2.1-234 se presenta el comportamiento de la media móvil calculada para cada estación.

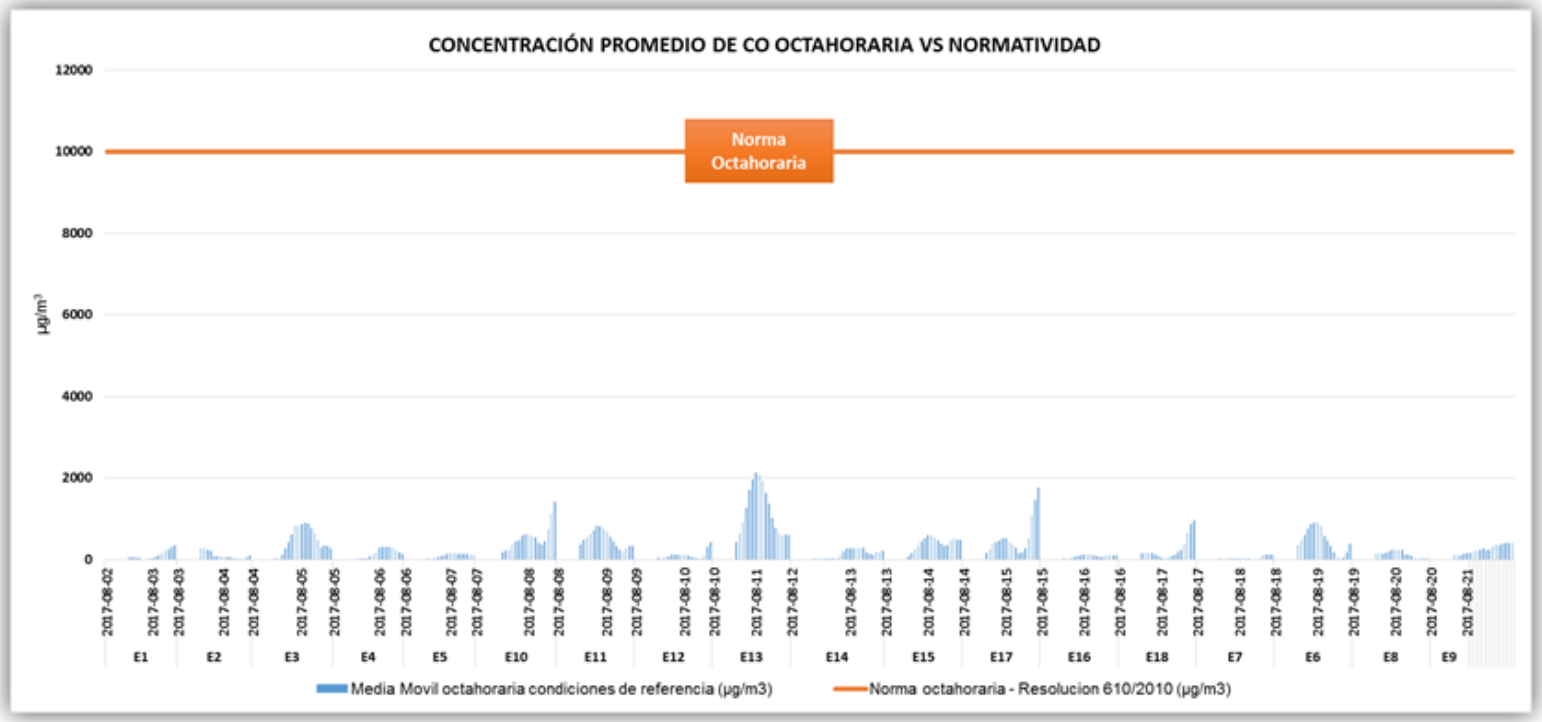


Figura 5.2.1-234 Media móvil octahoraria vs. Norma

Fuente: K2 INGENIERÍA S.A.S.

5.2.1.20.5.6 VOC'S expresados como BTX

La Tabla 5.2.1-165 consolida los resultados promedio para cada punto de medición. El tiempo de exposición correspondió a 18 días para cada determinación realizada en cada punto, los promedios han sido corregidos a condiciones de referencia de 25°C y 760 mmHg como lo establece la normatividad.

Tabla 5.2.1-165 Consolidado resultados BTX (µg/m3)

Punto	Nombre	Fecha Inicio	Fecha Final	Benceno	Tolueno	Etilbenzeno	p-xileno	m-xileno	o-xileno
1	Patio-Taller	31/07/2017	19/08/2017	1,30	6,55	1,29	1,24	2,63	1,12
2	Portal Américas	31/07/2017	19/08/2017	4,59	25,31	5,06	4,95	11,78	4,48
3	Villa Blanca	31/07/2017	19/08/2017	3,84	20,78	3,45	3,53	8,26	2,94
4	Kennedy	31/07/2017	19/08/2017	2,42	10,63	2,47	2,51	5,67	2,26
5	Palenque	31/07/2017	19/08/2017	1,82	9,68	2,05	2,14	4,48	1,64
6	Avenida Boyacá	31/07/2017	19/08/2017	3,74	14,40	3,20	2,97	7,17	2,91
7	Avenida 68	31/07/2017	19/08/2017	2,31	13,95	3,20	2,96	6,52	2,52
8	Rosario	31/07/2017	19/08/2017	2,19	13,73	2,45	2,55	5,75	2,06
9	NQS	31/07/2017	19/08/2017	3,04	26,72	8,78	9,67	22,91	6,20
10	Santander	01/08/2017	19/08/2017	1,97	17,17	2,48	2,38	5,18	2,06
11	Hospitales	01/08/2017	19/08/2017	5,55	26,90	5,35	4,96	11,59	5,38
12	Calle 10-11	01/08/2017	19/08/2017	1,68	24,58	2,27	2,32	5,51	2,00
13	Calle 26	01/08/2017	19/08/2017	1,92	14,03	2,30	2,32	5,04	1,98
14	Calle 45	01/08/2017	19/08/2017	2,19	7,22	1,83	1,56	3,38	1,72
15	Calle 52	01/08/2017	19/08/2017	1,82	8,22	1,75	1,69	3,29	1,39
16	Calle 63	01/08/2017	19/08/2017	1,76	14,39	2,49	2,32	5,17	2,02
17	Calle 72	01/08/2017	19/08/2017	1,89	13,15	3,42	3,35	7,75	2,67
18	Calle 76	01/08/2017	19/08/2017	2,12	13,39	2,33	2,06	4,79	2,07

Fuente: K2 INGENIERÍA S.A.S., 2017.

En la siguiente figura se presentan los resultados de los hidrocarburos totales expresados como BTX (Benceno, Tolueno, Etilbenceno, p-xileno, m-xileno y o-xileno). Las mayores concentraciones de los contaminantes no convencionales, se reportan en las estaciones NQS, Hospitales y Portal Américas.

La Resolución 610 de 2010, en sus lineamientos respecto al nivel máximo permisible de exposición para el Benceno establece una concentración de 5,0 µg/m³ anual y para el Tolueno de 260 µg/m³.en una semana. Los demás contaminantes analizados, no se encuentran regulados por la normatividad colombiana. En la Tabla 5.2.1-270 se presentan los valores de concentración promedio de Benceno y Tolueno obtenidos en las dieciocho estaciones durante el periodo de monitoreo (18 días) y una comparación indicativa con los estándares de la Resolución 610 de 2010, como lo establece el Protocolo Para el Monitoreo y Seguimiento de la Calidad del Aire en el Manual de Diseño en su sección 4.4.4.

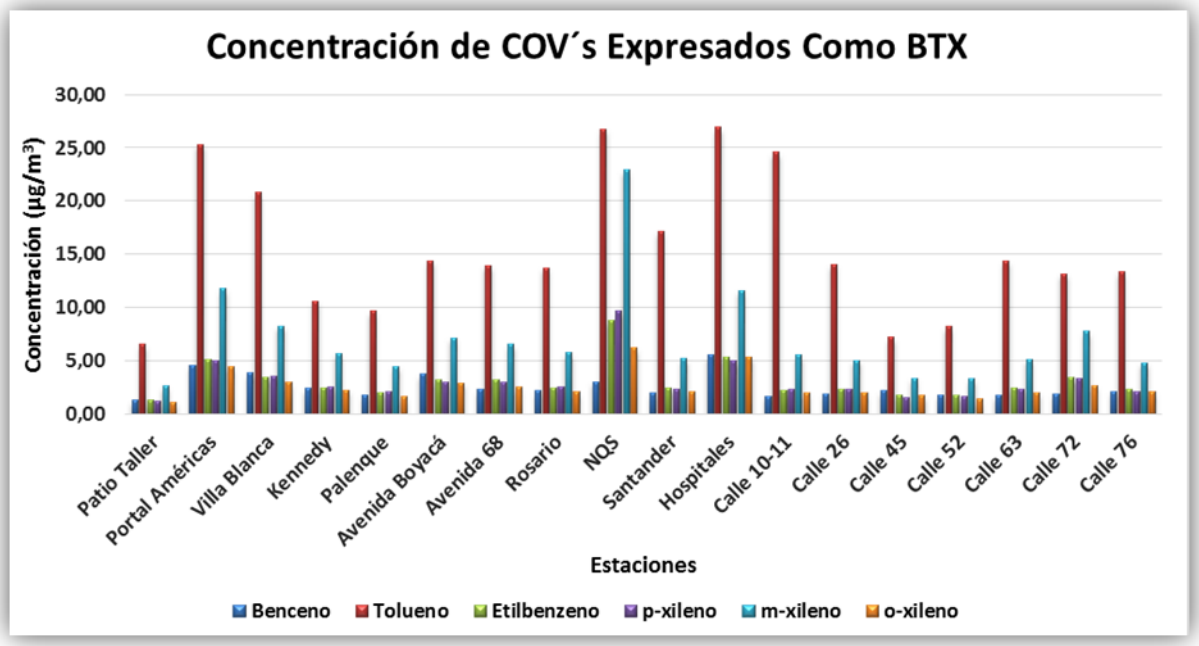


Figura 5.2.1-235 Resultados COV expresados como BTX
Fuente: K2 INGENIERÍA, 2017.

Figura 5.2.1-236 Comparación indicativa de Benceno y Tolueno con la normatividad

Estación	Benceno [µg/m^3]	Tolueno [µg/m^3]	Norma Anual Para Benceno [µg/m^3]	Norma semanal Para Tolueno [µg/m^3]
Patio-Taller	1,30	6,55	5,0	260
Portal Américas	4,59	25,31	5,0	260
Villa Blanca	3,84	20,78	5,0	260
Kennedy	2,42	10,63	5,0	260
Palenque	1,82	9,68	5,0	260
Avenida Boyacá	3,74	14,40	5,0	260
Avenida 68	2,31	13,95	5,0	260
Rosario	2,19	13,73	5,0	260
NQS	3,04	26,72	5,0	260
Santander	1,97	17,17	5,0	260
Hospitales	5,55	26,90	5,0	260
Calle 10-11	1,68	24,58	5,0	260
Calle 26	1,92	14,03	5,0	260
Calle 45	2,19	7,22	5,0	260
Calle 52	1,82	8,22	5,0	260
Calle 63	1,76	14,39	5,0	260
Calle 72	1,89	13,15	5,0	260
Calle 76	2,12	13,39	5,0	260

Fuente: INGENIERÍA K2 S.A.S. con información de Passam Ltd. (Estudio actual)

Al comparar indicativamente los valores de concentración reportados durante los días de monitoreo con el nivel máximo permisible de 260 µg/m3 para el Tolueno (semanal) establecido por la Resolución 610 de 2010 del MAVDT actual MADS, se evidencia que cumplen con la normatividad. Con respecto a las concentraciones de Benceno, en la estación Hospitales se reporta una concentración (5,5 µg/m3) que excede el máximo permisible, las demás concentraciones cumplen con la norma. Ver Figura 5.2.1-237 y Figura 5.2.1-238.

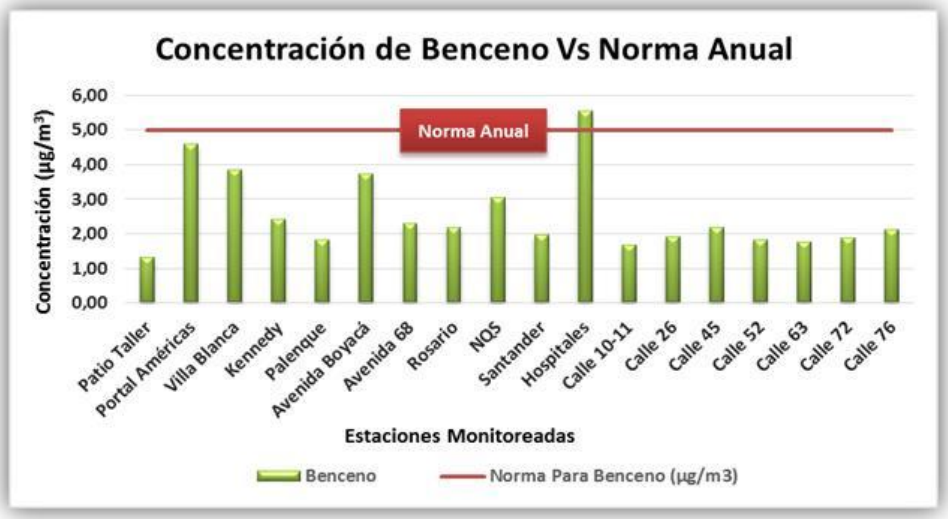


Figura 5.2.1-237 Concentración de Benceno Vs Norma anual
Fuente: K2 INGENIERÍA S.A.S., 2017.

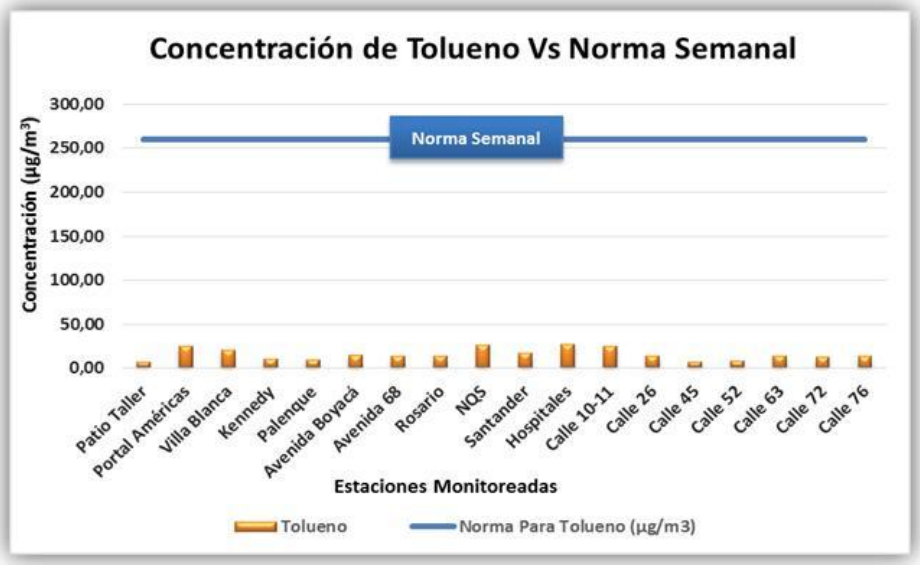


Figura 5.2.1-238 Concentración de Tolueno Vs Norma semanal
Fuente: K2 INGENIERÍA S.A.S., 2017

5.2.1.20.6 Índice de Calidad del Aire (ICA)

El Protocolo para el Monitoreo y Seguimiento de la Calidad del Aire de Colombia, año 2010, define al ICA como un índice que "permite comparar los niveles de contaminación de calidad del aire, de las estaciones que pertenecen a un Sistema de Vigilancia de Calidad del aire (SVCA). Es un indicador de la calidad del aire diaria. El ICA corresponde a una escala numérica a la cual se le asigna un color, el cual a su vez tiene una relación con los efectos a la salud. El Índice de calidad del aire ha sido adoptado a partir del documento *Technical Assistance Document for the Reporting*

of Daily Air Quality –the Air Quality Index (AQI) documento EPA-454/B-09-001 de febrero de 2009. El índice de calidad del aire está enfocado en cinco contaminantes principales: Ozono, material particulado, Dióxido de Azufre, Dióxido de Nitrógeno y Monóxido de Carbono".

Rangos del ICA

El ICA corresponde a un valor adimensional, que oscila entre 0 y 500. En la Tabla 5.2.1-166 y Tabla 5.2.1-167 se presentan los efectos a la salud que se deben tener en cuenta y los rangos de corte cualitativos, de acuerdo al valor del ICA.

Puntos de Corte del ICA

Teniendo en cuenta que el ICA tiene una correlación directa con los efectos en la salud, los puntos de corte del ICA son los límites correspondientes a efectos entre la salud y la calidad del aire. En este caso, se utiliza la información reportada por la EPA que presenta dichas relaciones. En la Tabla 5.2.1-166 se muestra los puntos de corte del ICA de acuerdo con los efectos sobre la salud reportados por estudios de la EPA (2005).

Tabla 5.2.1-166 Convenciones Índice de Calidad del Aire

ICA	Clasificación	Efectos a la Salud de Acuerdo con el Rango del ICA
0-50	Buena	Ninguno
51-100	Moderada	Posibles síntomas respiratorios en individuos sensibles. Posible agravamiento de enfermedad del corazón o de pulmón en personas con enfermedades cardiopulmonares y adultos juniores.
101-150	Dañina a la salud para grupos sensibles	Aumento de riesgo de síntomas respiratorios en individuos sensibles, agravamiento de enfermedad del corazón o de pulmón y mortalidad prematura en personas con enfermedades cardiopulmonares y adultos juniores.
151-200	Dañina a la salud	Incremento de los síntomas respiratorios y recrudecimiento de las enfermedades pulmonares tales como asma; posibles efectos respiratorios en la población en general.
201-300	Muy dañina a la salud	Aumento significativo en síntomas respiratorios y aumento de la gravedad de enfermedades pulmonares como asma; incremento de la probabilidad de ocurrencia de efectos respiratorios para la población en general.
301-500	Peligrosa	Riesgo serio de síntomas respiratorios y recrudecimiento de enfermedades pulmonares como asma; probables efectos respiratorios en la población en general.

Fuente: Modificado de Manual de operación del Protocolo para el Monitoreo y Seguimiento de la Calidad del Aire, 2010. Págs. 135-136, Tabla 34

En la Tabla 5.2.1-167 se muestran los puntos de corte a partir de los cuales se determina el Índice de Calidad del Aire (ICA) en las estaciones.

Tabla 5.2.1-167 Puntos de corte del ICA

ICA	Color	Clasificación	O_3 8h ppm	O_3 1h ppm (1)	PM_{10} 24h $\mu g/m^3$	$PM2.5$ 24h $\mu g/m^3$	CO 8h ppm	SO_2 24h ppm	NO_2 1h ppm
0-50	Verde	Buena	0.001 0.059	-	0 54	0.0 15.4	0.0 4.4	0.000 0.034	(2)
51-100	Amarilla	Moderada	0.060 0.075	-	55 154	15.5 40.4	4.5 9.4	0.035 0.144	(2)
101-500	Naranja	Dañina a la salud para grupos sensibles	0.076 0.095	0.125 0.164	155 254	40.5 65.4	9.5 12.4	0.145 0.224	(2)
151-200	151-200 Dañina a la salud	Dañina a la salud	0.096 0.115	0.165 0.204	255 354	65.5 150.4	12.5 15.4	0.225 0.304	(2)
201 - 300	Púrpura	Muy dañina a la salud	0.116 0.374 (0.155 0.404) (4)	0.205 0.404	355 424	150.5 250.4	15.5 30.4	0.305 0.604	0.65 1.24
301-500	Marrón	Peligrosa	(3)	0.405 0.604	425 604	250.5 500.4	30.5 50.4	0.605 1.004	1.25 2.04

(1) Para O_3 se calculará el índice usando promedios de 8 horas y de 1 hora.
(2) Para NO_2 se tendrán en cuenta valores únicamente por encima de 200 teniendo en cuenta que han sido tomado de valores y parámetros EPA.
(3) Valores de concentraciones de 8 horas de ozono no definen valores más altos de ICA (w301). Los valores de ICA de 301 o mayores serán calculados con concentraciones de 1 hora de ozono.
(4) Los números entre paréntesis se asocian valores de 1 hora que se utilizarán en esta categoría sólo si se superponen.

Fuente: Manual de operación del Protocolo para el Monitoreo y Seguimiento de la Calidad del Aire, 2010. Pág. 133, Tabla 33, MAVDT.

5.2.1.20.7 Determinación del Índice de Calidad del Aire (ICA)

En todas las estaciones de calidad del aire se realizaron mediciones de PM10. En la Figura 5.2.1-239 se consolida el total de Índices de Calidad del Aire calculados para el periodo de monitoreo de calidad del aire.

De acuerdo a las condiciones de calidad del aire de la zona, obtenidas durante el periodo de muestreo, se observa que el 72% (233 de 324 registros) de los valores estimados corresponden a la banda de color verde que significa “Calidad del Aire Buena” y el 28% (91 de 324 registros) de los valores se halla en la banda de color amarillo que corresponde a “Calidad del Aire Moderada”. Esta representación indica que el riesgo actual en la salud de las poblaciones del área de estudio por efecto de la calidad del aire es bajo a nulo (ver Figura 5.2.1-239). Cabe resaltar, que el análisis y los efectos sobre la salud son los establecidos por el Protocolo de SVCAs, y no son el objeto propio de este estudio.

La estación Portal Américas es la que reporta la mayor cantidad de valores (17 de 18 registros) en la categoría “Calidad del Aire Moderada”. De otra parte, la estación Santander ubica la totalidad de sus valores (18 registros) en la categoría “Calidad del Aire Buena”.

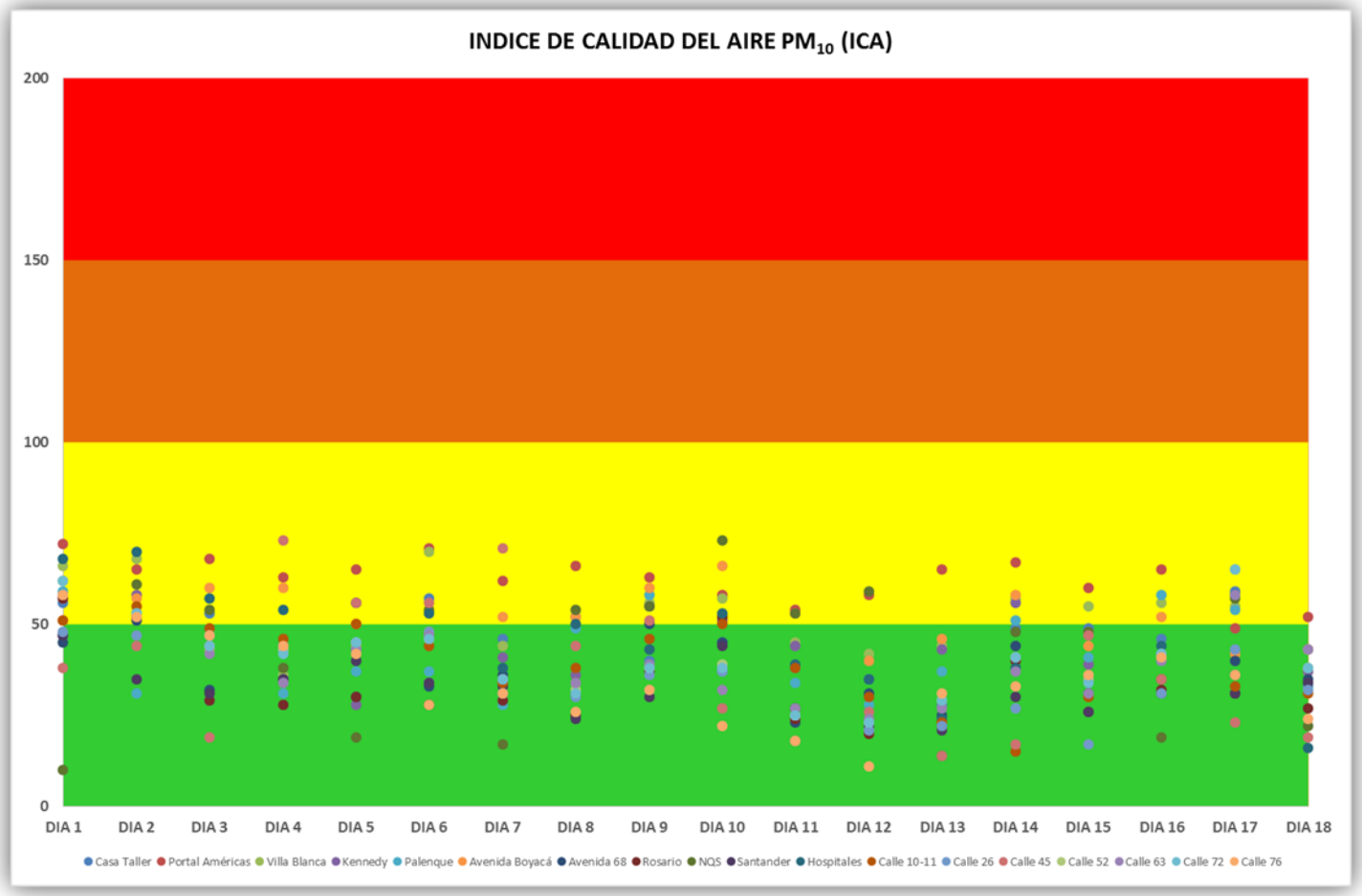


Figura 5.2.1-239 Ilustración 40. Índice de Calidad de Aire

Fuente: K2 INGENIERÍA S.A.S.

5.2.1.20.8 Conclusiones

- ✓ De acuerdo a la síntesis de los resultados presentados en este capítulo donde se exponen las concentraciones obtenidas y el cumplimiento respecto a la normatividad pertinente, se observa que las concentraciones determinadas para los contaminantes regulados por la legislación vigente en el área de influencia del proyecto presentan niveles de material particulado PM10, por debajo de los límites permisibles exigidos. Por lo antes expuesto los puntos evaluados cumplen con los límites permisibles según la Resolución 610 del 24 de marzo de 2010 del MAVDT.

- ✓ Los niveles más elevados de concentración de PM_{10} registrados entre las dieciocho estaciones se presentaron los días: cuatro (4) en la estación Calle 45 (99,80 µg/m3), diez (10) en la estación NQS (99,65 µg/m3), y uno (1) en la estación Portal Américas (97,16 µg/m3).

- ✓ Al comparar los valores promedio del consolidado de datos obtenidos con la norma anual de 50 µg/m3, se detectó que cinco (5) de las dieciocho (18) estaciones superaron el límite permisible anual; no obstante, es preciso destacar que estas concentraciones se comparan solo de forma indicativa, para establecer una tendencia de la calidad del aire durante el periodo del año considerado y determinar el porcentaje de reducción o aumento con respecto a la norma.

- ✓ 98,8% de los valores de concentración de material particulado – $PM_{2.5}$ no presentan excedencias respecto a la norma diaria de calidad del aire establecida en la Resolución 610 de 2010 (50 µg/m3) del MAVTD hoy MADS. Sólo cuatro (4) valores (1,2%) exceden la norma y se hallan registrados en las estaciones Portal Américas (75,78 µg/m3 en el día 1), NQS (57,65 µg/m3 en el día 10) y Hospitales (57,80 µg/m3 y 58,99 µg/m3 en los días 1 y 2 respectivamente).

- ✓ Al comparar la concentración definida para $PM_{2.5}$ por la norma anual (25 µg/m3) con los valores promedio del consolidado de datos obtenidos, se evidenció que seis (6) de las dieciocho (18) estaciones de monitoreo superaron el límite permisible anual. Estas estaciones son: Patio-Taller (31,00 µg/m3), Portal Américas (38,06 µg/m3), Kennedy (28,63 µg/m3), Avenida Boyacá (29,02 µg/m3), NQS (28,11 µg/m3) y Hospitales (34,38 µg/m3). Sin embargo, estas concentraciones se comparan solo de forma indicativa, para establecer una tendencia de la calidad del aire durante el periodo del año considerado y determinar el porcentaje de reducción o aumento con respecto a la norma.

- ✓ Los valores de concentración de NO_2 y SO_2 obtenidos en las dieciocho estaciones de monitoreo no presentaron excedencia respecto a la norma diaria (150 µg/m3 para NO2 y 250 µg/m3 para SO_2) y por tanto cumplen con los lineamientos establecidos en la Resolución 610 de 2010 del MAVDT actual MADS.

- ✓ Los valores correspondientes a las concentraciones promedio horarias de CO obtenidas en cada una de las dieciocho estaciones no exceden la norma horaria de 40.000 µg/m3, establecida para CO en la Resolución 610 de 2010.

- ✓ De acuerdo a las condiciones de calidad del aire de la zona, obtenidas durante el periodo de muestreo, se observó que el 72% (233 de 324 registros) de los valores estimados correspondieron a la banda de color verde que significa “Calidad del Aire Buena” y el 28% (91 de 324 registros) de los valores se halló en la banda de color amarillo que corresponde a “Calidad del Aire Moderada”. Esta representación indica que el riesgo actual en la salud de las poblaciones del área de estudio por efecto de la calidad del aire es bajo a nulo.

- ✓ La estación Portal Américas reportó la mayor cantidad de valores (17 de 18 registros) en la categoría “Calidad del Aire Moderada”. De otra parte, la estación Santander ubicó la totalidad de sus valores (18 registros) en la categoría “Calidad del Aire Buena”.
- ✓ En presente estudio se determinó que el ICA calculado para el parámetro PM_{10}, en el área del proyecto arroja una clasificación entre “Calidad del Aire Buena” y “Calidad del Aire Moderada”. El cual al ser comparado con el ICA del año 2016, presentado en el documento “INFORME ANUAL DE CALIDAD DEL AIRE EN BOGOTÁ[11]” elaborado por la Red de Monitoreo de Calidad de Aire de Bogotá, presenta concordancia al reafirmar dicha clasificación.

5.2.1.20.9 Modelo de Calidad del Aire

5.2.1.20.9.1 Elección del software para el modelo de dispersión

Con el fin de simular la dispersión de PM_{10}, $PM_{2,5}$, CO, NO_X, SO_X y COV y determinar cuál es la concentración en puntos específicos sobre el trazado de la PLMB en relación a las diferentes fases del proyecto. A continuación se desarrolla una análisis comparativo en el cual se describen las características, aplicaciones, ventajas y desventadas de los dos software especializados para la simulación, avalados por la EPA (United States Environmental Protection Agency) y El Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, ver Tabla 5.2.1-168.

Tabla 5.2.1-168 Comparación entre modelos de dispersión

Software	Desarrollador	Descripción	Ventajas	Limitaciones
CALPUFF	Sigma Research Corporation, ahora parte de earth Tech, Inc.	Modelo Gaussiano de pluma como Puff[12] en estado no estacionario Modelo regulatorio preferido de la EPA de EE. UU. Para aplicaciones de visibilidad de largo alcance. También se usa para escenarios complejos de campos de viento	Capacidad para trabajar con información meteorológica tridimensional Modelación a gran escala, rangos entre 200 y 300 Km desde la fuente. Modelamiento en condiciones meteorológicas no estacionarias. Algoritmo de viento en calma para velocidades de viento cercanas a cero.	Riesgo de subestimar las concentraciones al no considerar varios Puff para representar adecuadamente el efecto de las plumas de dispersión. Única opción de Terreno Elevado, (procesado por TERREL) Los Tipos de fuente están limitados a sus versiones: Punto, área, volumen, línea, bengala (solo V7), carretera (solo V7) Su utilización requiere al menos 20 GB de espacio disponible en el disco duro y 2 GB de RAM
AERMOD: incluye:	AERMIC - (American Meteorological Society (AMS) and United	Modelo Gaussiano de pluma en estado estacionario	Es adecuado para escenarios complejos de dispersión urbana y de terreno. Opciones de Terreno Plano o	Recomendado para aplicaciones menores a 50 km de distancia de la fuente, en donde se ha visto un mejor desempeño

[11] RED DE MONITOREO DE CALIDAD DEL AIRE EN BOGOTÁ. RMCAB. INFORME ANUAL DE CALIDAD DEL AIRE EN BOGOTÁ. 2016. Pág. 97
[12] PUFF: Soplos o bocanadas de contaminante, paquetes discretos de contaminantes.

Software	Desarrollador	Descripción	Ventajas	Limitaciones
- AERMOD View - ISCST3 (BREEZE) - Industrial Source Complex Short Term model (US EPA) - ISC-PRIME model)	States Environmental Protection Agency (US EPA)	Modelo regulatorio preferido de la EPA de EE. UU. Para aplicaciones de campo cercano (< 50 Km de la fuente)	elevado (procesado por AERMAP) Visualización en tercera dimensión tanto de la información de entrada como de los resultados. Modela la dispersión de múltiples parámetros en forma simultánea. Tipos de fuente: Punto, área, volumen, cielo abierto, línea *, llamarada * El cargador de AERMOD View le permite reiniciar un proyecto sin tener que alimentar toda la información de nuevo Acepta información del terreno en formatos DEM, SRTM, NTF, DTM, CDED, GTOPO30 y XYZ. Elabora Gráficas de Rosa de Vientos y de Frecuencias. Acepta la información de entrada mediante gráficas, texto o archivos previamente elaborados. Incluye los modelos ISCST3 e ISCPRIME, correspondientes a la “anterior generación Su utilización requiere de al menos 2 GB de espacio disponible en el disco duro y 1 GB de RAM (se recomiendan 2 GB) La Agencia de Protección Ambiental de EU (EPA) presenta el modelo ISCST3 como parte de los paquetes computacionales recomendados para la dispersión de contaminantes, para estudios exploratorios de gabinete para simular las emisiones ocasionadas por complejos industriales.	del modelo, (EPA, 1995).

Software	Desarrollador	Descripción	Ventajas	Limitaciones
			Estima los efectos de abatimiento de la pluma de contaminantes (building downwash) causado por construcciones u obstáculos (Micro-meteorología). Considera la remoción húmeda y seca de la concentración de los contaminantes. Capacidad para considerar las condiciones del terreno reales	

Fuente: Lakes Environmental, 2018.[13]

De acuerdo con la información presentada en la Tabla 5.2.1-168, el modelo que más se ajusta a las necesidades y características del proyecto de Estructuración de la PLMB es el AERMOD, dado que se considera un software integral, el cual simula la dispersión de los contaminantes en el aire y su deposición en campos cercanos menores a 50Km de la fuente; realiza sus cálculos tomando en cuenta las características del terreno y la presencia de obstáculos (edificios) cercanos a la fuente de emisión que afecten la dispersión de la pluma; usa datos del clima de la capa superior atmosférica, aacepta información del terreno en siete diferentes formatos, visualiza en tercera dimensión la información de entrada y los resultados, tiene facilidades para modelar varios parámetros en forma simultánea en periodos establecidos, así mismo incorpora las técnicas más avanzadas de parametrización de la capa límite planetaria, dispersión convectiva, formulación de la elevación de la pluma e interacciones complejas del terreno con la pluma. Adicionalmente, es el modelo regulatorio actualmente recomendado por la EPA de Estados Unidos y la autoridad ambiental nacional.

A partir de lo anterior, por medio del laboratorio K-2 INGENIERIA, acreditado ante el IDEAM, se decide desarrollar el modelo de dispersión de PM_{10}, $PM_{2,5}$, CO, NOx, SOx y COV mediante la aplicación del software de tipo gaussiano AERMOD con el fin de estimar el aporte atribuible al proyecto durante la fase de construcción y operación del proyecto, respecto a la condición actual sin proyecto (línea base).

5.2.1.20.9.2 Descripción del modelo

En 1991, la Sociedad Meteorológica Americana (AMS) y la Agencia de Protección del Medio Ambiente de los Estados Unidos (US-EPA) iniciaron un trabajo en conjunto cuyo principal objetivo era actualizar los modelos de dispersión de la EPA, de acuerdo con el nivel del estado del arte en el tema. A través del AERMIC (AMS/EPA Regulatory Model Improvement Committee) se incorporó al sistema de modelos el AERMOD, que maneja la dispersión de contaminantes en el aire basado en la estructura de turbulencia de la capa límite planetario y en conceptos de escala.

El modelo AERMOD es un modelo Gaussiano de pluma en estado estacionario que simula la dispersión de los contaminantes en el aire y su depositación. Realiza sus cálculos tomando en cuenta las características del terreno y la presencia de edificios cercanos a la fuente de emisión que pudieran afectar la dispersión de la pluma; usa datos del clima de la capa superior atmosférica, incorpora conceptos avanzados de modelación y algoritmos de dispersión basados en conceptos

[13] Consultado de: https://www.weblakes.com/products/aermod/specs.html

de escalamiento y de estructura de la turbulencia de la capa límite planetaria, incluyendo el tratamiento de fuentes elevadas y de superficie, y de terreno simple y complejo, es aplicable a áreas rurales y urbanas y a múltiples tipos de fuentes (puntuales, de área, de volumen, lineales).

Este modelo tiene dos preprocesadores de datos de entrada: AERMET, un preprocesador de información meteorológica que analiza la dispersión en el aire usando conceptos de escalamiento y de estructura de la turbulencia de la capa límite planetaria, genera dos archivos que posteriormente alimentan el AERMOD: un archivo de parámetros en la capa límite superficial y otro de perfiles verticales; y AERMAP, un preprocesador de datos de topografía que analiza terrenos complejos (no planos) usando información digital de elevaciones, genera un archivo que permite en AERMOD importar las elevaciones de las fuentes y receptores, ver Figura 5.2.1-240.

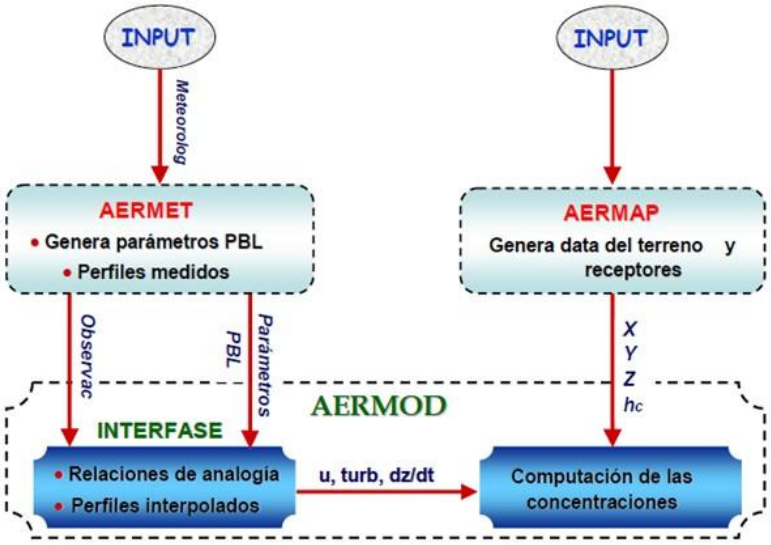


Figura 5.2.1-240. Esquema del sistema de modelación AERMOD

Fuente: Universidad Nacional Autónoma de México (Cabrera, 2008).

Así mismo, como se describió anteriormente, incorpora las técnicas más avanzadas de parametrización de la capa límite planetario, dispersión convectiva, formulación de la elevación de la pluma e interacciones complejas del terreno con la pluma, incluyendo algoritmos para:

- Dispersión tanto en las capas límite estable como convectiva
- Flotabilidad y elevación de la pluma
- Penetración de la pluma en inversiones elevadas
- Tratamiento de receptores en todo tipo de terrenos
- Cálculo de perfiles verticales de viento, temperatura y turbulencia
- Tratamiento de receptores en todo tipo de terreno

Por lo cual, a partir de octubre de 2005 la EPA establece el AERMOD como modelo de uso recomendado para la dispersión de contaminantes, reemplazando el ISC hasta el momento usado.

Adicionalmente, el modelo permite la entrada de los siguientes datos para la simulación de la dispersión de los contaminantes en el aire:

- **Opciones de fuente**: se identifican los tipos de fuente, se define su localización, las emisiones promedio a partir de los factores de emisión y otras características.

- **Opción de receptores**: se definen las principales áreas de interés para determinar cómo se van a ver afectadas por la emisión de los contaminantes en estudio y los receptores discretos.
- **Opción de terreno**: introduce la información topográfica del dominio de la modelación.
- **Opciones meteorológicas**: se introduce el archivo meteorológico que contiene toda la información relacionada con la velocidad y dirección de los vientos, altura de capa de mezcla, temperatura y estabilidad atmosférica, entre otros.
- **Opciones de control**: se definen las características principales del modelo y se determina el tipo de contaminante a modelar y los parámetros predefinidos que van a ser usados.
- **Opciones de salida**: se definen los parámetros de salida de datos para las diferentes concentraciones del contaminante en estudio.

Por lo anterior, el software de modelación utilizado para el estudio, es el AERMOD de la compañía canadiense Lakes Environmental.

5.2.1.20.9.3 Definición de los escenarios de modelación

Atendiendo los requerimientos presentados en los Términos de Referencia del Proyecto, la definición de los escenarios de modelación para cada una de las fases del proyecto (Construcción y operación), se desarrolló a partir de la identificación de los procesos o actividades del proyecto susceptibles a generar emisiones atmosféricas. Para esto se consideró el tiempo de duración de cada una de las fases del proyecto expresado en los años establecido por la Empresa Metro de Bogotá, el cual se presenta de forma resumida en la Figura 5.2.1-241.

Figura 5.2.1-241 Duración fases del proyecto
Fuente: Empresa Metro de Bogotá, 2017.

A partir de lo anterior, con el objeto de identificar el comportamiento de los contaminantes en la zona del proyecto, se definieron los siguientes escenarios de modelación:

Escenario 1 - Línea Base: Simula la dispersión de gases y partículas para un tiempo normal actual (Sin proyecto) en el área de estudio, considerando únicamente las emisiones del tráfico rodado aforado en el año 2017.

Escenario 2: Construcción (crítico): Simula la dispersión de gases y partículas emitidas durante la ejecución de las actividades constructivas propias del proyecto (jornadas diurnas y nocturnas), considerando todos los frentes de trabajo de forma simultánea (Patio-Taller, Estaciones y Viaducto)

independientemente del momento de ejecución de la actividad, modelando bajo la condición más crítica.

Escenario 3: Operación del proyecto: Teniendo en cuenta que el sistema de funcionamiento del metro no genera ningún tipo de emisión atmosférica, este escenario simula la dispersión de gases y partículas sobre el corredor del proyecto considerando únicamente el tráfico rodado proyectado en la zona de estudio, la proyección se desarrolló a partir de la tasa promedio de crecimiento de la ciudad de Bogotá.

Por lo anterior, para todos los escenarios se realizó la modelación bajo las condiciones más críticas posibles en cada una de las etapas del proyecto, considerando la ejecución de las actividades de forma simultánea a lo largo del trazado.

Con el fin de estimar el aporte de material particulado (PM_{10} y $PM_{2,5}$) del proyecto a continuación se describen los escenarios modelados para obtener dicho resultado:

- **Escenario 3.1: Operación del proyecto con la reducción del 70% del trafico sobre la caracas:**
  No incluye concetración de fondo, se modela con el tráfico proyectado para el año 2042, asumiendo la reducción del 70% del tráfico sobre la Caracas por futura eliminación del carril mixto.
- **Escenario 3.2: Operación del proyecto con el 100% del trafico sobre la caracas:**
  No incluye concetración de fondo, se modela con el tráfico del año 2042, asumiendo el 100% del trafico sobre la Caracas.

5.2.1.20.9.4 Procesos que generan emisiones en el proyecto

A continuación se describen los principales procesos o actividades del proyecto que generan emisiones atmosféricas incluidas en el modelo de dispersión.

Tabla 5.2.1-169 Inventario de emisiones - Proyecto

Fase del proyecto	Fuente		
	Nombre	Proceso o actividad que generan las emisiones atmosféricas	Maquinaria asociada
Actividades previas: Condición actual de la zona de estudio (Sin proyecto)	Vías e intersecciones viales sobre las cuales se sitúa el trazado de la PLMB descritas en el numeral 5.2.1.19	Flujo vehicular en las vías existentes (pavimentadas y no pavimentadas)	Autos Buses Camiones Motos
Construcción	Patio-Taller	Remoción de suelos Cargue de material Descargue de camiones de material (Nivelación, granular) Combustión interna equipos fuera de vías	Retroexcavadora Minicargador Vibrocompactador Retroexcavadora sobre orugas Moto niveladora Cargador Bulldozer Volquetas
	Columnas	Remoción de suelos Cargue de material Descargue de materiales (relleno, material granular y concretos) Perforación Combustión interna equipos fuera de	Retroexcavadora Retroexcavadora sobre orugas Motoniveladora Bulldozer

Fase del proyecto	Fuente		
	Nombre	Proceso o actividad que generan las emisiones atmosféricas	Maquinaria asociada
		vías	Volquetas Martillo Neumático
	Construcción Vías	Remoción de suelos Cargue de material Actividades de construcción de vías Combustión interna equipos fuera de vías Transporte de material	Retroexcavadora Retroexcavadora sobre orugas Grúa de brazo telescópico Benitin 120 Terminador de asfalto Viga lanzadora Motoniveladora Bulldozer Volquetas
	Estaciones	Remoción de suelos Cargue de material Descargue de materiales (suelos, concreto) Tubo de escape equipos en vías	Retroexcavadora Retroexcavadora sobre orugas Moto niveladora Cargador Bulldozer Volquetas
Operación	Vías e intersecciones viales sobre las cuales se sitúa el trazado de la PLMB descritas en el numeral 5.2.1.19	Flujo vehicular proyectado sobre las vías existentes (pavimentadas y no pavimentadas)	Autos Buses Camiones Moto

En el numeral 5.2.1.19 se describen las principales fuentes de emisión identificadas en el área del proyecto a partir de información secundaria obtenida de la SDA en el año 2017.

Entre la maquinaria asociada no se incluye el uso de piloteadora, dado que los pilotes del proyecto se consideran de tipo pre-excavado.

Adicionalmente, en el Anexo 5.2.1.3 Modelo de dispersión se incluye el informe y los anexos correspondientes al modelo de dispersión elaborado por K2 INGENIERÍA.

5.2.1.20.9.5 Parámetros evaluados

Dados los efectos nocivos del material particulado sobre la salud humana, los parámetros evaluados mediante el modelo de dispersión corresponden a los regulados por la Resolución 610 de 2010 de MAVDT actualmente Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible (MADS):

- Material Particulado con diámetro aerodinámico inferior a 10 µm (PM_{10})
- Material Particulado con diámetro aerodinámico inferior a 2.5 µm ($PM_{2.5}$)
- Óxidos de Nitrógeno (NO_2)
- Óxidos de Azufre (SO_2)
- Monóxido de Carbono (CO)
- Compuestos Orgánicos Volátiles (VOC)

5.2.1.20.9.6 Dominio de Modelación

El dominio de modelación corresponde al área donde se encuentran las fuentes de emisión identificadas a partir de las actividades que se desarrollaran en el proyecto y los receptores

discretos. Con el fin de tener mayor detalle en el área del proyecto, a partir del polígono del AI del proyecto, descrita en el capítulo de áreas de influencia, se definieron dos grupos de grillas, para la modelación de partículas por tramos y la modelación de gases en el tramo completo del proyecto, A continuación se describe cada una de estas:

Grilla para la modelación de partículas:

Con el fin de tener mayor detalle en el área del proyecto, en cuanto a las emisiones de PM_{10} y $PM_{2,5}$, a partir del polígono del AI del proyecto, descrita en el capítulo de áreas de influencia, se definió un grupo de 18 grillas de 63 m por 67 m (NCART1 – NCART18) que genera 441 receptores. En la Tabla 5.2.1-170 se presentan las coordenadas de cada grilla.

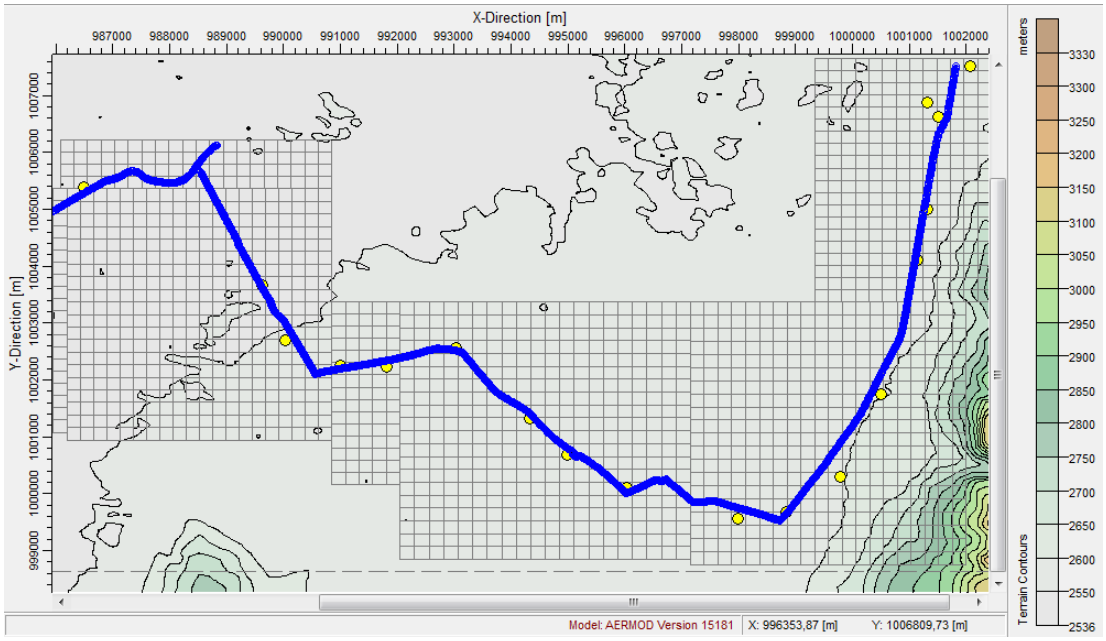


Figura 5.2.1-242 Grillas utilizadas

Grilla para la modelación de gases:

La grilla se define en dos grupos, el primero para el escenario uno (Línea Base) y escenario tres (Operación), el segundo, para el escenario dos (Construcción). La Tabla 5.2.1-170 presenta las características de cada una de estas y la Figura 5.2.1-243

Tabla 5.2.1-170 Grilla utilizadas para el estudio de gases

Grilla		Área	Magna Sirgas Colombia Bogotá	
			este	norte
Escenario 1 y 3	G1	1209 km2	975603,8	988244,5
	G2	176,8 km2	986074	998529,4
Escenario 2	G3	891 km2	978559,2	991286,1

Fuente: K2 INGENIERIA S.A.S.

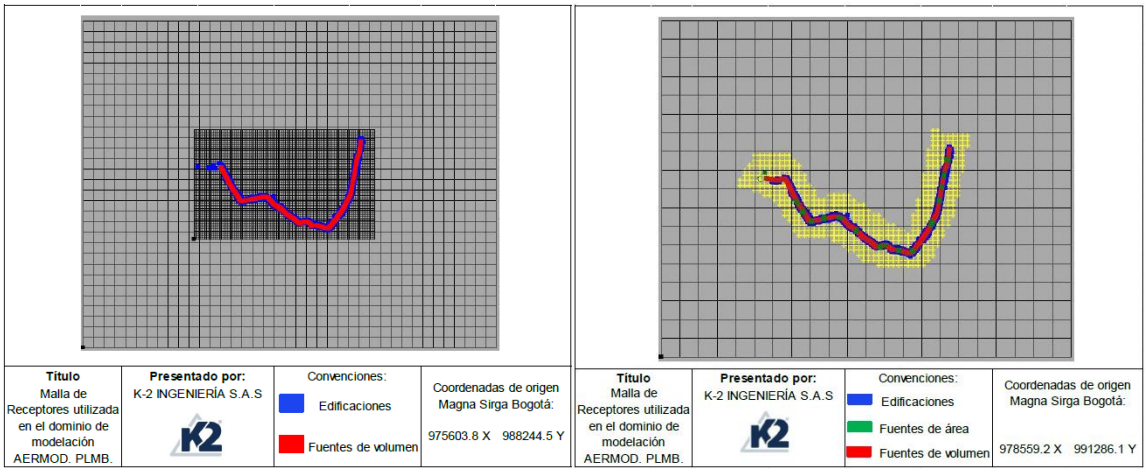


Figura 5.2.1-243 Dominios de modelación – (Esc. 1 y 3) y (Esc 2)
Fuente: K2 INGENIERIA S.A.S.

5.2.1.20.9.7 Incertidumbre del Modelo

Los factores que afectan en mayor grado la precisión de los modelos son, el modelo matemático en sí y la calidad de los datos de entrada.

En los modelos de dispersión, se juega con dos tipos de variables: variables conocidas, que pueden ser medidas, como son: velocidad y dirección del viento, temperatura, altura de mezcla, factores de emisión, características de receptores y fuentes, etc., además existen otras, las cuales no se pueden medir, como son algunos detalles no resueltos del flujo atmosférico en Condiciones convectivas. Cuando se corre el modelo, que es una idealización de la realidad, estas variables desconocidas le hacen perder precisión en las concentraciones de contaminantes finales. Estos errores han sido llamados *incertidumbre inherente* (K-2 Ingenieria S.A.S, 2017).

Para la simulación de la dispersión de contaminantes se utilizó información extraída del modelo regional WRF el cual fue procesada posteriormente en el software AERMET, obteniendo una proyección aproximada de las condiciones meteorológicas de la zona de estudio.

Varios autores coinciden en que los errores típicamente para un modelo que da resultados horarios se encuentran alrededor de -67% a +200%. Otras fuentes atribuyen errores de ±50% para un receptor en un punto específico. (Hanna, 1998; Hanna, 2000; Seibert, 2000; Yegnan et al., 2002; Shankar, 2005).

Los parámetros bajo los cuales se mide la exactitud de un modelo son los errores en las bases de datos y lo concerniente a la física y formulación del modelo. Varios estudios realizados en otros países realizados con el objetivo de medir la exactitud de los modelos han confirmado lo siguiente:

Los modelos son más fiables para medir concentraciones promedio a largo plazo que para estimar concentraciones a corto plazo en un punto específico. Los modelos son bastante fiables estimando picos de concentraciones en un área determinada (los errores para este caso típicamente están entre ±10% a 40%).

Entre más se ajuste el modelo matemático a la física y química de la atmósfera, el modelo presentará mayor precisión. Lo mismo sucede con los datos de entrada, entre mayor sea la calidad de los datos, las concentraciones de salida serán mejores y más aproximadas a la realidad. De acuerdo a las anteriores observaciones, el presente modelo debe ser leído en sus capacidades reales teniendo en cuenta su información de la siguiente forma:

El modelo es fiable estimando los puntos de mayor concentración. Los resultados dan un orden de magnitud probable y solo en esas dimensiones puede ser interpretado.

Además de las limitaciones comunes a los modelos de dispersión atmosférica (error inherente) el presente modelo presenta las siguientes limitaciones que deben ser corregidas en estudios posteriores.

La altura de mezcla se obtuvo de manera numérica a partir de datos de meteorología de superficie solamente. La altura de mezcla tiene generalmente un efecto notorio en las concentraciones máximas.

El modelo debe ser considerado como una aproximación semicuantitativa, teniendo en cuenta que en la zona del proyecto no se disponen estudios que suministren información precisa sobre las principales fuentes de emisión existentes, externas al proyecto.

Las predicciones halladas por parte de un modelo de dispersión son útiles para identificar fuentes principales, las áreas más sensibles, las fuentes que deben ser objeto de los principales controles, no obstante, no deben tomarse como conclusiones definitivas desde el punto de vista cuantitativo (K-2 Ingenieria S.A.S, 2017).

A continuación se presenta el proceso de calibración que el laboratorio K-2 INGENIERIA S.A.S. utilizó para el desarrollo del modelo de dispersión de los contaminantes criterios (PST, PM_{10}, NO_2, SO_2 y CO). Ver Figura 5.2.1-244.

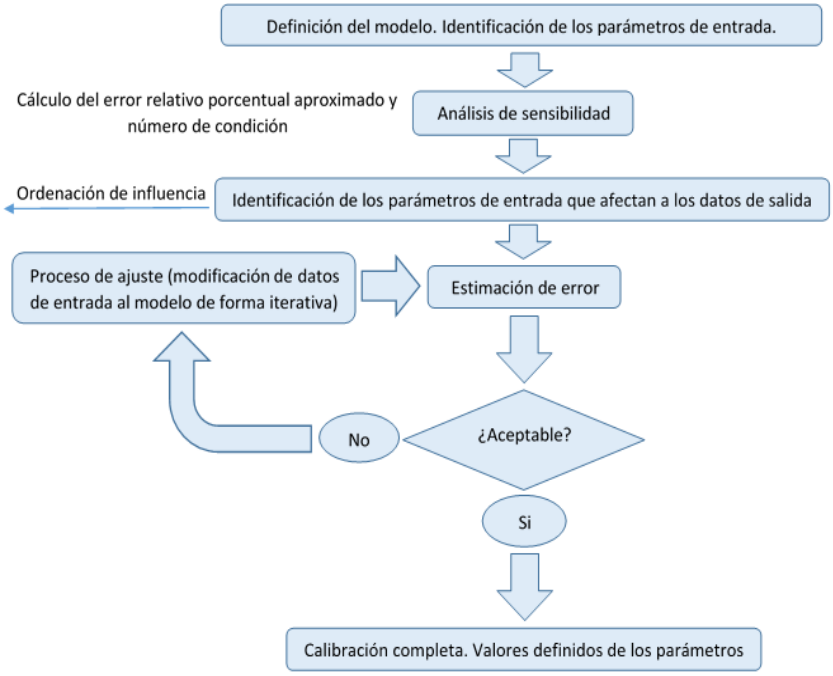


Figura 5.2.1-244 Procedimiento de calibración del modelo.

Fuente: K2 INGENIERÍA S.A.S, 2017.

A partir de lo anterior, después de varias iteraciones se determinó un factor de calibración para las fuentes simuladas de 1.0 para los contaminantes modelados, gases (NO_2, SO_2 y CO) y material particulado (PST y PM_{10}), por lo cual, no fue necesario realizar ajustes. (K-2 Ingeniería S.A.S, 2017).

5.2.1.20.9.8 Receptores discretos

Teniendo en cuenta que los receptores discretos son los puntos de interés dentro del dominio de modelación que permiten la validación del modelo de dispersión, se incluyen como receptores discretos las estaciones de monitoreo de calidad del aire operadas en 2017 por el laboratorio K2 INGENIERA S.A.S.

El monitoreo se realizó entre el 01 y 20 de Agosto de 2017, como parte de las actividades de caracterización de la calidad del aire en la zona de estudio. Los resultados de laboratorio y análisis de resultados se presentan en el numeral 5.2.1.20.5.

La Tabla 5.2.1-171 y Figura 5.2.1-245 presenta la ubicación de los receptores discretos.

Tabla 5.2.1-171 Georeferenciación de receptores discretos

ID	Ubicación	Magna Sirgas Bogotá	
		Este	Norte
CA1	Patio-Taller	986485,77	1005388,28
CA2	Portal Américas	989623,15	1003658,43
CA3	Villa Blanca	990032,96	1002700
CA4	Kennedy	991009,97	1002242,2
CA5	Palenque	991817,52	1002223,68
CA6	Av Boyacá	993028,87	1002564,52
CA7	Avenida 68	994335,65	1001323,45
CA8	Rosario	994979,81	1000684,49
CA9	NQS	996030,84	1000094,66
CA10	Santander	997991,19	999566,25
CA11	Hospitales	998845	999682,96
CA12	Calle 10-11	999784,5	1000303,44
CA13	Calle 26	1000515,62	1001747,14
CA14	Calle 45	1001128,95	1004127,72
CA15	Calle 52	1001310,79	100502466
CA16	Calle 63	1001307,69	1006035,26
CA17	Calle 72	1001504,93	1006646,53
CA18	Calle 76	1002062,76	1007525,05

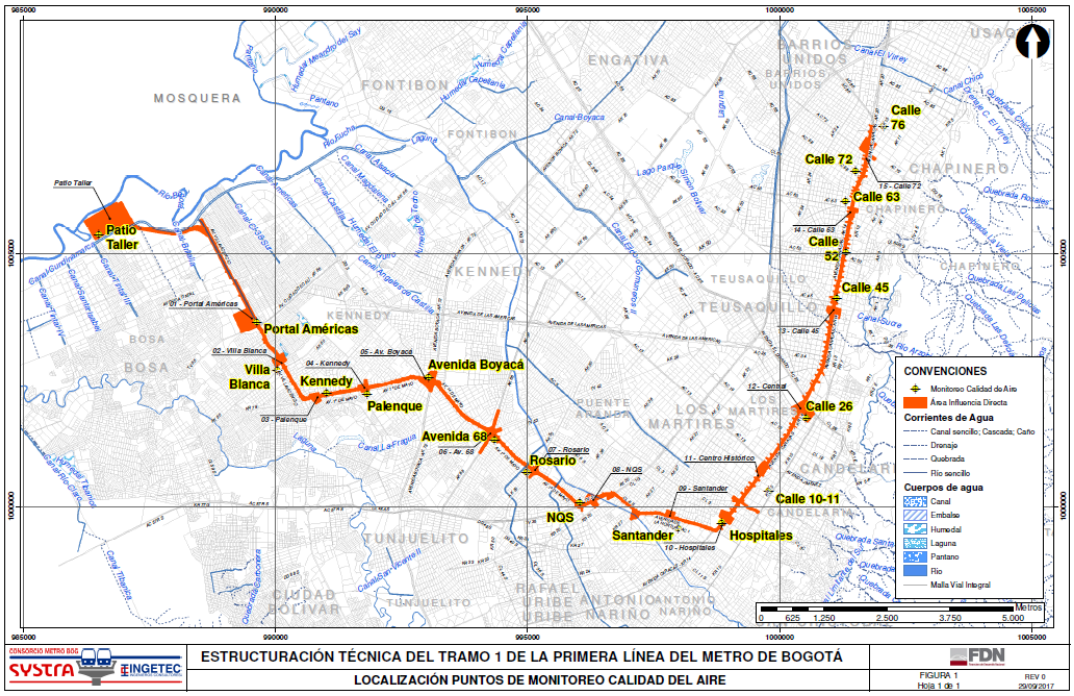


Figura 5.2.1-245 Localización receptores discretos

En el numeral 5.2.1.19 se describen las principales fuentes de emisión identificadas en el área del proyecto a partir de información secundaria obtenida de la SDA en el año 2017.

Adicionalmente, como se mencionó en el numeral 5.2.1.19.1 en el área se identificaron dos sectores de mayor sensibilidad (Sector A. Tranquilidad y Silencio), correspondientes a la zona adyacente a la estación Hospitales y Keneddy, por la presencia de centros de atención a la salud especializada.

5.2.1.20.9.9 Topografía

El pre procesador AERMAP fue alimentado con un modelo digital del terreno SRTM (NASA Shuttle Radar Topographic Mission) la cual fue descargada a través de la web de la Nasa con el uso del software AERMOD.

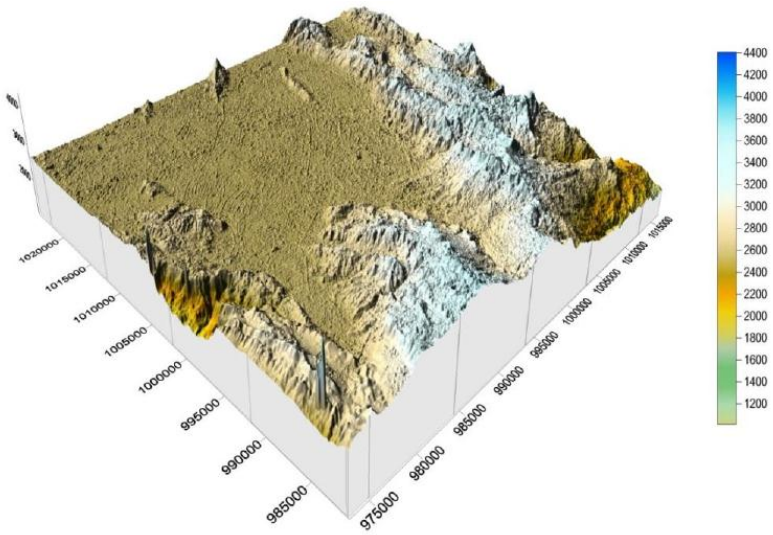


Figura 5.2.1-246 Topografía de la zona
Fuente: K2 INGENIERIA S.A.S.

En el Anexo 5.2.1.3, se presenta el archivo de entrada de terreno utilizado para la modelación.

5.2.1.20.9.10 Meteorología

Para el análisis de dispersión de emisiones se utilizó el modelo de simulación de última generación WRF (Weather Research and Forecasting), por no encontrarse una estación meteorológica de altura en cercanía de las fuentes de emisión evaluadas en este estudio, que presente los parámetros y datos necesarios para modelación con AERMOD. La resolución temporal de los parámetros evaluados está dada por las condiciones topográficas y uso del suelo de la zona. Toda la información empleada en este capítulo corresponde a datos meteorológicos entre el 1 de enero y el 31 de diciembre de 2016.

La meteorología WRF corresponde a un modelamiento de datos de un año completo, mientras la meteorología de los monitoreos comprende datos puntuales de superficie con intervalos de tiempo más cortos. Se debe tener presente que la información meteorológica que se muestra en esta sección difiere de los resultados de los monitoreos realizados en campo. AERMOD requiere datos de 8760 horas (un año completo como mínimo) de variables meteorológicas que no son posibles medir con equipos localizados en superficies, como por ejemplo, la altura de mezcla de la troposfera.

Los datos fueron procesados en las tres etapas de AERMET v 15181, el cual fue publicado el 30 de junio de 2015 en la página oficial de la US-EPA. Los archivos entregados son “BOGOTA.SFC” y “BOGOTA.PFL”, generados a partir de los archivos “K2_BogotaCund.sam” y “K2_BogotaCund.ua”, según la siguiente parametrización en AERMET.

Tabla 5.2.1-172 Parametrización AERMET

ETAPA 1: Extracción	
Upper Air: Intervalo de tiempo (yy/mm/dd): Ubicación de la estación (Grados decimales): Ajuste de tiempo a hora local (ajuste positivo en coord. Oeste):	 16/01/01 a 16/12/31 74.119W 4.6N 5
Surface: Intervalo de tiempo (yy/mm/dd): Ubicación de la estación (Grados decimales): Ajuste de tiempo a hora local (ajuste positivo en coord. Oeste):	 16/01/01 a 16/12/31 74.119W 4.6N 0
ETAPA 2: Compilación	
Merge: Intervalo de tiempo (yy/mm/dd):	 16/01/01 a 16/12/31
ETAPA 3: Preparación de Datos para AERMOD	
Sectores: Numero de sectores: Periodo de sectores:	 1 Mensual

Fuente: K2 INGENIERIA S.A.S.

La información meteorológica sectorial utilizada contempla la clasificación del uso de suelo a 3 km a la redonda del punto de origen (ubicación de la estación):

Sector 1 (Rojo): Segmento comprendido entre 0º a 360º, uso de suelos predominantemente residencial de alta intensidad.

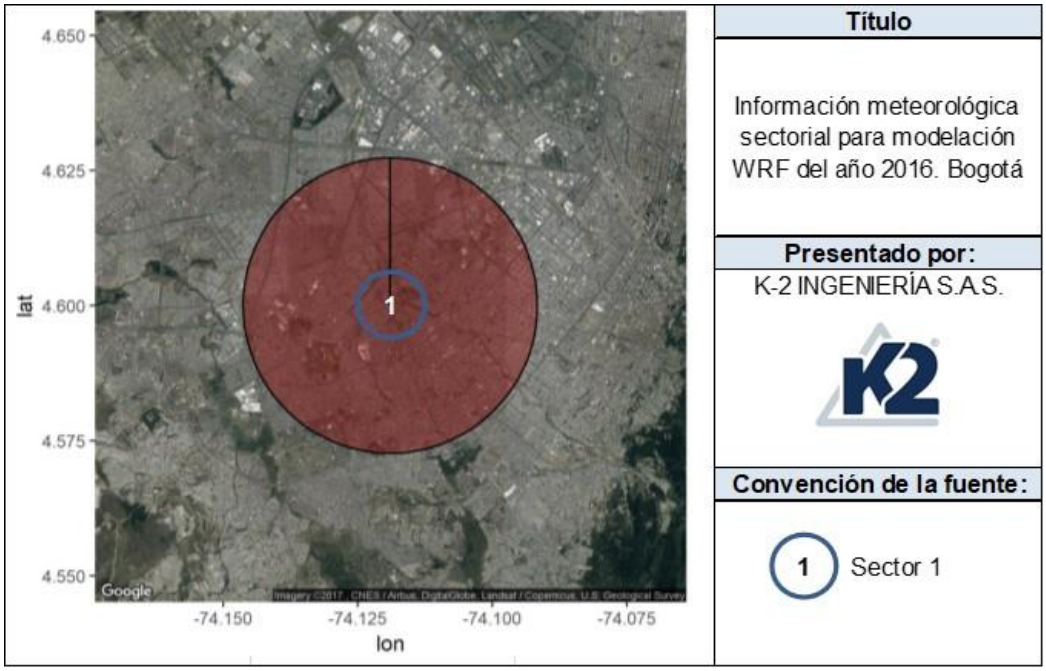


Figura 5.2.1-247. Información meteorológica sectorial WRF
Fuente: K2 INGENIERIA S.A.S.

Para la caracterización del Albedo, Bowen y Rugosidad, se realizó el Climograma de Gaussen (ver Figura 5.2.1-248) para determinar si el mes corresponde a un mes seco o a un mes húmedo.

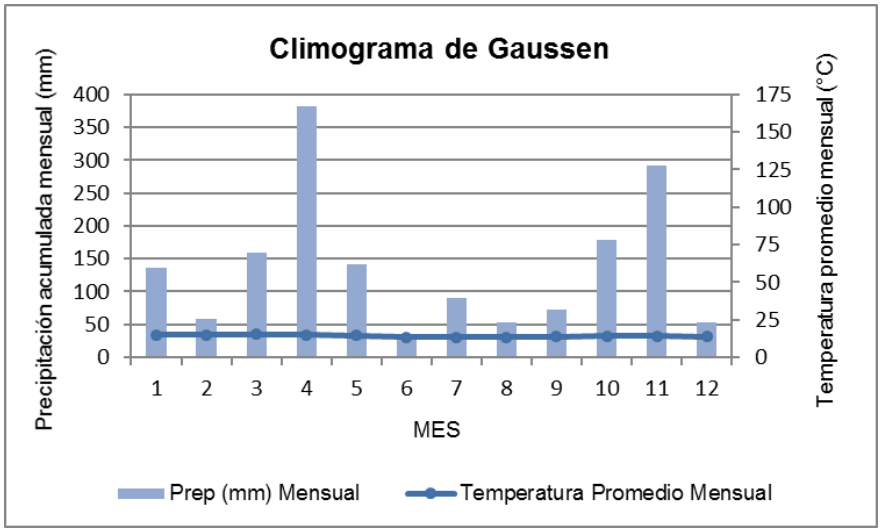


Figura 5.2.1-248. Climograma de Gaussen
Fuente: K2 INGENIERÍA S.A.S.

El climograma relaciona la precipitación mensual y la temperatura promedio mensual, donde si la precipitación es menor a dos veces la temperatura, se considera un mes seco. Según dicho climograma, todos los meses se consideraron húmedos, por lo cual se parametrizó AERMET únicamente con condiciones de temporada húmeda.

Los valores de albedo, Bowen y Rugosidad fueron tomados del manual de AERSURFACE, de la US-EPA[14].

Tabla 5.2.1-173 Valores de Albedo, Bowen y Rugosidad

Mes	Sector 1		
	Albedo	Bowen	Rugosidad
1	0,18	1,5	1
2	0,18	1,5	1
3	0,18	1,5	1
4	0,18	1,5	1
5	0,18	1,5	1
6	0,18	1,5	1
7	0,18	1,5	1
8	0,18	1,5	1
9	0,18	1,5	1
10	0,18	1,5	1
11	0,18	1,5	1
12	0,18	1,5	1

Fuente: K2 INGENIERÍA S.A.S.

[14] Manual disponible en: http://www.epa.gov/scram001/7thconf/aermod/aersurface_userguide.pdf

Temperatura

La Figura 5.2.1-249 muestra el comportamiento de la temperatura promedio mensual. A nivel general, se observa que la temperatura media del periodo evaluado es de 14.18 °C con una variación mensual de ± 1.2 °C. La temperatura máxima promedio mensual estimada se presentó durante el mes de marzo de 2016, alcanzando los 15.31 °C; y el registro promedio mínimo mensual fue determinado para el mes de julio con un valor de 13.21 °C.

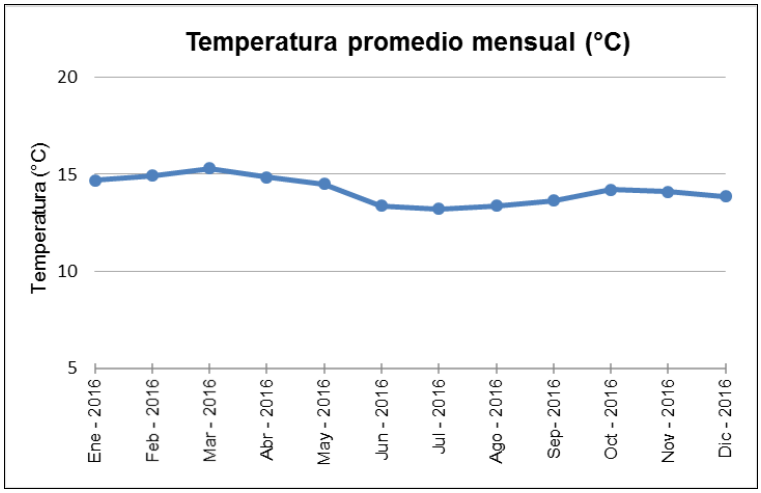


Figura 5.2.1-249. Temperatura promedio mensual

Fuente: K2 INGENIERÍA S.A.S.

El perfil de temperatura horario (Figura 5.2.1-250) presenta sus mayores promedios entre las 12 y 15 horas, durante este mismo periodo se esperan valores de radiación solar más elevados

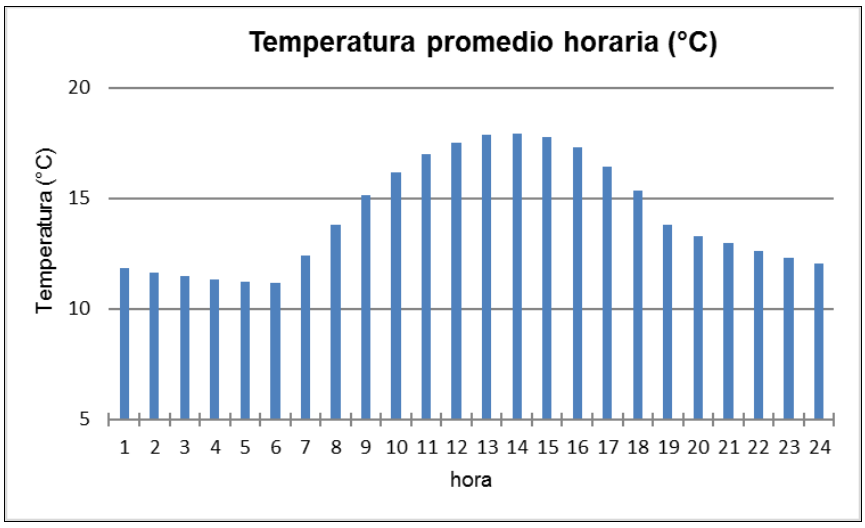


Figura 5.2.1-250. Perfil horario de temperaturas

Fuente: K2 INGENIERÍA S.A.S.

La variación del perfil horario de la temperatura se observa en la Figura 5.2.1-251. Las celdas con tonos más fuertes correspondieron a las horas con temperaturas más altas, las cuales oscilaron

desde los 10,35 °C hasta 19,34 °C. La dispersión de contaminantes se genera con mayor facilidad cuando se presentan temperaturas altas asociadas a máximas alturas de mezcla

	Hora del día																					
Mes del año	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
Ene - 2016																								
Feb - 2016																								
Mar - 2016																								
Abr - 2016																								
May - 2016																								
Jun - 2016																								
Jul - 2016																								
Ago - 2016																								
Sep- 2016																								
Oct - 2016																								
Nov - 2016																								
Dic - 2016																								

Figura 5.2.1-251. Representación cualitativa de variación de temperatura – perfil horario

Fuente: K2 INGENIERÍA S.A.S.

Precipitación

En la Figura 5.2.1-252 se presenta el análisis climatológico mensual para el año 2016 de la variable precipitación, cómo se mencionó anteriormente no se presentan meses secos a lo largo del año. Durante los meses de abril y noviembre se registran las mayores precipitaciones, en abril se aprecia una precipitación acumulada cercana a los 381,95 mm/mes. En los meses con mayores precipitaciones se espera mayor remoción húmeda de material particulado del ambiente.

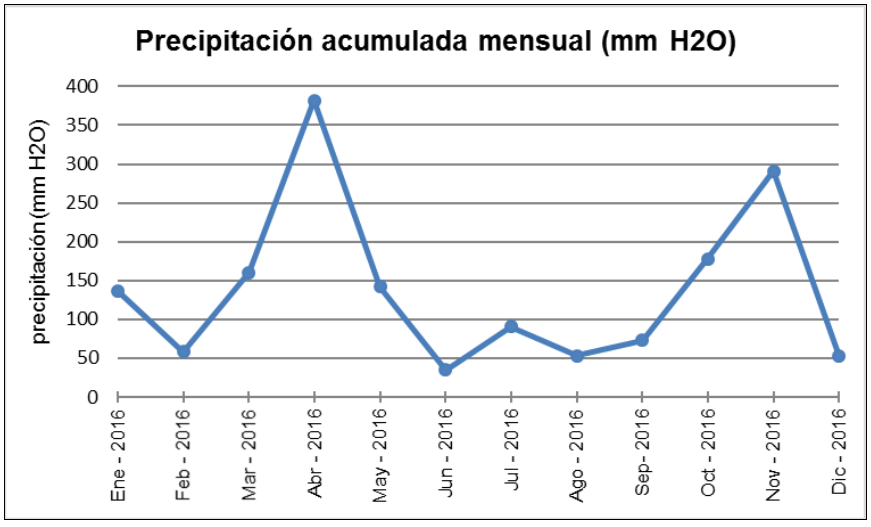


Figura 5.2.1-252. Precipitación acumulada mensual
Fuente: K2 INGENIERÍA S.A.S.

La Figura 5.2.1-253 contiene las precipitaciones acumuladas horarias para el año 2016. Se indica la tendencia de las lluvias en cada hora del día, siendo la hora 19 en la que se presentaron las

mayores precipitaciones, donde se puede observar una tendencia respecto a la ocurrencia de presentarse las mayores precipitaciones en horas de la noche.

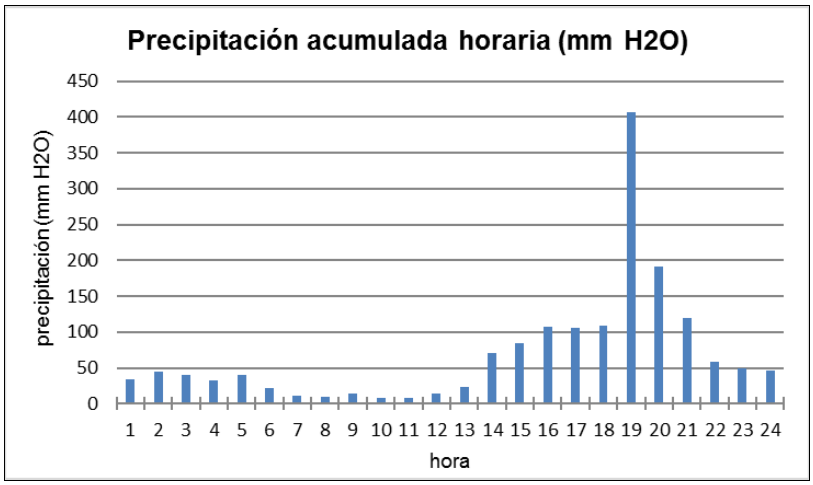


Figura 5.2.1-253. Perfil horario de precipitaciones

Fuente: K2 INGENIERÍA S.A.S.

En la Figura 5.2.1-254 se puede detallar la tendencia de ocurrencia de precipitación por mes y hora. La máxima precipitación fue de 406,9 mm de H2O. Las celdas con tonos oscuros indican las horas con mayor precipitación las cuales se presentaron en las horas de la noche.

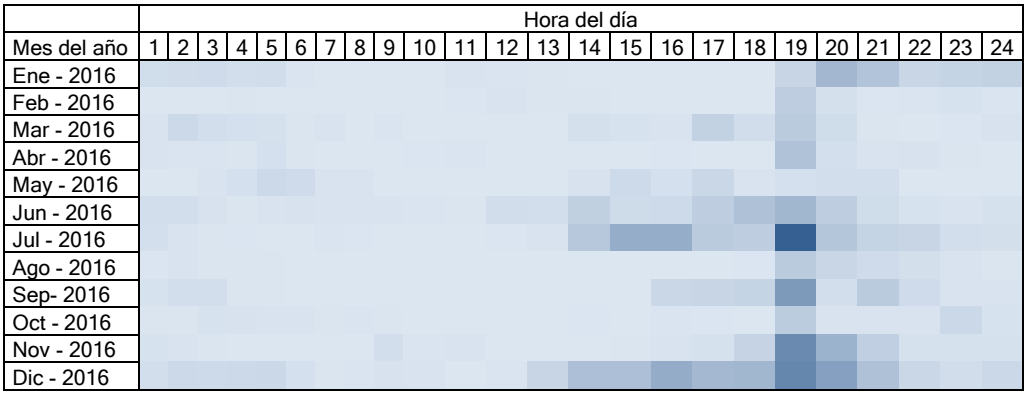


Figura 5.2.1-254. Representación de la tendencia de ocurrencia de precipitaciones- perfil horario
Fuente: K2 INGENIERÍA S.A.

En la Tabla 5.2.1-174 se presenta una escala para dimensionar los niveles de precipitación mensuales registrados.

Tabla 5.2.1-174. Escala de Precipitación

Denominación	Precipitación Mensual (mm)
Escasa	0 – 20
Ligera	21 - 40
Moderada	41 - 80
Fuerte	81 - 200

Denominación	Precipitación Mensual (mm)
Muy Fuerte	201 - 280
Intensa	>281

Fuente: Secretaria Distrital de Ambiente, Dirección de Control Ambiental, Red de monitoreo de Calidad del aire de Bogotá D.C. Informe anual consolidado sobre niveles de concentración de contaminantes, 2008.

Dirección y velocidad del viento

En la Figura 5.2.1-255 se presenta la rosa de vientos para el periodo de estudio. El programa procesador, no tiene en cuenta velocidades con valores de cero (0) reportados por la modelación meteorológicas WRF, ya que para velocidades cero, no se obtiene dirección.

Se aprecia un componente mayoritario proveniente de la dirección sureste (SE), con un porcentaje de registros de 51.4%. El registro horario de velocidad máximo para el año 2016 fue de 4,53 m/s.

En el periodo evaluado el promedio anual de velocidad del viento es de 3,45 m/s con una variación de ± 1,5 m/s. Existe una marcada predominancia de los vientos catalogados como Brisa suave con el 32,1% de los registros, seguido por aire ligero - 27.7%. Los periodos de calma representan el 1,3% de los registros.

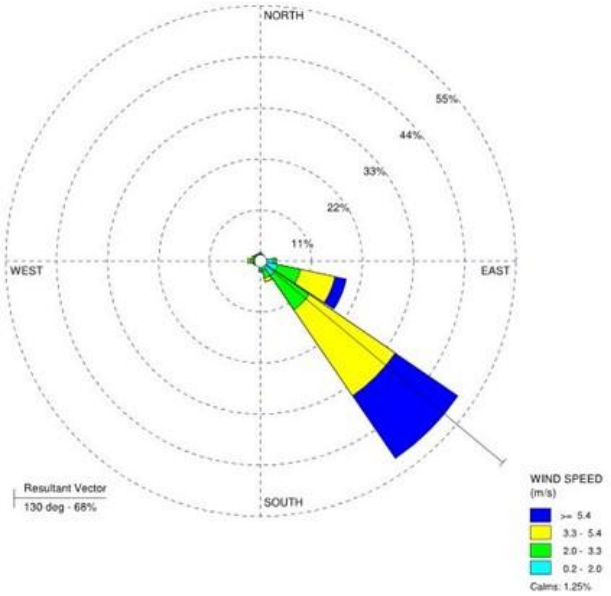


Figura 5.2.1-255. Rosa de Vientos Bogotá 2017
Fuente: K2 INGENIERÍA S.A.S.

Tabla 5.2.1-175. Distribución de la frecuencia de vientos

Dirección Viento	Aire Ligero	Brisa Ligera	Brisa Suave	Brisa Moderada	Brisa Fresca	Brisa Fuerte	Viento Fuerte	Temporal	Temporal Fuerte	Total Dirección
	0.2 - 2	2 - 3.3	3.3 - 5.4	5.4 - 7.9	7.9 - 10.8	10.8 - 13.8	13.8 - 16.9	16.9 - 20.5	20.5 - 24.4	
N	1.6%	0.2%	0.0%	0.0%	0%	0%	0%	0%	0%	1.8%
NNE	1.3%	0.1%	0.0%	0.0%	0%	0%	0%	0%	0%	1.5%
NE	1.0%	0.1%	0.0%	0.0%	0%	0%	0%	0%	0%	1.1%
ENE	1.2%	0.1%	0.0%	0.0%	0%	0%	0%	0%	0%	1.3%
E	2.7%	0.6%	0.1%	0.0%	0%	0%	0%	0%	0%	3.5%
ESE	3.7%	5.1%	7.5%	2.5%	0%	0%	0%	0%	0%	18.9%
SE	3.7%	9.0%	22.4%	16.4%	0%	0%	0%	0%	0%	51.4%
SSE	2.1%	1.7%	0.8%	0.1%	0%	0%	0%	0%	0%	4.6%
S	1.9%	0.3%	0.0%	0.0%	0%	0%	0%	0%	0%	2.3%
SSW	0.9%	0.1%	0.1%	0.0%	0%	0%	0%	0%	0%	1.1%
SW	0.9%	0.2%	0.1%	0.0%	0%	0%	0%	0%	0%	1.2%
WSW	1.1%	0.4%	0.1%	0.0%	0%	0%	0%	0%	0%	1.6%
W	1.5%	0.8%	0.5%	0.0%	0%	0%	0%	0%	0%	2.8%
WNW	1.3%	0.5%	0.4%	0.0%	0%	0%	0%	0%	0%	2.2%
NW	1.2%	0.4%	0.1%	0.0%	0%	0%	0%	0%	0%	1.8%
NNW	1.4%	0.3%	0.0%	0.0%	0%	0%	0%	0%	0%	1.7%
Total Frec.	27.7%	20.0%	32.1%	19.0%	0%	0%	0%	0%	0%	98.7%
									Calmas	1.3%
									Perdidos	0%
									Total	**100%**

Fuente: K2 INGENIERÍA S.A.S., 2017

La

Tabla 5.2.1-176 detalla la escala de Beaufort que clasifica y dimensiona los valores de velocidad de viento obtenidos por WRF.

Tabla 5.2.1-176. Escala de velocidad del viento Beaufort

Denominación	Velocidad del viento (m/s)		
Calma	0,0	-	0,2
Ventolina	0,3	-	1,5
Brisa suave	1,6	-	3,3
Brisa leve	3,4	-	5,4
Brisa moderada	5,5	-	7,9
Brisa fresca	8,0	-	10,8
Brisa fuerte	10,9	-	13,8
Viento fuerte	13,9	-	16,9
Viento duro	17,0	-	20,5
Muy duro	20,6	-	24,1
Temporal	24,2	-	28,3
Borrasca	28,4	-	32,6
Huracán	32,7	-	

Fuente: Universidad de Buenos Aires, Departamento de Geografía. La Observación meteorológica.

En la Figura 5.2.1-256 se muestra el comportamiento de la velocidad promedio mensual para el área del proyecto. Las velocidades más altas se presentan en febrero (4,5 m/s) y los meses de mitad de año (4,1-4,53 m/s), mientras los promedios más bajos se observan entre octubre (2,51 m/s) y noviembre (2,16 m/s).

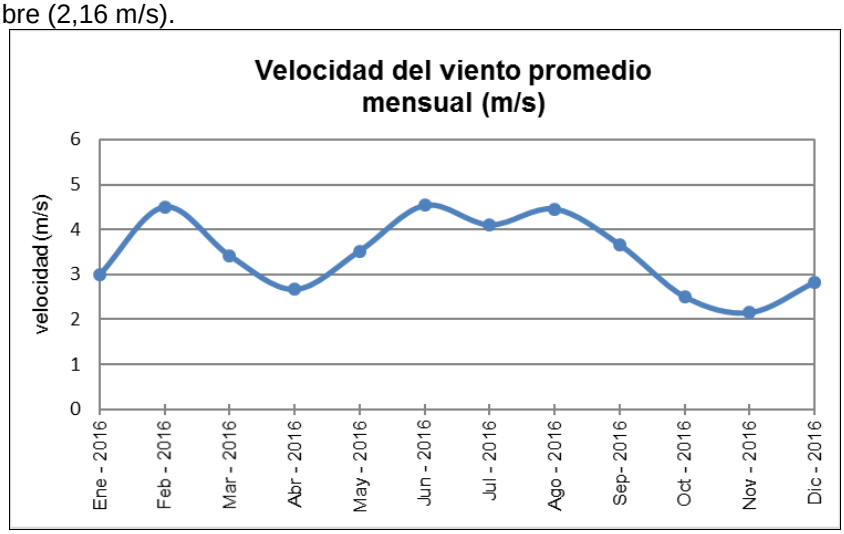


Figura 5.2.1-256. Velocidad del viento promedio mensual
Fuente: K2 INGENIERÍA S.A.S.

La tendencia de vientos horaria presenta las más altas velocidades entre las horas 9 a 17 (9:00 A.M – 5:00 P.M), con velocidades superiores a 4 m/s. Esta condición hace posible el arrastre de los contaminantes, cuanto mayor sea la velocidad del viento mayor será la dispersión de los contaminantes. Por otra parte, los límites inferiores (velocidades por debajo de 3 m/s) se establecen alrededor de las 21 a 6 horas (9:00 P.M – 6:00 A.M).

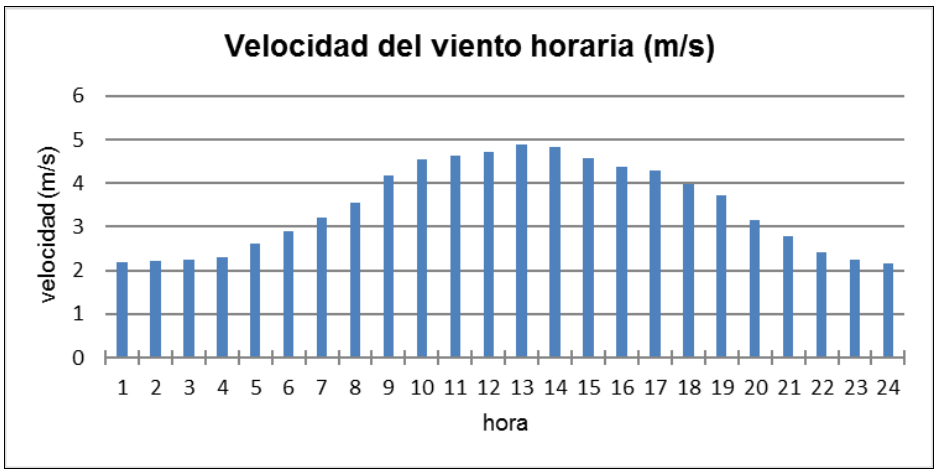


Figura 5.2.1-257. Perfil horario de velocidades
Fuente: K2 INGENIERÍA S.A.S.

La variación de la velocidad del viento como perfil horario por mes se muestra en la Figura 5.2.1-258. Las velocidades se presentaron en un rango de 1,19 m/s hasta 6,52 m/s, siendo las velocidades más altas las representadas con tonos de celda más fuertes. Con relación a esta

gráfica, en el mes de febrero y junio se presentaron los valores más altos de velocidades del viento.

	Hora del día																							
Mes del año	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
Ene - 2016																								
Feb - 2016																								
Mar - 2016																								
Abr - 2016																								
May - 2016																								
Jun - 2016																								
Jul - 2016																								
Ago - 2016																								
Sep- 2016																								
Oct - 2016																								
Nov - 2016																								
Dic - 2016																								

Figura 5.2.1-258. Representación cualitativa de variación de velocidad del viento- perfil horario

Fuente: K2 INGENIERÍA S.A.S.

Nubosidad

Los meses en que se presentó mayor nubosidad fueron abril/2016 (4.04 octas) y noviembre/2016 (3,85 octas), para el resto de meses la nubosidad fue menor a 3 octas, como se puede ver en la Figura 5.2.1-259. Se presentó nubosidad superior entre las horas 20 y 23 (8:00 P.M. – 11:00 P.M.) mientras que el resto de horas presentaron nubosidad menor a 3 octas, ver Figura 5.2.1-260.

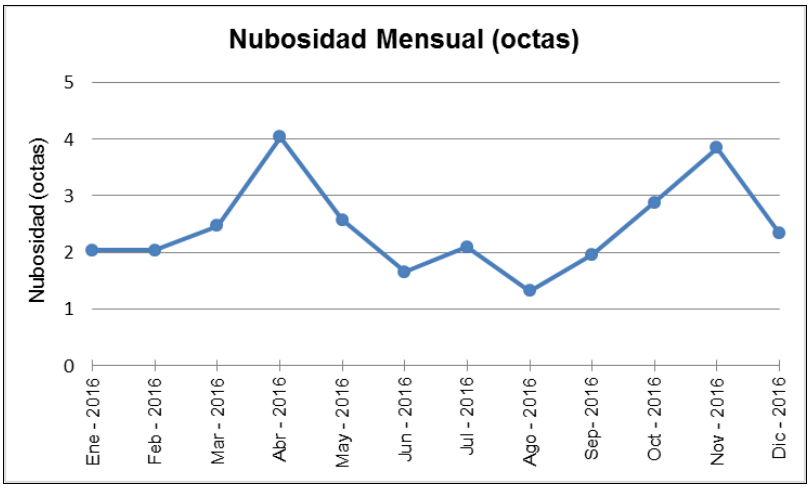


Figura 5.2.1-259.Nubosidad promedio mensual
Fuente: K2 INGENIERÍA S.A.S.

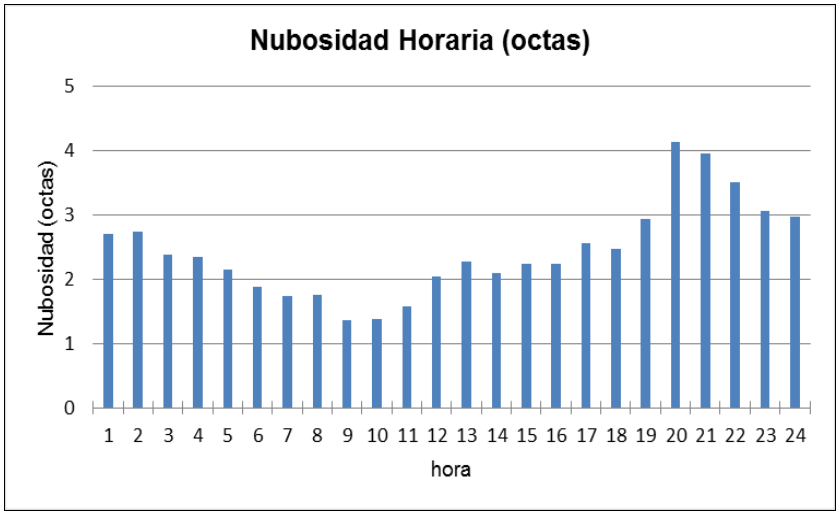


Figura 5.2.1-260. Perfil horario de Nubosidad
Fuente: K2 INGENIERÍA S.A.S.

Para tener mayor idea de lo que representa esta unidad (octas), se debe tener presente que 8 octas corresponde a cielo totalmente nublado y que a mayor nubosidad se presenta menor radiación solar.

Humedad relativa

La humedad relativa mensual vario entre 68,38 % hasta 75,32% presentándose en el mes de enero el porcentaje de humedad más bajo. (Ver Figura 5.2.1-261).

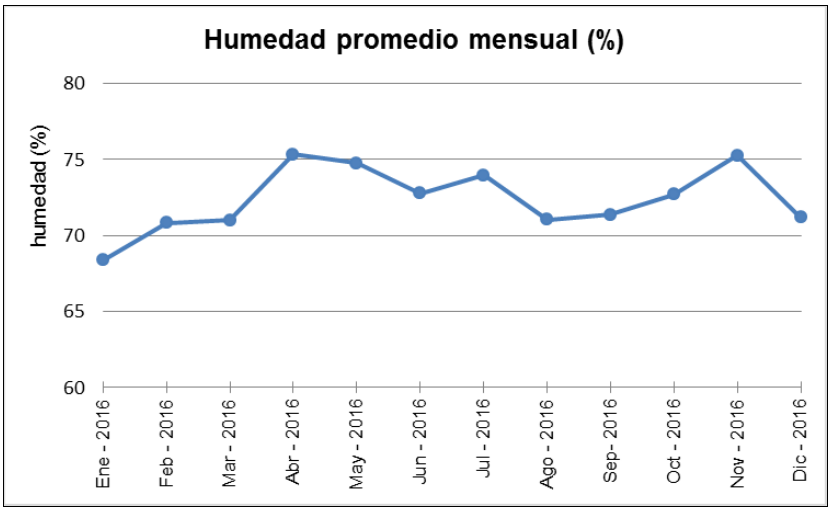


Figura 5.2.1-261. Humedad relativa promedio mensual

El perfil horario de humedad relativa presenta los valores de menor valor desde la hora 10 hasta la 16 debido a que en este rango de tiempo se obtienen los valores de temperaturas más altos. Por el contrario, los valores más altos se presentaron en las horas de la noche hasta la hora 6 (6:00 A.M), con un valor máximo de 85,45% en la hora 4 (4:00 A.M). (Ver Figura 5.2.1-262).

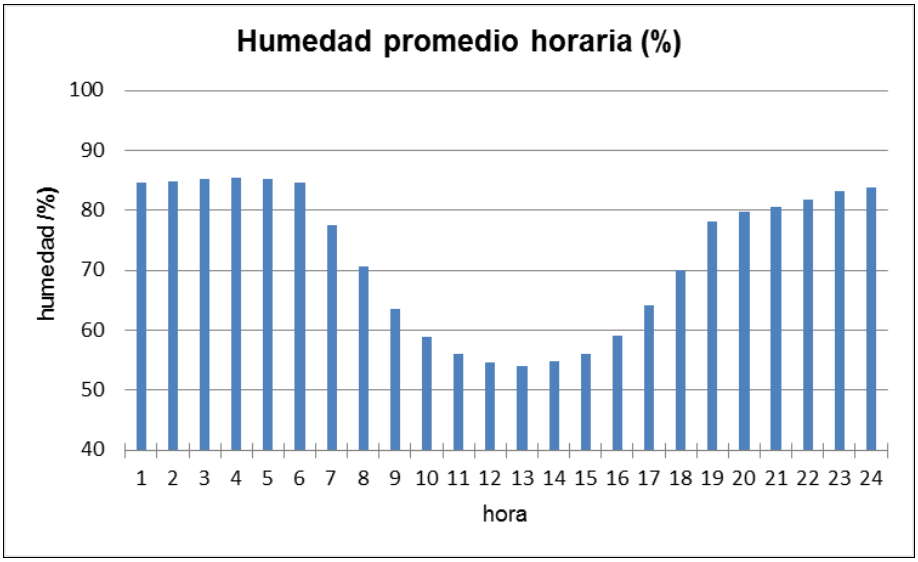


Figura 5.2.1-262. Perfil horario de humedad relativa
Fuente: K2 INGENIERÍA S.A.S.

En la Figura 5.2.1-263 muestra de manera gráfica la variación de la humedad relativa teniendo en cuenta el perfil horario por mes. Los valores más bajos corresponden a las celdas con todos más claros y los más oscuros a las a los valores de mayor humedad.

	Hora del día																							
Mes del año	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
Ene - 2016																								
Feb - 2016																								
Mar - 2016																								
Abr - 2016																								
May - 2016																								
Jun - 2016																								
Jul - 2016																								
Ago - 2016																								
Sep- 2016																								
Oct - 2016																								
Nov - 2016																								
Dic - 2016																								

Figura 5.2.1-263. Representación cualitativa de variación de la humedad relativa- perfil horario
Fuente: K2 INGENIERÍA S.A.S.

Presión barométrica

La presión barométrica registrada durante este periodo de medición estuvo entre los 740,12 mmHg y 741,74 mmHg. Estos valores muestran que no se presentaron grandes cambios en esta variable meteorológica, dejando en claro un comportamiento constante ya que las diferencias entre un día y otro no fueron mayores a los 2 mmHg.

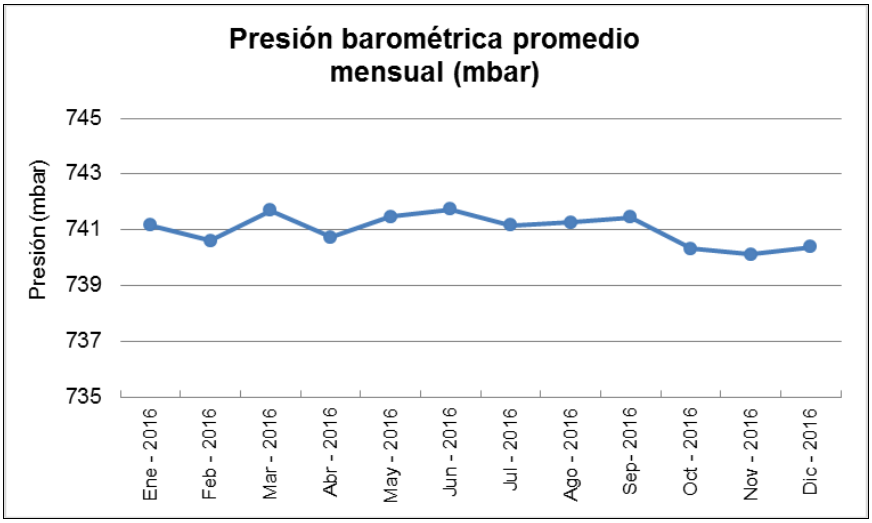


Figura 5.2.1-264. Presión promedio mensual
Fuente: K2 INGENIERÍA S.A.S.

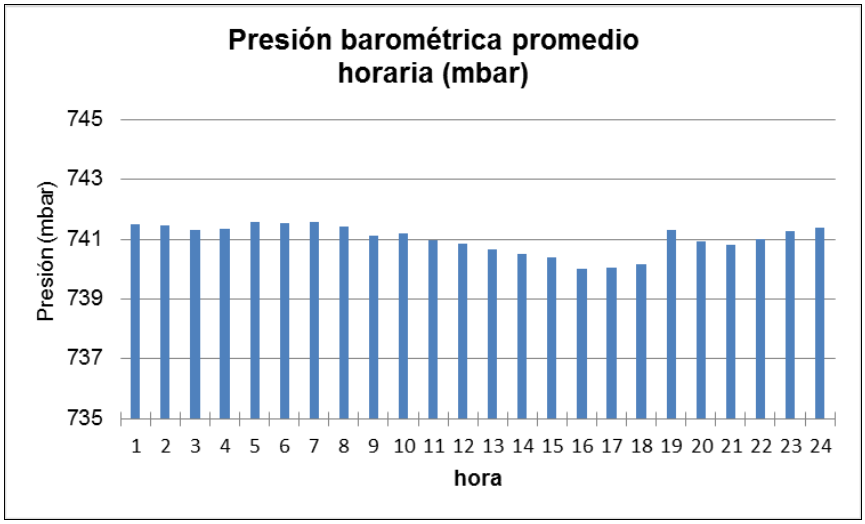


Figura 5.2.1-265. Perfil horario de presión
Fuente: K2 INGENIERÍA S.A.S.

Altura de mezcla

La altura de la capa de mezcla constituye un parámetro básico en la modelación de la dispersión de los contaminantes atmosféricos, por cuanto es la zona inferior de la atmósfera donde ocurre fundamentalmente el transporte turbulento de masa y energía y donde los contaminantes se trasladan e interaccionan.

La altura de la capa de mezcla es la altura de la capa adyacente a la tierra en la que los contaminantes se dispersan verticalmente por convección o por turbulencia mecánica en un período de aproximadamente una hora, es decir, la elevación sobre la superficie hasta la cual se considera que ocurre un mezclado vertical vigoroso de los gases en la atmósfera.

En otras palabras, la altura de la capa de mezcla representa el grado de dispersión de los contaminantes. En este sentido, entre mayor sea la altura de mezcla mayor será la dispersión de los contaminantes. En la Figura 5.2.1-266 se presenta la altura de mezcla calculada a partir de la modelación meteorológica WRF para el año 2016; como puede observarse en la figura en las últimas horas de la tarde se alcanzan las mayores alturas de mezcla y en las horas de noche y madrugada las más bajas, es donde se presenta la mayor estabilidad atmosférica, donde los valores de mezcla son bajos.

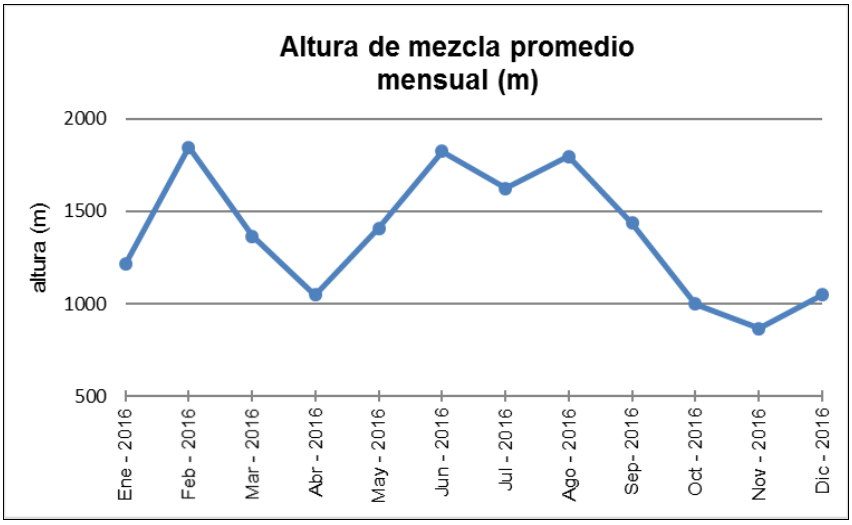


Figura 5.2.1-266. Altura de mezcla mensual
Fuente: K2 INGENIERÍA S.A.S.

5.2.1.20.9.11 Factores de emisión

De acuerdo con las fuentes identificadas y las actividades realizadas, se definen las ecuaciones que permiten estimar los factores de emisión con base en el Documento AP-42 Compilation of Air Pollutant Emission Factors de la Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos de América - EPA, que contiene factores de emisión e información de procesos para más de 200 categorías de fuentes contaminantes (una categoría es un sector de la industria específico o un grupo de fuentes similares).

La Tabla 5.2.1-177 presenta la ecuación utilizada para el cálculo del factor de emisión de PM_{10} de los escenarios 1 y 3 y la Tabla 5.2.1-178 presenta las ecuaciones utilizadas para el cálculo del factor de emisión de PM_{10} del escenario 2 (Construcción).

Tabla 5.2.1-177. Factores de emisión para PM_{10} Escenario Línea Base y Operación

Operación	Actividad	Factor de Emisión	Unidades
Transporte de Autos, buses, camiones y motos	Transporte en vías pavimentadas	$k'(sL)^{0.91}(W)^{1.02}\left(1-\frac{P}{4N}\right)^{*}$	kg PM_{10}/VKT

Fuente: AP-42. Compilation of Air Pollutant Emission Factors y National Pollutant Inventory - NPI

Tabla 5.2.1-178. Factores de emisión para PM_{10} Escenario construcción

Operación	Actividad	Factor de Emisión	Unidades
Manejo de Materiales	Remoción o empuje (Bulldozing)	$0.75 \times 0.45 \times \left[\frac{(s)^{1.5}}{(M)^{1.4}} \right]$	kg PM10/h
	Cargue y descargue	$k' \times 0.0016 \times \left[\frac{(U/2.2)^{1.3}}{(M/2)^{1.4}} \right]$	kg PM_{10}/Mg
	Perforación	0.31	Kg PM10/Hoyos
Transporte de materiales	Transporte de materiales vías	$k'(sL)^{0.91} W \left(1 - \frac{P}{4N}\right)^{*}$	kg PM_{10}/VKT
Actividades de construcción de vías	Construcción de Vías	0.42	kg PM_{10}/acres/mes

Fuente: AP-42. Compilation of Air Pollutant Emission Factors y National Pollutant Inventory - NPI

Dónde:

a. b. c. d. k: Constantes Empíricas (ad).
b': Días de almacenamiento o exposición del material (días).
c': Días secos en el año (días).
C: Factor de emisión en flota vehicular para: escape, uso de frenos y desgaste de neumáticos (lb/VMT).
CE: Eficiencia de control de polvo en vías no pavimentadas. (%).
d': Altura media de descarga. (m).
e: % de tiempo con viento >5.33 m/s. (%).
k': Multiplicador de tamaño de partícula (ad).
M: Contenido de humedad del material manejado. (%).
p: Número de días en el año con mínimo 0.254 mm de lluvia (días).
s: Contenido de finos (pasa malla 200) del material manejado o de la superficie de las vías. (%).
S: Velocidad promedio del vehículo (km/h).
sL: Carga de finos (pasa malla 200) del material manejado o de la superficie de las vías. (g/m^2).
U: Velocidad del viento (m/s).
W: Peso promedio de los vehículos (toneladas cortas).
PM_{10}: Material Particulado con diámetro aerodinámico inferior a 10 µm.
VKT: Kilómetros viajados por un vehículo (km).
**:* Se utiliza un factor multiplicador de 2.8185×10^{-1} para convertir de lb/VMT a kg/VKT
***:* Se utiliza un factor multiplicador de 1.1219×10^{-4} para convertir de lb/Acre a kg/m^2

Para la determinación de los factores de emisión de $PM_{2,5}$, la Tabla 5.2.1-179 presenta la ecuación utilizada en los escenarios 1 y 3, y la Tabla 5.2.1-180 se presentan las ecuaciones aplicadas al escenario 2.

Tabla 5.2.1-179. Factores de emisión para $PM_{2.5}$ Escenario Línea Base y Operación

Operación	Actividad	Factor de Emisión	Unidades
Transporte de Autos, buses, camiones y motos	Transporte en vías pavimentadas	$k'(sL)^{0.91}(W)^{1.02}\left(1-\frac{P}{4N}\right)^{*}$	kg PM_{10}/VKT

Fuente: AP-42. Compilation of Air Pollutant Emission Factors y National Pollutant Inventory - NPI

Tabla 5.2.1-180. Factores de emisión para $PM_{2.5}$ Escenario Construcción

Operación	Actividad	Factor de Emisión	Unidades
Manejo de Materiales	Remoción o empuje (Bulldozing)	$0.75\times 0.45\times\left[\frac{(s)^{1.5}}{(M)^{1.4}}\right]$	kg $PM_{2.5}$/h
	Cargue y descargue	$k'\times 0.0016\times\left[\frac{(U/2.2)^{1.3}}{(M/2)^{1.4}}\right]$	kg $PM_{2.5}$/Mg
	Perforación	0.1643	Kg $PM_{2.5}$/Hoyos
Transporte de materiales	Transporte de materiales vías	$k'(sL)^{0.91}W\left(1-\frac{P}{4N}\right)^{*}$	kg $PM_{2.5}$/VKT
Actividades de construcción de vías	Construcción de Vías	0.22	kg $PM_{2.5}$/acres/mes

Fuente: AP-42. Compilation of Air Pollutant Emission Factors y National Pollutant Inventory - NPI

Dónde:

a. b. c. d. k: Constantes Empíricas (ad).
b': Días de almacenamiento o exposición del material (días).
c': Días secos en el año (días).
C: Factor de emisión en flota vehicular para: escape. Uso de frenos y desgaste de neumáticos (lb/VMT).
CE: Eficiencia de control de polvo en vías no pavimentadas. (%).
d': Altura media de descarga. (m).
k': Multiplicador de tamaño de partícula (ad).
M: Contenido de humedad del material manejado. (%).
p: Número de días en el año con mínimo 0.254 mm de lluvia (días).
s: Contenido de finos (pasa malla 200) del material manejado o de la superficie de las vías. (%).
S: Velocidad promedio del vehículo (km/h).
sL: Carga de finos (pasa malla 200) del material manejado o de la superficie de las vías. (g/m^2).
U: Velocidad del viento. (m/s).

W: Peso promedio de los vehículos (toneladas cortas).
PST: Partículas suspendidas totales, llamadas también TSP por su sigla en inglés.
VKT: Kilómetros viajados por un vehículo (km).
*: Se utiliza un factor multiplicador de $2.8185x10^{-1}$ para convertir de lb/VMT a kg/VKT
**: Se utiliza un factor multiplicador de $1.1219x10^{-4}$ para convertir de lb/Acre a kg/m^2

La Tabla 5.2.1-181 se presentan factores de emisión relacionados a otras actividades tanto para material particulado como para NO_2, SO_2, CO y VOC, es importante aclarar que las emisiones de VOC en los equipos fuera de vía se calcularon como HC (hidrocarburos totales) debido a la inexistencia del factor de emisión para esta actividad.

Tabla 5.2.1-181. Factores de emisión relacionados a otras actividades

Actividad	Factor de Emisión	Unidades
Tubo de escape equipos en vías	Software Mobile 6.2	g/Vehículo-milla
Combustión interna equipos fuera de vías	*(BSFC*(1-soxcnv)-HC)*soxdsl*2* *	g/hp-h
	$LF*P*EF$ **	g/h

Fuente: AP-42. Compilation of Air Pollutant Emission Factors y National Pollutant Inventory - NPI

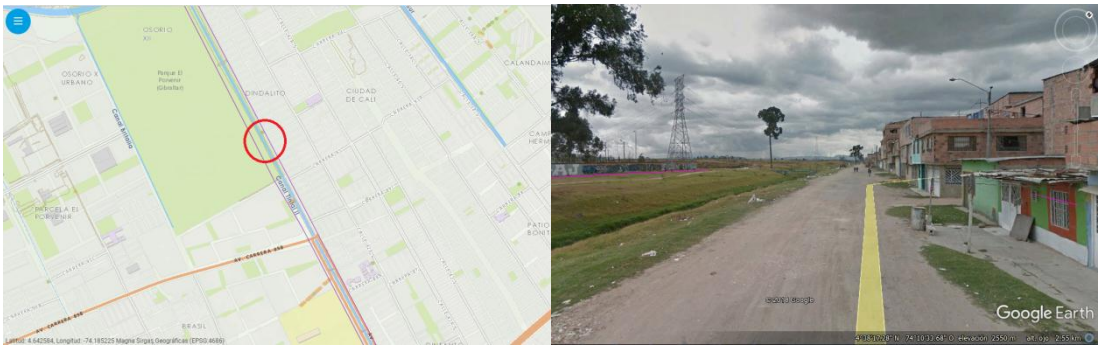
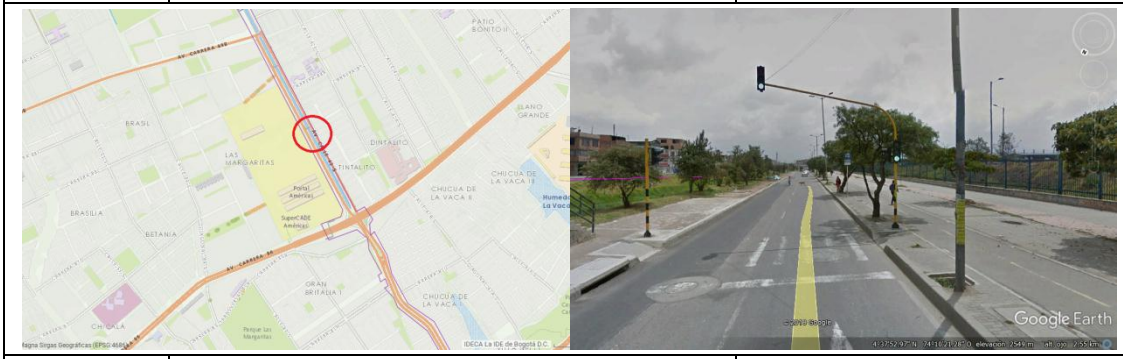
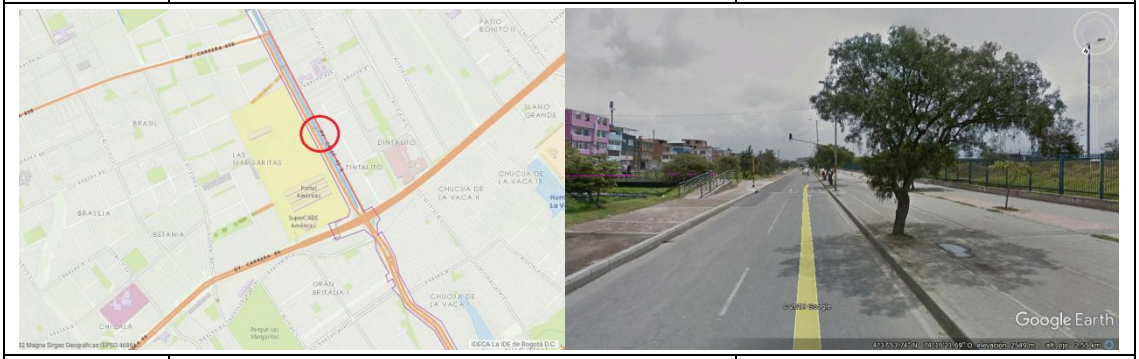
Dónde:

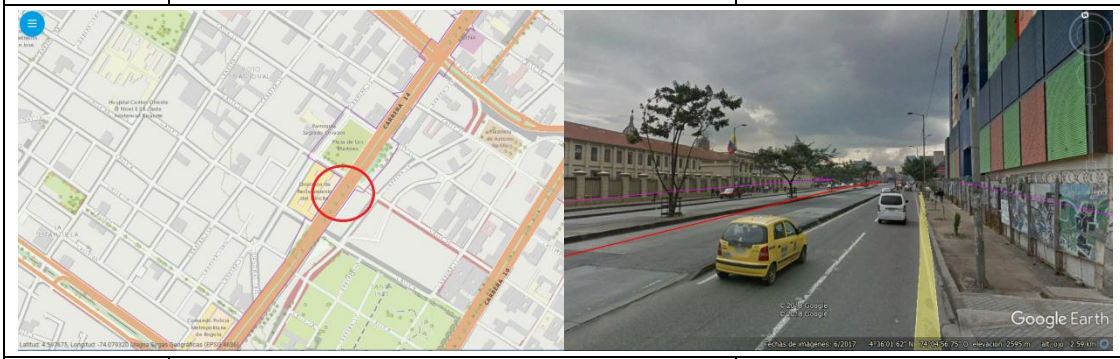
BSFC: Consumo ajustado de combustible, lb/hp-h
soxcnv: Fracción de azufre en el diésel convertida de forma directa a PM.
soxdsl: Máximo porcentaje en peso de azufre en combustible diésel permitido en Colombia, 50 ppm (Ley 1205. 14 de julio de 2008 – 47.050 Diario oficial).
HC: Emisiones de hidrocarburo ajustadas, (g/hp-h)
LF: Factor de carga, (%).
P: Potencia del motor, (hp).
EF: Factor de emisión, (g/hp-h).
* Ecuación aplica sólo para estimación de emisiones de SO_2.
** Ecuación aplica para estimación de emisiones de PM_{10}, NO_2 y CO.

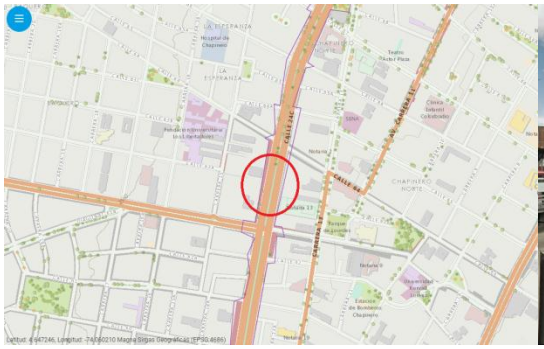
5.2.1.20.9.12 Variables operativas aplicadas

La Tabla 5.2.1-182 presenta la descripción de los tramos viales localizados en el área del proyecto, los cuales se identifican como fuentes de emisión lineal aplicados en los escenarios línea base, operación y construcción. Las figuras corresponden a sectores específicos de las vías, no obstante estas representan el estado y tipo general de las vías en todo el trazado.

Tabla 5.2.1-182 Descripción tramos línea base y operación

		
Tramo 1a	AV VILLAVICENCIO (ALO - AV PRIMERO DE MAYO)	Vía no pavimentada desde la ALO hasta la Carrera 89 b.
		
Tramo 1b	AV VILLAVICENCIO (ALO - AV PRIMERO DE MAYO)	Vía pavimentada entre Carrera 89 b hasta la Av. Primero de mayo
		
Tramo 2	AV PRIMERO DE MAYO (AV VILLAVICENCIO - AV BOYACA)	Vía pavimentada

Tramo 3	AV PRIMERO DE MAYO (AV BOYACA - AV NQS)	Vía pavimentada
Tramo 4	AV NQS (AV PRIMERO DE MAYO - AV CALLE 8 SUR)	Vía pavimentada
Tramo 5	AV CALLE 1 (AV CALLE 8 SUR - AV CARACAS)	Vía pavimentada
		
Tramo 6	AV CARACAS (AV CALLE 1 - AV CALLE 26)	Vía pavimentada

		
Tramo 7	AV CARACAS (AV CALLE 26 - AV CALLE 76)	Vía pavimentada

A partir de las ecuaciones extraídas del Documento AP-42 Compilation of Air Pollutant Emission Factors de la Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos de América – EPA, a continuación se presentan las variables operativas de proyecto utilizadas para la estimación de las emisiones atmosféricas de cada uno de los escenarios.

Escenario Línea Base y Operación:

Con el fin de encontrar la relación más adecuada entre los datos de entrada al modelo y los datos observados en campo, a continuación se presentan las características del tráfico promedio diario obtenidas del aforo vehicular adelantado por Ingetec y algunas características granulométricas de las vías consideradas en la modelación.

Como se mencionó anteriormente, La Tabla 5.2.1-183 presenta los resultados obtenidos del aforo vehicular realizado por Ingetec en el año 2017.

Tabla 5.2.1-183 Resultados aforo vehicular

Tramo		Sentido de circulación	Autos	Buses	Camiones	Motos	Total
TRAMO 1	**AV VILLAVICENCIO (ALO - AV PRIMERO DE MAYO)**	**E - W**	8.797	2.719	1.389	6.547	**19.452**
		W - E	15.268	2.261	2.020	9.626	**29.175**
		Total	**24.065**	**4.980**	**3.409**	**16.173**	**48.627**
		%	**49**	**10**	**7**	**33**	**100**
TRAMO 2	**AV PRIMERO DE MAYO (AV VILLAVICENCIO - AV BOYACA)**	**E - W**	26.737	2.790	610	8.915	**39.052**
		W - E	29.875	3.917	1.123	13.685	**48.600**
		Total	**56.612**	**6.707**	**1.733**	**22.600**	**87.652**
		%	**65**	**8**	**2**	**26**	**100**
TRAMO 3	**AV PRIMERO DE MAYO (AV BOYACA - AV NQS)**	**E - W**	23.517	6.160	2.330	13.139	45.146
		W - E	23.161	5.492	2.297	12.192	43.142
		Total	**46.678**	**11.652**	**4.627**	**25.331**	**88.288**
		%	**53**	**13**	**5**	**29**	**100**
TRAMO 4	**AV NQS (AV PRIMERO DE MAYO - AV**	**N-S (Mixtos)**	46.153	1.509	3.516	18.118	69.296
		N-S (BRT)	0	1.805	0	0	1.805

Tramo		Sentido de circulación	Autos	Buses	Camiones	Motos	Total
	CALLE 8 SUR)	**S-N (Mixtos)**	42.119	1.608	2.675	22.436	68.838
		S-N (BRT)	0	1.819	0	0	1.819
		Total	**88.272**	**6.741**	**6.191**	**40.554**	**141.758**
		%	**62**	**5**	**4**	**29**	**100**
	AV CALLE 8 SUR (AV NQS - AV CALLE 1)	**E - W**	8.287	369	451	2.180	11.287
		W - E	12.474	284	650	3.015	16.423
		Total	**20.761**	**653**	**1.101**	**5.195**	**27.710**
		%	**75**	**2**	**4**	**19**	**100**
TRAMO 5	**AV CALLE 1 (AV CALLE 8 SUR - AV CARACAS)**	**E - W**	10.024	951	596	5.097	16.668
		W - E	19.199	1.041	776	6.751	27.767
		Total	**29.223**	**1.992**	**1.372**	**11.848**	**44.435**
		%	**66**	**4**	**3**	**27**	**100**
TRAMO 6	**AV CARACAS (AV CALLE 1 - AV CALLE 26)**	**N-S (Mixtos)**	19.244	99	922	13.490	33.755
		N-S (BRT)	0	2.528	0	0	2.528
		S-N (Mixtos)	16.765	150	781	11.264	28.960
		S-N (BRT)	0	2.692	0	0	2.692
		Total	**36.009**	**5.469**	**1.703**	**24.754**	**67.935**
		%	**53**	**8**	**3**	**36**	**100**
TRAMO 7	**AV CARACAS (AV CALLE 26 - AV CALLE 53)**	**N-S (Mixtos)**	17.612	86	577	9.587	27.862
		N-S (BRT)	0	4.122	0	0	4.122
		S-N (Mixtos)	17.891	80	458	11.090	29.519
		S-N (BRT)	0	3.940	0	0	3.940
		Total	**35.503**	**8.228**	**1.035**	**20.677**	**65.443**
		%	**54**	**13**	**2**	**32**	**100**
	AV CARACAS (AV CALLE 53 - AV CALLE 76)	**N-S (Mixtos)**	19.265	65	580	11.022	30.932
		N-S (BRT)	0	4.194	0	0	4.194
		S-N (Mixtos)	13.873	54	660	11.084	25.671
		S-N (BRT)	0	3.626	0	0	3.626
		Total	**33.138**	**7.939**	**1.240**	**22.106**	**64.423**
		%	**51**	**12**	**2**	**34**	**100**

Fuente: INGETEC, 2017.

Del total de buses aforados en el Tramo 7, en cada sección el 12% corresponden a buses de tipo Transmilenio.

Para el escenario de Operación, se elaboró la proyección del tránsito a partir de la tasa promedio de crecimiento de la ciudad. La Tabla 5.2.1-184 presenta los resultados obtenidos.

Tabla 5.2.1-184 Proyección de transito – Escenario Operación

Tramo		Sentido De Circulación	Autos	Buses	Camiones	Motos	Total
TRAMO 1	**AV VILLAVICENCIO (ALO - AV PRIMERO DE MAYO)**	**E - W**	19.361	5.985	3.058	14.409	**42.813**
		W - E	33.605	4.975	4.446	21.187	**64.213**
		Total	**52.966**	**10.960**	**7.504**	**35.596**	**107.026**
		%	**49**	**10**	**7**	**33**	**100**
TRAMO 2	**AV PRIMERO DE MAYO (AV VILLAVICENCIO - AV BOYACA)**	**E - W**	58.845	6.142	1.341	19.621	**85.949**
		W - E	65.753	8.621	2.472	30.118	**106.964**
		Total	**124.598**	**14.763**	**3.813**	**49.739**	**192.913**
		%	**65**	**8**	**2**	**26**	**100**
TRAMO 3	**AV PRIMERO DE MAYO (AV BOYACA - AV NQS)**	**E - W**	51.761	13.557	5.129	28.918	99.365
		W - E	50.976	12.088	5.055	26.834	94.953
		Total	**102.737**	**25.645**	**10.184**	**55.752**	**194.318**
		%	**53**	**13**	**5**	**29**	**100**
TRAMO 4	**AV NQS (AV PRIMERO DE MAYO - AV CALLE 8 SUR)**	**N-S (Mixtos)**	107.240	3.507	8.169	42.097	161.013
		N-S (BRT)	0	1.805	0	0	1.805
		S-N (Mixtos)	97.866	3.735	6.216	52.131	159.948
		S-N (BRT)	0	1.819	0	0	1.819
		Total	**205.106**	**10.866**	**14.385**	**94.228**	**324.585**
		%	**63**	**3**	**4**	**29**	**100**
	AV CALLE 8 SUR (AV NQS - AV CALLE 1)	**E - W**	19.254	856	1.047	5.066	26.223
		W - E	28.984	660	1.510	7.007	38.161
		Total	**48.238**	**1.516**	**2.557**	**12.073**	**64.384**
		%	**75**	**2**	**4**	**19**	**100**
TRAMO 5	**AV CALLE 1 (AV CALLE 8 SUR - AV CARACAS)**	**E - W**	34.936	3.312	2.077	11.842	52.167
		W - E	66.915	3.627	2.703	23.530	96.775
		Total	**101.851**	**6.939**	**4.780**	**35.372**	**148.942**
		%	**68**	**5**	**3**	**24**	**100**
TRAMO 6	**AV CARACAS (AV CALLE 1 - AV CALLE 26)**	**N-S (Mixtos)**	42.355	219	2.029	29.691	74.294
		N-S (BRT)	0	2.528	0	0	2.528
		S-N (Mixtos)	36.898	330	1.719	24.791	63.738
		S-N (BRT)	0	2.692	0	0	2.692
		Total	**79.253**	**5.769**	**3.748**	**54.482**	**143.252**
		%	**55**	**4**	**3**	**38**	**100**
		30% mixto[15]	**23.776**	**5.769**	**1.124**	**16.345**	**47.014**
		%	**51**	**12**	**2**	**35**	**100**
TRAMO 7	**AV CARACAS (AV CALLE 26 - AV CALLE 53)**	**N-S (Mixtos)**	18.515	0	351	6.899	25.765
		N-S (BRT)	0	4.122	0	0	4.122

[15] En el escenario de Operación se asume que el 30% de los vehículos mixtos proyectados circularan en la Avenida Caracas y el total de los buses proyectados.

Tramo		Sentido De Circulación	Autos	Buses	Camiones	Motos	Total
		S-N (Mixtos)	18.810	0	186	3.932	22.928
		S-N (BRT)	0	3.940	0	0	3.940
		Total	**37.325**	**8.062**	**537**	**10.831**	**56.755**
		%	**66**	**14**	**1**	**19**	**100**
		30% mixto	**11.198**	**8.062**	**161**	**3.249**	**22.670**
		%	**49**	**36**	**1**	**14**	**100**
	AV CARACAS (AV CALLE 53 - AV CALLE 76)	**N-S (Mixtos)**	16.263	0	332	4.833	21.428
		N-S (BRT)	0	4.194	0	0	4.194
		S-N (Mixtos)	11.285	0	335	33.373	44.993
		S-N (BRT)	0	3.626	0	0	3.626
		Total	**27.548**	**7.820**	**667**	**38.206**	**74.241**
		%	**37**	**11**	**1**	**51**	**100**
		30% mixto	**8.264**	**7.820**	**200**	**11.462**	**27.746**
		%	**30**	**28**	**1**	**41**	**100**

Fuente: INGETEC, 2017.

En la proyección, del total de buses obtenidos en el Tramo 7, en cada sección el 14% y el 11% corresponden a buses de tipo Transmilenio, respectivamente.

La tabla anterior presenta la proyección vehícular considerando el 100% y el 30% del trafico sobre la avenida Caracas, se debe tener en cuenta que esta información se utiliza para obtener el aporte de material particulado (PM_{10} y $PM_{2,5}$) en el trazado del proyecto.

Adicionalmente, a partir de información secundaria se estimaron las características de peso promedio vehicular y se determinó la velocidad promedio de la flota vehicular en la ciudad del Bogotá, esta información se presenta en la Tabla 5.2.1-185

Tabla 5.2.1-185 Características de la flota vehicular

Tipo de vehículo	Peso Promedio (short ton)	Velocidad promedio (km/h)
Buses	16,25	25
Camiones	18,74	25
Autos	1,14	25
Motos	0,15	25

Fuente: K2 INGENIERÍA S.A.S., modificado por METROBOG 2017.

La velocidad promedio en la ciudad de Bogotá se determinó de acuerdo con el informe de movilidad “Bogotá como vamos” (K2 INGENIERÍA S.A.S, 2017).

Los escenarios de Línea Base y Operación se modelaron para un periodo de 365 días (un año).

Escenario Construcción:

Para este escenario se cuentan con dos grupos de fuentes de emisión catalogadas como Fuentes del proyecto (Emisiones atribuibles únicamente a la construcción de la PLMB) y Fuentes externas (Trafico promedio diario proyectado en las vías existentes), independiente de las jornadas de operación.

- Fuentes del proyecto:

Con el fin de representar la dispersión de material particulado (PM_{10} y $PM_{2,5}$) y gases (NO_X, SO_X, CO y COV), a partir de la descripción del proyecto (Ver Capítulo 3), se determinan las actividades constructivas del proyecto y maquinaria asociada durante su ejecución por frente de obra (ver Tabla 5.2.1-186).

Tabla 5.2.1-186 Actividades constructivas y maquinaria asociada – Escenario de Construcción

Zona	Actividad	Maquinaria
PATIO-TALLER	Remoción de suelos Cargue de material Descargue de camiones de material (Nivelación, granular) Combustión interna equipos fuera de vías	Retroexcavadora
		Minicargador
		Vibrocompactador
		Retroexcavadora sobre orugas
		Moto niveladora
		Cargador
		Bulldozer
		Volquetas
COLUMNAS	Remoción de suelos Cargue de material Descargue de materiales (relleno, material granular y concretos) Perforación Combustión interna equipos fuera de vías	Retroexcavadora
		Retroexcavadora sobre orugas
		Motoniveladora
		Bulldozer
		Volquetas
		Martillo Neumático
CONSTRUCCIÓN DE VÍAS	Remoción de suelos Cargue de material Actividades de construcción de vías Combustión interna equipos fuera de vías Transporte de material	Retroexcavadora
		Retroexcavadora sobre orugas
		Grúa de brazo telescópico
		Benitin 120
		Terminador de asfalto
		Viga lanzadora
		Motoniveladora
		Bulldozer
		Volquetas
ESTACIONES	Remoción de suelos Cargue de material Descargue de materiales (suelos, concreto) Tubo de escape equipos en vías	Retroexcavadora
		Retroexcavadora sobre orugas
		Moto niveladora
		Cargador
		Bulldozer
		Volquetas
VÍAS PUBLICAS	Tránsito de vehículos	Motos
		Autos
		Buses
		Camiones

Entre la maquinaria asociada a la construcción del proyecto no se incluye el uso de piloteadora, dado que los pilotes del proyecto serán de tipo pre excavado.

La Tabla 5.2.1-187 presenta las características de potencia de cada tipo de maquinaria que se podría utilizar en el proyecto durante la fase de construcción.

Tabla 5.2.1-187 Equipos principales para la construcción

Equipos	Potencia (Kw)	Potencia (Hp)
Retrocargador	68,6	92
Retroexcavadora Sobre Orugas	131,98	177
Grúa Autopropulsada De Brazo Telescópico Con Una Capacidad De Elevación De 30 T Y 27 M De Altura Máxima De Trabajo	209,98	281,6
Motoniveladora	141,68	190
Benitin120	59,9	80,46
Terminadora De Asfalto	118,99	159,58
Compactador De Llantas	97,99	131,42
Minicargador	52,19	70
Vibrocompactador Patecabra	96,94	130
Vibrocompactador	74,56	100
Compresor	36,54	49
Fresado De Pavimento	428,78	575
Martillo Neumático 60 Lb	58,16	78
Viga Lanzadora	410,88	551

Fuente: (K2 INGENIERÍA S.A.S, 2017).

En la Tabla 5.2.1-188 se presentan las características de peso y capacidad de las volquetas y mixer que podrían ser utilizados durante la construcción del proyecto.

Tabla 5.2.1-188 Características Flota vehicular construcción

Flota para Transporte	Tipo	Peso (short ton)		Capacidad de carga (m^3)
		Vacío	Lleno	
Materiales	Volqueta	7	13,9	7
	Mixer	13	35	7

De acuerdo con la descripción del proyecto (Capítulo 3), durante la etapa de construcción el trazado de 24 Km serán distribuidos en dos tramos, el primero con cuatro secciones y el segundo con dos secciones, como se presenta en la Figura 5.2.1-267.

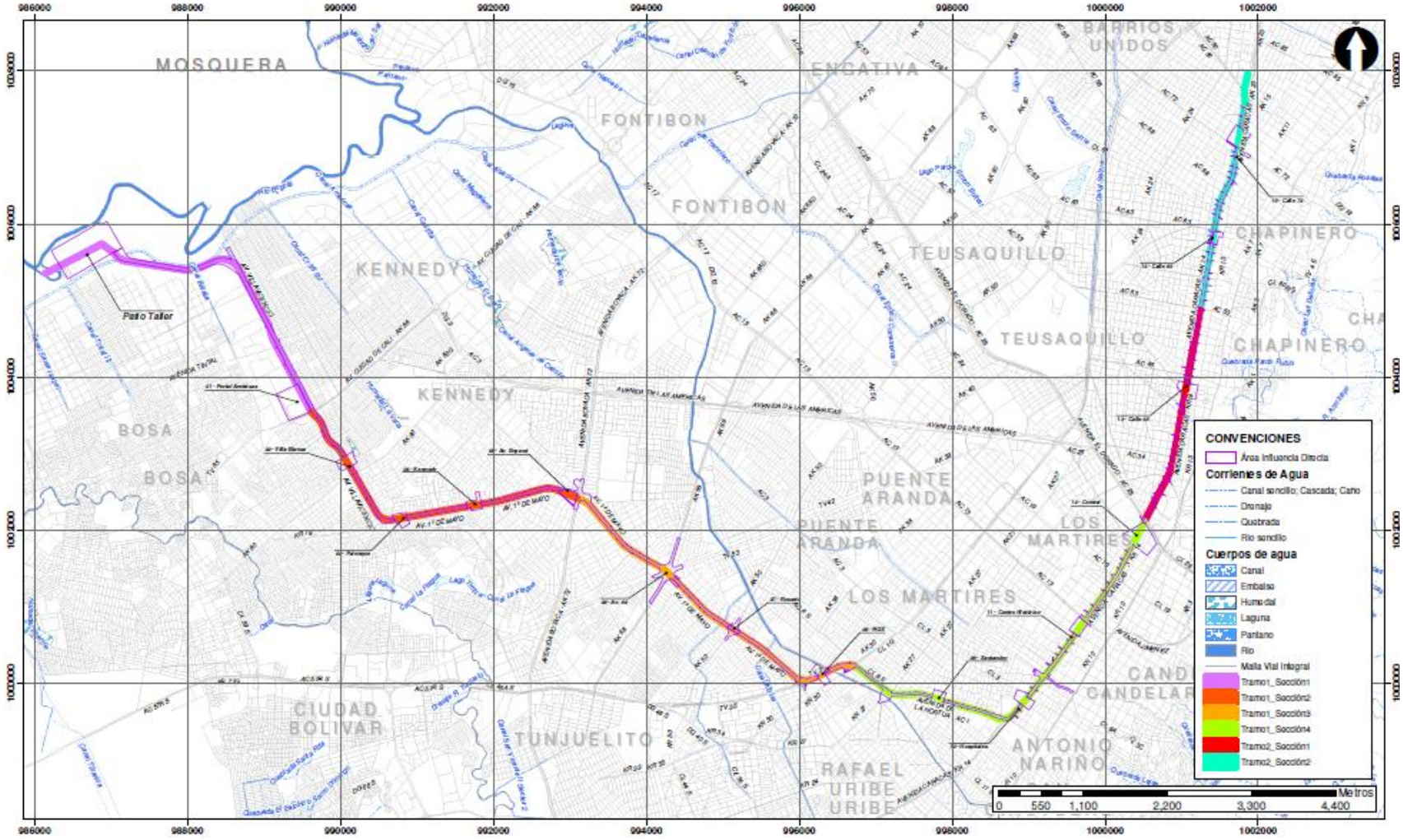


Figura 5.2.1-267 Fase constructiva del proyecto – Tramos y secciones

A partir de lo anterior, la Tabla 5.2.1-189, presenta el flujo vehicular del transporte de materiales en las vías habilitadas para el proyecto, es decir, sin tráfico vehicular externo.

Tabla 5.2.1-189 Parámetros en vías de acceso en el transporte de materiales

Tramo	Longitud vía (km)	Transporte de Materiales
		Flujo Vehicular (Número de vehículos por tramo)
Tramo 1 sección 1	4,88	477.381
Tramo 1 sección 2	4,31	2.584
Tramo 1 sección 3	4,52	27.102
Tramo 1 sección 4	5,34	31.979
Tramo 2 sección 1	2,89	23.071
Tramo 2 sección 2	2,7	21.602

Fuente: (K2 INGENIERÍA S.A.S, 2017).

Respecto a los manejos de materiales generados y obtenidos durante la fase de construcción del proyecto, la Tabla 5.2.1-190 presenta la estimación del movimiento total de materiales en cada uno de los tramos y secciones designados para este escenario.

Tabla 5.2.1-190 Volúmenes de materiales por año (m3)

Actividad	Tramo 1_Sección 1	Tramo 1_Sección 2	Tramo 1_Sección 3	Tramo 1_Sección 4	Tramo 2_Sección 1	Tramo 2_Sección 2
Excavaciones	111,977.12	98,925.07	103,758.66	122,427.69	88,325.69	82,699.05
Descapote	17,830.20	15,751.91	16,521.57	19,494.25	14,064.16	13,168.23
Demolición	11,500.00	10,159.56	10,655.97	12,573.27	9,071.01	8,493.16
Relleno Material Granular	35,659.79	31,503.28	33,042.57	38,987.83	28,127.85	26,336.01
Concretos	43,715.27	38,619.82	40,506.82	47,795.11	34,481.87	32,285.26
Asfaltos	4,424.27	3,908.58	4,099.55	4,837.18	3,489.79	3,267.48
TOTAL	225,106.65	198,868.22	208,585.14	246,115.34	177,560.38	166,249.19

Fuente: INGETEC S.A., 2017.

El material a utilizar en las actividades mencionadas anteriormente será distribuido en tres fuentes (estaciones, vías y columnas) conforme a los porcentajes de la Tabla 5.2.1-191.

Tabla 5.2.1-191 Porcentaje (%) de material por fuente

Fuente	Tramo 1_Sección 1	Tramo 1_Sección 2	Tramo 1_Sección 3	Tramo 1_Sección 4	Tramo 2_Sección 1	Tramo 2_Sección 2
Estaciones	10	40	35	45	32	45
Vías	68	35	38	25	47	36
Columnas	22	25	27	30	21	19

Fuente: INGETEC S.A.

Por otra parte, en la Tabla 5.2.1-192 se especifica el movimiento de materiales estimado para el área del Patio-Taller.

Tabla 5.2.1-192 Volúmenes Patio-Taller [m3]

Tipo de material	m^3
Descapote	60,000
Demolición	181,129.2
Relleno Nivelación	2,340,000

Tipo de material	m^3
Relleno Material Granular	180,000

Fuente: INGETEC S.A., 2017.

A partir de lo anterior, las fuentes de emisión para este escenario son consideradas como Fuentes de Área, por lo cual en la Tabla 5.2.1-193 se presentan los valores de área de cada tramo segregado por el tipo de construcción a desarrollar (Patio-Taller, Estaciones, Vías, Columnas).

Tabla 5.2.1-193 Áreas de las fuentes evaluadas

Construcción	m^2
Área Patio-Taller	313767
Área estaciones tramo 1 sección 1	15648,29
Área estaciones tramo 1 sección 2	92142,28
Área estaciones tramo 1 sección 3	18289,85
Área estaciones tramo 1 sección 4	48807,53
Área estaciones tramo 2 sección 1	22958,61
Área estaciones tramo 2 sección 2	52705,44
Área vías tramo 1 sección 1	37540,16
Área vías tramo 1 sección 2	43098,57
Área vías tramo 1 sección 3	45354,57
Área vías tramo 1 sección 4	53495,61
Área vías tramo 2 sección 1	28876,57
Área vías tramo 2 sección 2	31453,97
Área Columnas tramo 1 sección 1	107,45
Área Columnas tramo 1 sección 2	122,1
Área Columnas tramo 1 sección 3	131,87
Área Columnas tramo 1 sección 4	146,52
Área Columnas tramo 2 sección 1	102,56
Área Columnas tramo 2 sección 2	92,8

Fuente: (K2 INGENIERÍA S.A.S, 2017)

- Fuentes externas:

Se considera como fuente de emisión externa las emisiones derivadas del flujo vehicular promedio diario en los carriles habilitados durante la etapa constructiva del proyecto. En la Tabla 5.2.1-194 se presenta la proyección del tránsito desarrollada a partir de la tasa promedio de crecimiento de la ciudad.

Tabla 5.2.1-194 Proyección trafico promedio diario – Escenario Construcción

Tramo		Sentido De Circulación	Autos	Buses	Camiones	Motos	Total
TRAMO 1	**AV VILLAVICENCIO (ALO - AV PRIMERO DE MAYO)**	**E - W**	10.448	3.229	1.650	7.776	**23.103**
		W - E	18.134	2.685	2.399	11.433	**34.651**
		Total	**28.582**	**5.914**	**4.049**	**19.209**	**57.754**
		%	**49**	**10**	**7**	**33**	**100**

Tramo		Sentido De Circulación	Autos	Buses	Camiones	Motos	Total
TRAMO 2	**AV PRIMERO DE MAYO (AV VILLAVICENCIO - AV BOYACA)**	**E - W**	31.755	3.314	724	10.588	**46.381**
		W - E	35.482	4.652	1.334	16.253	**57.721**
		Total	**67.237**	**7.966**	**2.058**	**26.841**	**104.102**
		%	**65**	**8**	**2**	**26**	**100**
TRAMO 3	**AV PRIMERO DE MAYO (AV BOYACA - AV NQS)**	**E - W**	27.931	7.319	2.767	15.605	53.622
		W - E	27.508	6.523	2.728	14.480	51.239
		Total	**55.439**	**13.842**	**5.495**	**30.085**	**104.861**
		%	**53**	**13**	**5**	**29**	**100**
TRAMO 4	**AV NQS (AV PRIMERO DE MAYO - AV CALLE 8 SUR)**	**N-S (Mixtos)**	55.294	1.808	4.212	21.706	83.020
		N-S (BRT)	0	1.805	0	0	1.805
		S-N (Mixtos)	50.461	1.926	3.205	26.879	82.471
		S-N (BRT)	0	1.819	0	0	1.819
		Total	**105.755**	**7.358**	**7.417**	**48.585**	**169.115**
		%	**63**	**4**	**4**	**29**	**100**
	AV CALLE 8 SUR (AV NQS - AV CALLE 1)	**E - W**	9.928	442	540	2.612	13.522
		W - E	14.944	340	779	3.612	19.675
		Total	**24.872**	**782**	**1.319**	**6.224**	**33.197**
		%	**75**	**2**	**4**	**19**	**100**
TRAMO 5	**AV CALLE 1 (AV CALLE 8 SUR - AV CARACAS)**	**E - W**	18.013	1.708	1.071	6.106	26.898
		W - E	34.501	1.870	1.395	12.132	49.898
		Total	**52.514**	**3.578**	**2.466**	**18.238**	**76.796**
		%	**68**	**5**	**3**	**24**	**100**
TRAMO 6	**AV CARACAS (AV CALLE 1 - AV CALLE 26)**	**N-S (Mixtos)**	22.856	118	1.095	16.022	40.091
		N-S (BRT)	0	2.528	0	0	2.528
		S-N (Mixtos)	19.912	178	928	13.378	34.396
		S-N (BRT)	0	2.692	0	0	2.692
		Total	**42.768**	**5.516**	**2.023**	**29.400**	**79.707**
		%	**54**	**7**	**3**	**37**	**100**
TRAMO 7	**AV CARACAS (AV CALLE 26 - AV CALLE 53)**	**N-S (Mixtos)**	9.546	0	181	3.557	13.284
		N-S (BRT)	0	4.122	0	0	4.122
		S-N (Mixtos)	6.089	0	96	2.028	8.213
		S-N (BRT)	0	3.940	0	0	3.940
		Total	**15.635**	**8.062**	**277**	**5.585**	**29.559**
		%	**53**	**27**	**1**	**19**	**100**
	AV CARACAS (AV CALLE 53 - AV CALLE 76)	**N-S (Mixtos)**	8.385	0	171	2.492	11.048
		N-S (BRT)	0	4.194	0	0	4.194
		S-N (Mixtos)	5.819	0	173	1.721	7.713
		S-N (BRT)	0	3.626	0	0	3.626
		Total	**14.204**	**7.820**	**344**	**4.213**	**26.581**
		%	**53**	**29**	**1**	**16**	**100**

Las características de peso y velocidad promedio asignadas a la flota vehicular para este escenario cumplen con las mismas características presentadas para escenario Línea Base y Operación (Tabla 5.2.1-185).

Adicionalmente, en la Tabla 5.2.1-195 se presentan los parámetros utilizados para el cálculo de los factores de emisión con las ecuaciones del Documento AP-42 Compilation of Air Pollutant Emission Factors de la Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos de América – EPA.

Tabla 5.2.1-195 Parámetros para el cálculo de emisiones

Datos de actividades y materiales	Unidades	Valor
Densidad	g/cm^3	2,17
Contenido de limos de los materiales (S)	%	6,9
Contenido de humedad de materiales	%	32,59
Días de lluvia con precipitación mayor a 0.254 mm	días/periodo	198
Velocidad promedio del viento	m/s	3,45
Porcentaje de tiempo con velocidad del viento mayor a 5.36 m/s	%	19,02
Número de días de trabajo	Días/periodo	246
Número de meses modelados	Meses/periodo	12
Horas trabajadas en el periodo	Horas	2112

Fuente: INGETEC S.A., 2017.

5.2.1.20.9.13 Sistemas de control de emisiones atmosféricas

Teniendo en cuenta que el control de polvo es indispensable para preservar la calidad del aire, durante la fase de construcción del proyecto, se postulan los siguientes sistemas de control aplicables en el proyecto, ver Tabla 5.2.1-196.

Tabla 5.2.1-196. Estrategias de Control de Emisiones

Actividad	Eficiencia media del control de emisiones	Descripción
1. OPERACIONES DE MANEJO DE MATERIALES		
1.1 Remoción y empuje (bulldozing)	40%	Humectación del material de forma natural o artificial
1.2 Descargue	50%	Rociadores de agua

Los porcentajes de control de emisiones según la actividad fueron tomados del NPI (*National Pollutant Inventory*) con referencia a actividades de construcción ajustando lo descrito en el programa de manejo de emisiones atmosféricas.

5.2.1.20.9.14 Emisiones de gases y material particulado

A continuación se presentan las emisiones estimadas para los escenarios de modelación (Línea base, construcción y operación), aplicadas al modelo de dispersión. Es de resaltar que las emisiones de cada uno de los escenarios se estimaron para las condiciones más críticas posibles.

- Escenarios Línea Base

A continuación se presentan las emisiones de PM_{10} y $PM_{2,5}$ estimadas para cada una de las fuentes lineales (vías) identificadas.

Tabla 5.2.1-197 Emisiones estimadas Fuente Lineal (vías) – PM_{10}

Fuentes de emisión	Descripción	Logitud de la vía (Km)	No. Vehículos (día)	Factor de Emisión FE (g/VKT)	Emisión (ET) g/s
Vía externa pavimentada **(Polvo desprendido en la vía por el rodamiento)**	AV VILLAVICENCIO (ALO - AV PRIMERO DE MAYO)	1,45	48.627	2,65	2,15274
	AV PRIMERO DE MAYO (AV VILLAVICENCIO - AV BOYACA)	2,70	87.652	0,84	2,30264
Vía externa no pavimentada **(Polvo desprendido en la vía por el rodamiento)**	AV VILLAVICENCIO (ALO - AV PRIMERO DE MAYO)	2,63	973[16]	37,25	1,10084
	VÍA INTERNA EL CORZO	3,41	68[17]	37,25	0,09996
Vía externa pavimentada **(Polvo desprendido en la vía por el rodamiento)**	AV PRIMERO DE MAYO (AV BOYACA - AV NQS)	3,89	88.288	0,68	2,70175
	AV NQS (AV PRIMERO DE MAYO - AV CALLE 8 SUR)	0,75	141.758	0,42	0,51736
Vía externa pavimentada **(Polvo desprendido en la vía por el rodamiento)**	AV CALLE 8 SUR (AV NQS - AV CALLE 1)	0,59	27.710	5,60	1,04984
	AV CALLE 1 (AV CALLE 8 SUR - AV CARACAS)	1,61	44.435	1,29	1,06187
	AV CARACAS (AV CALLE 1 - AV CALLE 26)	3,21	67.935	1,99	5,02850
Vía externa pavimentada **(Polvo desprendido en la vía por el rodamiento)**	AV CARACAS (AV CALLE 26 - AV CALLE 53)	2,78	65.443	0,40	0,84207
	AV CARACAS (AV CALLE 53 - AV CALLE 76)	2,71	64.423	1,17	2,36276

Fuente: INGETEC, 2018.

Tabla 5.2.1-198 Emisiones estimadas Fuente Lineal (vías) – $PM_{2,5}$

Fuentes de emisión	Descripción	Logitud de la vía (Km)	No. Vehículos (día)	Factor de Emisión FE (g/VKT)	Emisión (ET) g/s
Vía externa pavimentada (Polvo desprendido en la vía por el rodamiento)	AV VILLAVICENCIO (ALO - AV PRIMERO DE MAYO)	1,45	48.627	0,64	0,5208
	AV PRIMERO DE MAYO (AV VILLAVICENCIO - AV BOYACA)	2,70	87.652	0,20	0,5571
Vía externa no pavimentada **(Polvo desprendido en la vía por el rodamiento)**	AV VILLAVICENCIO (ALO - AV PRIMERO DE MAYO)	2,63	973[16]	3,10	0,0917
	VÍA INTERNA EL CORZO	3,41	68[17]	3,10	0,0083

[16] Se asume el 2% de la flota vehicular total aforada en el mismo tramo.
[17] Se asume el 2% del total de los camiones aforados en el punto Av Villavicencio (ALO - Av Primero de Mayo)

Fuentes de emisión	Descripción	Logitud de la vía (Km)	No. Vehículos (día)	Factor de Emisión FE (g/VKT)	Emisión (ET) g/s
Vía externa pavimentada **(Polvo desprendido en la vía por el rodamiento)**	AV PRIMERO DE MAYO (AV BOYACA - AV NQS)	3,89	88.288	0,16	0,65365
	AV NQS (AV PRIMERO DE MAYO - AV CALLE 8 SUR)	0,75	141.758	0,10	0,12517
Vía externa pavimentada **(Polvo desprendido en la vía por el rodamiento)**	AV CALLE 8 SUR (AV NQS - AV CALLE 1)	0,59	27.710	1,35	0,25399
	AV CALLE 1 (AV CALLE 8 SUR - AV CARACAS)	1,61	44.435	0,31	0,25690
	AV CARACAS (AV CALLE 1 - AV CALLE 26)	3,21	67.935	0,48	1,21657
Vía externa pavimentada **(Polvo desprendido en la vía por el rodamiento)**	AV CARACAS (AV CALLE 26 - AV CALLE 53)	2,78	65.443	0,10	0,20373
	AV CARACAS (AV CALLE 53 - AV CALLE 76)	2,71	64.423	0,28	0,57163

Fuente: INGETEC, 2018.

En la siguiente tabla se presentan las emisiones estimadas a las fuentes móviles, obtenidas mediante el uso de la herramienta Modelo IVE versión 2.0.

Tabla 5.2.1-199 Emisiones estimadas Fuente móvil (vehículos)

Fuente lineal	Sentido de circulación	Autos	Buses	Camiones	Motos	Total
AV VILLAVICENCIO (ALO - AV PRIMERO DE MAYO)	**E - W**	8.797,00	2.719,00	1.389,00	6.547,00	19.452,00
	W - E	15.268,00	2.261,00	2.020,00	9.626,00	29.175,00
	Total/día	24.065,00	4.980,00	3.409,00	16.173,00	48.627,00
	Total/hr	1.002,71	207,50	142,04	673,88	2.026,13
	Total paradas (vh*semaf)	7.018,96	1.452,50	994,29	4.717,13	14.182,88
	Distancia recorrida (Km recorridos)	1.453,93	300,88	205,96	977,12	2.937,88
	EMISION CO	2,86	0,64	0,38	58,49	62,37
	EMISION VOC	0,85	0,27	0,14	9,71	10,98
	EMISION NO2	0,74	0,16	0,11	3,70	4,70
	EMISION SO2	0,0006	0,0001	0,0001	0,0003	0,0011
	EMISION PM	0,37	0,22	0,06	0,44	1,10
AV PRIMERO DE MAYO (AV VILLAVICENCIO - AV BOYACA)	**E - W**	26.737,00	2.790,00	610,00	8.915,00	39.052,00
	W - E	29.875,00	3.917,00	1.123,00	13.685,00	48.600,00
	Total/día	56.612,00	6.707,00	1.733,00	22.600,00	87.652,00
	Total/hr	2.358,83	279,46	72,21	941,67	3.652,17
	Total paradas (vh*semaf)	18.870,67	2.235,67	577,67	7.533,33	29.217,33
	Distancia recorrida (Km recorridos)	6.368,85	754,54	194,96	2.542,50	9.860,85
	EMISION CO	8,02	1,03	0,23	98,74	108,02
	EMISION VOC	2,48	0,46	0,09	16,73	19,75
	EMISION NO2	2,92	0,36	0,09	6,00	9,37

Fuente lineal	Sentido de circulación	Autos	Buses	Camiones	Motos	Total
	EMISION SO2	0,0024	0,0003	0,0000	0,0007	0,0034
	EMISION PM	1,06	0,37	0,04	0,74	2,21
AV PRIMERO DE MAYO (AV BOYACA - AV NQS)	**E - W**	23.517,00	6.160,00	2.330,00	13.139,00	45.146,00
	W - E	23.161,00	5.492,00	2.297,00	12.192,00	43.142,00
	Total/día	46.678,00	11.652,00	4.627,00	25.331,00	88.288,00
	Total/hr	1.944,92	485,50	192,79	1.055,46	3.678,67
	Total paradas (vh*semaf)	15.559,33	3.884,00	1.542,33	8.443,67	29.429,33
	Distancia recorrida (Km recorridos)	7.565,73	1.888,60	749,96	4.105,73	14.310,01
	EMISION CO	6,94	1,87	0,64	117,48	126,93
	EMISION VOC	2,22	0,86	0,25	20,31	23,65
	EMISION NO2	3,28	0,85	0,33	6,85	11,30
	EMISION SO2	0,0027	0,0006	0,0002	0,0010	0,0045
	EMISION PM	0,94	0,69	0,12	0,88	2,63
AV NQS (AV PRIMERO DE MAYO - AV CALLE 8 SUR)	**N-S (Mixtos)**	46.153,00	1.509,00	3.516,00	18.118,00	69.296,00
	N-S (BRT)	-	1.805,00	-	-	1.805,00
	S-N (Mixtos)	42.119,00	1.608,00	2.675,00	22.436,00	68.838,00
	S-N (BRT)	-	1.819,00	-	-	1.819,00
	Total/día	88.272,00	6.741,00	6.191,00	40.554,00	141.758,00
	Total/hr	3.678,00	280,88	257,96	1.689,75	5.906,58
	Total paradas (vh*semaf)	3.678,00	280,88	257,96	1.689,75	5.906,58
	Distancia recorrida (Km recorridos)	2.758,50	210,66	193,47	1.267,31	4.429,94
	EMISION CO	1,77	0,15	0,12	25,93	27,96
	EMISION VOC	0,60	0,07	0,05	4,62	5,34
	EMISION NO2	1,14	0,09	0,08	1,41	2,72
	EMISION SO2	0,0009	0,0001	0,0000	0,0003	0,0013
	EMISION PM	0,25	0,06	0,02	0,19	0,52
AV CALLE 8 SUR (AV NQS - AV CALLE 1)	**E - W**	8.287,00	369,00	451,00	2.180,00	11.287,00
	W - E	12.474,00	284,00	650,00	3.015,00	16.423,00
	Total/día	20.761,00	653,00	1.101,00	5.195,00	27.710,00
	Total/hr	865,04	27,21	45,88	216,46	1.154,58
	Total paradas (vh*semaf)	865,04	27,21	45,88	216,46	1.154,58
	Distancia recorrida (Km recorridos)	510,37	16,05	27,07	127,71	681,20
	EMISION CO	0,40	0,01	0,02	3,13	3,56
	EMISION VOC	0,13	0,01	0,01	0,55	0,69
	EMISION NO2	0,22	0,01	0,01	0,18	0,41
	EMISION SO2	0,0002	0,0000	0,0000	0,0000	0,0002
	EMISION PM	0,06	0,01	0,00	0,02	0,09
AV CALLE 1 (AV CALLE 8 SUR - AV	**E - W**	10.024,00	951,00	596,00	5.097,00	16.668,00
	W - E	19.199,00	1.041,00	776,00	6.751,00	27.767,00

Fuente lineal	Sentido de circulación	Autos	Buses	Camiones	Motos	Total
CARACAS)	**Total/día**	29.223,00	1.992,00	1.372,00	11.848,00	44.435,00
	Total/hr	1.217,63	83,00	57,17	493,67	1.851,46
	Total paradas (vh*semaf)	9.741,00	664,00	457,33	3.949,33	14.811,67
	Distancia recorrida (Km recorridos)	1.960,38	133,63	92,04	794,80	2.980,85
	EMISION CO	3,96	0,29	0,17	48,84	53,27
	EMISION VOC	1,18	0,13	0,06	8,10	9,47
	EMISION NO2	1,00	0,07	0,05	3,10	4,22
	EMISION SO2	0,0009	0,0001	0,0000	0,0003	0,0012
	EMISION PM	0,51	0,10	0,03	0,37	1,01
AV CARACAS (AV CALLE 1 - AV CALLE 26)	**N-S (Mixtos)**	19.244,00	99,00	922,00	13.490,00	33.755,00
	N-S (BRT)	-	2.528,00	-	-	2.528,00
	S-N (Mixtos)	16.765,00	150,00	781,00	11.264,00	28.960,00
	S-N (BRT)	-	2.692,00	-	-	2.692,00
	Total/día	36.009,00	5.469,00	1.703,00	24.754,00	67.935,00
	Total/hr	1.500,38	227,88	70,96	1.031,42	2.830,63
	Total paradas (vh*semaf)	16.504,13	2.506,63	780,54	11.345,58	31.136,88
	Distancia recorrida (Km recorridos)	4.816,20	731,48	227,78	3.310,85	9.086,31
	EMISION CO	6,91	1,13	0,31	145,90	154,25
	EMISION VOC	2,11	0,50	0,11	24,55	27,28
	EMISION NO2	2,27	0,36	0,11	8,99	11,72
	EMISION SO2	0,0019	0,0003	0,0001	0,0009	0,0032
	EMISION PM	0,90	0,41	0,05	1,10	2,46
AV CARACAS (AV CALLE 26 - AV CALLE 53)	**N-S (Mixtos)**	17.612,00	86,00	577,00	9.587,00	27.862,00
	N-S (BRT)	-	4.122,00	-	-	4.122,00
	S-N (Mixtos)	17.891,00	80,00	458,00	11.090,00	29.519,00
	S-N (BRT)	-	3.940,00	-	-	3.940,00
	Total/día	35.503,00	8.228,00	1.035,00	20.677,00	65.443,00
	Total/hr	1.479,29	342,83	43,13	861,54	2.726,79
	Total paradas (vh*semaf)	22.189,38	2.742,67	345,00	6.892,33	21.814,33
	Distancia recorrida (Km recorridos)	4.112,43	953,08	119,89	2.395,09	7.580,48
	EMISION CO	8,97	1,26	0,25	90,71	101,18
	EMISION VOC	2,66	0,56	0,09	15,39	18,70
	EMISION NO2	2,15	0,45	0,06	5,50	8,16
	EMISION SO2	0,0019	0,0003	0,0000	0,0007	0,0029
	EMISION PM	1,14	0,46	0,04	0,68	2,32
AV CARACAS (AV CALLE 53 - AV CALLE 76)	**N-S (Mixtos)**	19.265,00	65,00	580,00	11.022,00	30.932,00
	N-S (BRT)	-	4.194,00	-	-	4.194,00
	S-N (Mixtos)	13.873,00	54,00	660,00	11.084,00	25.671,00

Fuente lineal	Sentido de circulación	Autos	Buses	Camiones	Motos	Total
	S-N (BRT)	-	3.626,00	-	-	3.626,00
	Total/día	33.138,00	7.939,00	1.240,00	22.106,00	64.423,00
	Total/hr	1.380,75	330,79	51,67	921,08	2.684,29
	Total paradas (vh*semaf)	17.949,75	4.300,29	671,67	11.974,08	34.895,79
	Distancia recorrida (Km recorridos)	3.741,83	896,45	140,02	2.496,14	7.274,43
	EMISION CO	7,31	1,89	0,26	148,56	158,02
	EMISION VOC	2,18	0,81	0,09	24,66	27,76
	EMISION NO2	1,90	0,47	0,07	9,39	11,84
	EMISION SO2	0,0016	0,0004	0,0000	0,0008	0,0028
	EMISION PM	0,94	0,66	0,04	1,13	2,77

Fuente: INGETEC, 2018.

- Escenario Operación

A continuación se presentan las emisiones de PM_{10} y $PM_{2,5}$ estimadas para cada una de las fuentes lineales (vías) identificadas.

Tabla 5.2.1-200 Emisiones estimadas Fuente Lineal (vías) con la reducción del 70% del tráfico sobre la Av. Caracas – PM_{10}

Fuentes de emisión	Descripción	Logitud de la vía (Km)	No. Vehículos (día)	Factor de Emisión FE (g/VKT)	Emisión (ET) g/s
Vía externa pavimentada **(Polvo desprendido en la vía por el rodamiento)**	AV VILLAVICENCIO (ALO - AV PRIMERO DE MAYO)	1,45	107.026	2,65	4,73810
	AV PRIMERO DE MAYO (AV VILLAVICENCIO - AV BOYACA)	2,70	192.913	0,84	5,06787
Vía externa no pavimentada **(Polvo desprendido en la vía por el rodamiento)**	AV VILLAVICENCIO (ALO - AV PRIMERO DE MAYO)	2,63	2.141	37,25	2,42291
	VÍA INTERNA EL CORZO	3,41	150	37,25	0,22061
Vía externa pavimentada **(Polvo desprendido en la vía por el rodamiento)**	AV PRIMERO DE MAYO (AV BOYACA - AV NQS)	3,89	194.318	0,68	5,94644
	AV NQS (AV PRIMERO DE MAYO - AV CALLE 8 SUR)	0,75	324.585	0,36	1,02097
Vía externa pavimentada **(Polvo desprendido en la vía por el rodamiento)**	AV CALLE 8 SUR (AV NQS - AV CALLE 1)	0,59	64.384	5,60	2,43931
	AV CALLE 1 (AV CALLE 8 SUR - AV CARACAS)	1,61	148.942	1,40	3,88695
	AV CARACAS (AV CALLE 1 - AV CALLE 26)	3,21	47.014	2,34	4,09822
Vía externa pavimentada **(Polvo desprendido en la vía por el rodamiento)**	AV CARACAS (AV CALLE 26 - AV CALLE 53)	2,78	22.670	0,85	0,62174
	AV CARACAS (AV CALLE 53 - AV CALLE 76)	2,71	27.746	2,06	1,78873

Tabla 5.2.1-201 Emisiones estimadas Fuente Lineal (vías) con el 100% del tráfico sobre la Av. Caracas – PM_{10}

Fuentes de emisión	Descripción	Logitud de la vía (Km)	No. Vehículos (día)	Factor de Emisión FE (g/VKT)	Emisión (ET) g/s
Vía externa pavimentada **(Polvo desprendido en la vía por el rodamiento)**	AV VILLAVICENCIO (ALO - AV PRIMERO DE MAYO)	1,45	107.026	2,65	4,73810
	AV PRIMERO DE MAYO (AV VILLAVICENCIO - AV BOYACA)	2,70	192.913	0,84	5,06787
Vía externa no pavimentada **(Polvo desprendido en la vía por el rodamiento)**	AV VILLAVICENCIO (ALO - AV PRIMERO DE MAYO)	2,63	2.141	37,25	2,42291
	VÍA INTERNA EL CORZO	3,41	150	37,25	0,22061
Vía externa pavimentada **(Polvo desprendido en la vía por el rodamiento)**	AV PRIMERO DE MAYO (AV BOYACA - AV NQS)	3,89	194.318	0,68	5,94644
	AV NQS (AV PRIMERO DE MAYO - AV CALLE 8 SUR)	0,75	324.585	0,36	1,02097
Vía externa pavimentada **(Polvo desprendido en la vía por el rodamiento)**	AV CALLE 8 SUR (AV NQS - AV CALLE 1)	0,59	64.384	5,60	2,43931
	AV CALLE 1 (AV CALLE 8 SUR - AV CARACAS)	1,61	148.942	1,40	3,88695
	AV CARACAS (AV CALLE 1 - AV CALLE 26)	3,21	143.252	1,49	7,93211
Vía externa pavimentada **(Polvo desprendido en la vía por el rodamiento)**	AV CARACAS (AV CALLE 26 - AV CALLE 53)	2,78	56.755	0,41	0,75213
	AV CARACAS (AV CALLE 53 - AV CALLE 76)	2,71	74.241	0,98	2,26907

Fuente: METROBOG 2018.

Tabla 5.2.1-202 Emisiones estimadas Fuente Lineal (vías) con la reducción del 70% del tráfico sobre la Av. Caracas – $PM_{2,5}$

Fuentes de emisión	Descripción	Logitud de la vía (Km)	No. Vehículos (día)	Factor de Emisión FE (g/VKT)	Emisión (ET) g/s
Vía externa pavimentada (Polvo desprendido en la vía por el rodamiento)	AV VILLAVICENCIO (ALO - AV PRIMERO DE MAYO)	1,45	107.026	0,64	1,1463
	AV PRIMERO DE MAYO (AV VILLAVICENCIO - AV BOYACA)	2,70	192.913	0,20	1,2261
Vía externa no pavimentada **(Polvo desprendido en la vía por el rodamiento)**	AV VILLAVICENCIO (ALO - AV PRIMERO DE MAYO)	2,63	2.141	3,10	0,2019
	VÍA INTERNA EL CORZO	3,41	150	3,10	0,0184
Vía externa pavimentada **(Polvo desprendido en la vía por el rodamiento)**	AV PRIMERO DE MAYO (AV BOYACA - AV NQS)	3,89	194.318	0,16	1,43865
	AV NQS (AV PRIMERO DE MAYO - AV CALLE 8 SUR)	0,75	324.585	0,09	0,24701

Vía externa pavimentada **(Polvo desprendido en la vía por el rodamiento)**	AV CALLE 8 SUR (AV NQS - AV CALLE 1)	0,59	64.384	1,35	0,59015
	AV CALLE 1 (AV CALLE 8 SUR - AV CARACAS)	1,61	148.942	0,34	0,94039
	AV CARACAS (AV CALLE 1 - AV CALLE 26)	3,21	47.014	0,57	0,99151
Vía externa pavimentada **(Polvo desprendido en la vía por el rodamiento)**	AV CARACAS (AV CALLE 26 - AV CALLE 53)	2,78	22.670	0,21	0,15042
	AV CARACAS (AV CALLE 53 - AV CALLE 76)	2,71	27.746	0,50	0,43276

Fuente: METROBOG 2018.

Tabla 5.2.1-203 Emisiones estimadas Fuente Lineal (vías) con el 100% del tráfico sobre la Av. Caracas – $PM_{2,5}$

Fuentes de emisión	Descripción	Logitud de la vía (Km)	No. Vehículos (día)	Factor de Emisión FE (g/VKT)	Emisión (ET) g/s
Vía externa pavimentada (Polvo desprendido en la vía por el rodamiento)	AV VILLAVICENCIO (ALO - AV PRIMERO DE MAYO)	1,45	107.026	0,64	1,1463
	AV PRIMERO DE MAYO (AV VILLAVICENCIO - AV BOYACA)	2,70	192.913	0,20	1,2261
Vía externa no pavimentada **(Polvo desprendido en la vía por el rodamiento)**	AV VILLAVICENCIO (ALO - AV PRIMERO DE MAYO)	2,63	2.141	3,10	0,2019
	VÍA INTERNA EL CORZO	3,41	150	3,10	0,0184
Vía externa pavimentada **(Polvo desprendido en la vía por el rodamiento)**	AV PRIMERO DE MAYO (AV BOYACA - AV NQS)	3,89	194.318	0,16	1,43865
	AV NQS (AV PRIMERO DE MAYO - AV CALLE 8 SUR)	0,75	324.585	0,09	0,24701
Vía externa pavimentada **(Polvo desprendido en la vía por el rodamiento)**	AV CALLE 8 SUR (AV NQS - AV CALLE 1)	0,59	64.384	1,35	0,59015
	AV CALLE 1 (AV CALLE 8 SUR - AV CARACAS)	1,61	148.942	0,34	0,94039
	AV CARACAS (AV CALLE 1 - AV CALLE 26)	3,21	143.252	0,36	1,91906
Vía externa pavimentada **(Polvo desprendido en la vía por el rodamiento)**	AV CARACAS (AV CALLE 26 - AV CALLE 53)	2,78	56.755	0,24	0,43153
	AV CARACAS (AV CALLE 53 - AV CALLE 76)	2,71	74.241	0,24	0,54897

Fuente: METROBOG 2018.

A continuación se presentan las emisiones de material particulado de las fuentes móviles estimadas a partir del uso de la herramienta Modelo IVE versión 2.0.

Tabla 5.2.1-204 Emisiones estimadas Fuente móvil (vehículos)

Fuente lineal	Sentido de circulación	Autos	Buses	Camiones	Motos	Total
AV VILLAVICENCIO (ALO - AV PRIMERO DE MAYO)	**E - W**	19.361,00	5.985,00	3.058,00	14.409,00	42.813,00
	W - E	33.605,00	4.975,00	4.446,00	21.187,00	64.213,00
	Total/día	52.966,00	10.960,00	7.504,00	35.596,00	107.026,00
	Total/hr	2.206,92	456,67	312,67	1.483,17	4.459,42
	Total paradas (vh*semaf)	22.069,17	4.566,67	3.126,67	14.831,67	44.594,17
	Distancia recorrida (Km recorridos)	3.200,03	662,17	453,37	2.150,59	6.466,15
	EMISION PM	1,11	0,68	0,20	1,36	3,35
AV PRIMERO DE MAYO (AV VILLAVICENCIO - AV BOYACA)	**E - W**	58.845,00	6.142,00	1.341,00	19.621,00	85.949,00
	W - E	65.753,00	8.621,00	2.472,00	30.118,00	106.964,00
	Total/día	124.598,00	14.763,00	3.813,00	49.739,00	192.913,00
	Total/hr	5.191,58	615,13	158,88	2.072,46	8.038,04
	Total paradas (vh*semaf)	41.532,67	4.921,00	1.271,00	16.579,67	64.304,33
	Distancia recorrida (Km recorridos)	14.017,28	1.660,84	428,96	5.595,64	21.702,71
	EMISION PM	0,03	0,81	0,09	1,64	2,57
AV PRIMERO DE MAYO (AV BOYACA - AV NQS)	**E - W**	51.761,00	13.557,00	5.129,00	28.918,00	99.365,00
	W - E	50.976,00	12.088,00	5.055,00	26.834,00	94.953,00
	Total/día	102.737,00	25.645,00	10.184,00	55.752,00	194.318,00
	Total/hr	4.280,71	1.068,54	424,33	2.323,00	8.096,58
	Total paradas (vh*semaf)	29.964,96	4.274,17	1.697,33	9.292,00	32.386,33
	Distancia recorrida (Km recorridos)	16.651,96	4.156,63	1.650,66	9.036,47	31.495,71
	EMISION PM	1,88	0,94	0,23	1,14	4,19
AV NQS (AV PRIMERO DE MAYO - AV CALLE 8 SUR)	**N-S (Mixtos)**	107.240,00	3.507,00	8.169,00	42.097,00	161.013,00
	N-S (BRT)	-	1.805,00	-	-	1.805,00
	S-N (Mixtos)	97.866,00	3.735,00	6.216,00	52.131,00	159.948,00
	S-N (BRT)	-	1.819,00	-	-	1.819,00
	Total/día	205.106,00	10.866,00	14.385,00	94.228,00	324.585,00
	Total/hr	8.546,08	452,75	599,38	3.926,17	100,00
	Total paradas (vh*semaf)	8.546,08	452,75	599,38	3.926,17	100,00
	Distancia recorrida (Km recorridos)	6.409,56	339,56	449,53	2.944,63	75,00
	EMISION PM	0,00	0,09	0,05	0,45	0,59
AV CALLE 8 SUR (AV NQS - AV CALLE 1)	**E - W**	19.254,00	856,00	1.047,00	5.066,00	26.223,00
	W - E	28.984,00	660,00	1.510,00	7.007,00	38.161,00
	Total/día	48.238,00	1.516,00	2.557,00	12.073,00	64.384,00
	Total/hr	2.009,92	63,17	106,54	503,04	2.682,67
	Total paradas (vh*semaf)	2.009,92	63,17	106,54	503,04	2.682,67
	Distancia recorrida (Km recorridos)	1.185,85	37,27	62,86	296,79	1.582,77
	EMISION PM	0,13	0,01	0,01	0,05	0,20

Fuente lineal	Sentido de circulación	Autos	Buses	Camiones	Motos	Total
AV CALLE 1 (AV CALLE 8 SUR - AV CARACAS)	**E - W**	34.936,00	3.312,00	2.077,00	11.842,00	52.167,00
	W - E	66.915,00	3.627,00	2.703,00	23.530,00	96.775,00
	Total/día	101.851,00	6.939,00	4.780,00	35.372,00	148.942,00
	Total/hr	4.243,79	289,13	199,17	1.473,83	6.205,92
	Total paradas (vh*semaf)	33.950,33	2.313,00	1.593,33	11.790,67	49.647,33
	Distancia recorrida (Km recorridos)	6.832,50	465,49	320,66	2.372,87	9.991,53
	EMISION PM	1,76	0,36	0,10	1,11	3,33
AV CARACAS (AV CALLE 1 - AV CALLE 26)	**N-S (Mixtos)**	42.355,00	219,00	2.029,00	29.691,00	74.294,00
	N-S (BRT)	-	2.528,00	-	-	2.528,00
	S-N (Mixtos)	36.898,00	330,00	1.719,00	24.791,00	63.738,00
	S-N (BRT)	-	2.692,00	-	-	2.692,00
	Total/día	23.775,90	5.769,00	1.124,40	16.344,60	47.013,90
	Total/hr	990,66	240,38	46,85	681,03	1.958,91
	Total paradas (vh*semaf)	10.897,29	2.644,13	515,35	7.491,28	21.548,04
	Distancia recorrida (Km recorridos)	3.180,03	771,60	150,39	2.186,09	6.288,11
	EMISION PM	1,99	0,43	0,04	0,73	3,18
AV CARACAS (AV CALLE 26 - AV CALLE 53)	**N-S (Mixtos)**	18.515,00	-	351,00	6.899,00	25.765,00
	N-S (BRT)	-	4.122,00	-	-	4.122,00
	S-N (Mixtos)	18.810,00	-	186,00	3.932,00	22.928,00
	S-N (BRT)	-	3.940,00	-	-	3.940,00
	Total/día	11.197,50	8.062,00	161,10	3.249,30	22.669,90
	Total/hr	466,56	335,92	6,71	135,39	944,58
	Total paradas (vh*semaf)	6.998,44	5.038,75	100,69	2.030,81	14.168,69
	Distancia recorrida (Km recorridos)	1.297,04	933,85	18,66	376,38	2.625,93
	EMISION PM	1,20	0,77	0,01	0,19	2,16
AV CARACAS (AV CALLE 53 - AV CALLE 76)	**N-S (Mixtos)**	16.263,00	-	332,00	4.833,00	21.428,00
	N-S (BRT)	-	4.194,00	-	-	4.194,00
	S-N (Mixtos)	11.285,00	-	335,00	33.373,00	44.993,00
	S-N (BRT)	-	3.626,00	-	-	3.626,00
	Total/día	8.264,40	7.820,00	200,10	11.461,80	27.746,30
	Total/hr	344,35	325,83	8,34	477,58	1.156,10
	Total paradas (vh*semaf)	4.476,55	4.235,83	108,39	6.208,48	15.029,25
	Distancia recorrida (Km recorridos)	933,19	883,01	22,59	1.294,23	3.133,02
	EMISION PM	0,78	0,65	0,01	0,58	2,02

Fuente: METROBOG, 2018.

El laboratorio K2 Ingeniería estimó las emisiones de gases de interés (NO_2, SO_2, CO y VOC) fueron determinadas para cada uno de los tramos del proyecto durante la etapa de operación (ver Tabla 5.2.1-182) El cálculo tuvo en cuenta las emisiones por re suspensión de material en vía pavimentada y emisiones por tubos de escape.

Tabla 5.2.1-205. Emisiones estimadas Operación

Tramo	Emisiones Estimadas (Flota vehicular) [Ton/año]			
	NO_2	SO_2	CO	VOC
Tramo 1	11,69	1,45	215,88	8,71
Tramo 2	11,95	1,33	257,75	9,6
Tramo 3	20,92	2,33	451,03	16,8
Tramo 4	27,13	3,36	501,13	20,23
Tramo 5	21,67	2,41	467,25	17,41
Tramo 6	4,77	0,59	88,05	3,55
Tramo 7	6,48	0,8	119,63	4,83

Fuente: K2 INGENIERÍA S.A.S., 2017.

- Escenario Construcción

A continuación se presentan las emisiones de PM_{10} y $PM_{2,5}$ estimadas para cada una de las fuentes lineales (vías) identificadas durante la fase de construcción:

Tabla 5.2.1-206 Emisiones estimadas Fuente Lineal (vías) – PM_{10}

Fuentes de emisión	Descripción	Logitud de la vía (Km)	No. Vehículos (día)	Factor de Emisión FE (g/VKT)	Emisión (ET) g/s
Vía externa pavimentada **(Polvo desprendido en la vía por el rodamiento)**	AV VILLAVICENCIO (ALO - AV PRIMERO DE MAYO)	1,45	57.754	2,65	2,55680
	AV PRIMERO DE MAYO (AV VILLAVICENCIO - AV BOYACA)	2,70	104.102	0,84	2,73478
Vía externa no pavimentada **(Polvo desprendido en la vía por el rodamiento)**	AV VILLAVICENCIO (ALO - AV PRIMERO DE MAYO)	2,63	1.155	37,25	1,30747
	VÍA INTERNA EL CORZO	3,41	81	37,25	0,11904
Vía externa pavimentada **(Polvo desprendido en la vía por el rodamiento)**	AV PRIMERO DE MAYO (AV BOYACA - AV NQS)	3,89	104.861	0,68	3,20891
	AV NQS (AV PRIMERO DE MAYO - AV CALLE 8 SUR)	0,75	169.115	0,39	0,57609
Vía externa pavimentada **(Polvo desprendido en la vía por el rodamiento)**	AV CALLE 8 SUR (AV NQS - AV CALLE 1)	0,59	33.197	5,60	1,25773
	AV CALLE 1 (AV CALLE 8 SUR - AV CARACAS)	1,61	76.796	6,26	8,93206
	AV CARACAS (AV CALLE 1 - AV CALLE 26)	3,21	79.707	2,54	7,52856
Vía externa pavimentada **(Polvo desprendido en la vía por el rodamiento)**	AV CARACAS (AV CALLE 26 - AV CALLE 53)	2,78	29.559	0,12	0,11298
	AV CARACAS (AV CALLE 53 - AV CALLE 76)	2,71	26.581	0,13	0,10501

Fuente: METROBOG, 2018

Tabla 5.2.1-207 Emisiones estimadas Fuente Lineal (vías) – $PM_{2,5}$

Fuentes de emisión	Descripción	Logitud de la vía (Km)	No. Vehículos (día)	Factor de Emisión FE (g/VKT)	Emisión (ET) g/s
Vía externa pavimentada (Polvo desprendido en la vía por el rodamiento)	AV VILLAVICENCIO (ALO - AV PRIMERO DE MAYO)	1,45	48.627	0,02	0,0158
	AV PRIMERO DE MAYO (AV VILLAVICENCIO - AV BOYACA)	2,70	87.652	0,01	0,0365
Vía externa no pavimentada **(Polvo desprendido en la vía por el rodamiento)**	AV VILLAVICENCIO (ALO - AV PRIMERO DE MAYO)	2,63	973	3,10	0,0917
	VÍA INTERNA EL CORZO	3,41	68	3,10	0,0083
Vía externa pavimentada **(Polvo desprendido en la vía por el rodamiento)**	AV PRIMERO DE MAYO (AV BOYACA - AV NQS)	3,89	88.288	0,02	0,08042
	AV NQS (AV PRIMERO DE MAYO - AV CALLE 8 SUR)	0,75	141.758	0,01	0,01437
Vía externa pavimentada **(Polvo desprendido en la vía por el rodamiento)**	AV CALLE 8 SUR (AV NQS - AV CALLE 1)	0,59	27.710	0,01	0,00199
	AV CALLE 1 (AV CALLE 8 SUR - AV CARACAS)	1,61	44.435	0,01	0,00978
	AV CARACAS (AV CALLE 1 - AV CALLE 26)	3,21	67.935	0,01	0,03251
Vía externa pavimentada **(Polvo desprendido en la vía por el rodamiento)**	AV CARACAS (AV CALLE 26 - AV CALLE 53)	2,78	65.443	0,03	0,06051
	AV CARACAS (AV CALLE 53 - AV CALLE 76)	2,71	64.423	0,03	0,06157

Fuente: METROBOG, 2018.

A continuación se presentan las emisiones de material particulado delas fuentes móviles estimadas a partir del uso de la herramienta Modelo IVE versión 2.0.

Tabla 5.2.1-208 Emisiones estimadas Fuente móvil (vehículos)

Fuente línea	Sentido de circulación	Autos	Buses	Camiones	Motos	Total
AV VILLAVICENCIO (ALO - AV PRIMERO DE MAYO)	**E - W**	1.651,00	510,00	261,00	1.229,00	3.651,00
	W - E	2.866,00	424,00	379,00	1.807,00	5.476,00
	Total/día	4.517,00	934,00	640,00	3.036,00	9.127,00
	Total/hr	188,21	38,92	26,67	126,50	380,29
	Total paradas (vh*semaf)	1.882,08	389,17	266,67	1.265,00	3.802,92
	Distancia recorrida (Km recorridos)	272,90	56,43	38,67	183,43	551,42
	EMISION PM	0,09	0,06	0,02	0,12	0,29
AV PRIMERO DE MAYO (AV VILLAVICENCIO - AV BOYACA)	**E - W**	5.018,00	524,00	114,00	1.673,00	7.329,00
	W - E	5.607,00	735,00	211,00	2.568,00	9.121,00
	Total/día	10.625,00	1.259,00	325,00	4.241,00	16.450,00
	Total/hr	442,71	52,46	13,54	176,71	685,42
	Total paradas (vh*semaf)	3.541,67	419,67	108,33	1.413,67	5.483,33

Fuente línea	Sentido de circulación	Autos	Buses	Camiones	Motos	Total
	Distancia recorrida (Km recorridos)	1.195,31	141,64	36,56	477,11	1.850,63
	EMISION PM	0,03	0,07	0,01	0,14	0,25
AV PRIMERO DE MAYO (AV BOYACA - AV NQS)	**E - W**	4.414,00	1.159,00	437,00	2.466,00	8.476,00
	W - E	4.347,00	1.031,00	431,00	2.288,00	8.097,00
	Total/día	8.761,00	2.190,00	868,00	4.754,00	16.573,00
	Total/hr	365,04	91,25	36,17	198,08	690,54
	Total paradas (vh*semaf)	2.920,33	730,00	289,33	1.584,67	5.524,33
	Distancia recorrida (Km recorridos)	1.420,01	354,96	140,69	770,54	2.686,21
	EMISION PM	0,18	0,13	0,02	0,17	0,49
AV NQS (AV PRIMERO DE MAYO - AV CALLE 8 SUR)	**N-S (Mixtos)**	9.141,00	299,00	696,00	3.588,00	13.724,00
	N-S (BRT)	-	-	-	-	-
	S-N (Mixtos)	8.342,00	318,00	530,00	4.443,00	13.633,00
	S-N (BRT)	-	-	-	-	-
	Total/día	17.483,00	617,00	1.226,00	8.031,00	27.357,00
	Total/hr	728,46	25,71	51,08	334,63	1.139,88
	Total paradas (vh*semaf)	728,46	25,71	51,08	334,63	1.139,88
	Distancia recorrida (Km recorridos)	546,34	19,28	38,31	250,97	854,91
	EMISION PM	0,00	0,01	0,00	0,04	0,05
AV CALLE 8 SUR (AV NQS - AV CALLE 1)	**E - W**	1.641,00	73,00	89,00	432,00	2.235,00
	W - E	2.470,00	56,00	129,00	597,00	3.252,00
	Total/día	4.111,00	129,00	218,00	1.029,00	5.487,00
	Total/hr	171,29	5,38	9,08	42,88	228,63
	Total paradas (vh*semaf)	171,29	5,38	9,08	42,88	228,63
	Distancia recorrida (Km recorridos)	101,06	3,17	5,36	25,30	134,89
	EMISION PM	0,01	0,00	0,00	0,00	0,02
AV CALLE 1 (AV CALLE 8 SUR - AV CARACAS)	**E - W**	7.989,00	757,00	475,00	1.009,00	10.230,00
	W - E	15.302,00	829,00	619,00	5.381,00	22.131,00
	Total/día	23.291,00	1.586,00	1.094,00	6.390,00	32.361,00
	Total/hr	970,46	66,08	45,58	266,25	1.348,38
	Total paradas (vh*semaf)	7.763,67	528,67	364,67	2.130,00	10.787,00
	Distancia recorrida (Km recorridos)	1.562,44	106,39	73,39	428,66	2.170,88
	EMISION PM	0,40	0,08	0,02	0,20	0,71
AV CARACAS (AV CALLE 1 - AV CALLE 26)	**N-S (Mixtos)**	3.612,00	19,00	173,00	2.532,00	6.336,00
	N-S (BRT)	-	-	-	-	-

Fuente línea	Sentido de circulación	Autos	Buses	Camiones	Motos	Total
	S-N (Mixtos)	3.147,00	28,00	147,00	2.114,00	5.436,00
	S-N (BRT)	-	-	-	-	-
	Total/día	6.759,00	47,00	320,00	4.646,00	11.772,00
	Total/hr	281,63	1,96	13,33	193,58	490,50
	Total paradas (vh*semaf)	3.097,88	21,54	146,67	2.129,42	5.395,50
	Distancia recorrida (Km recorridos)	904,02	6,29	42,80	621,40	1.574,51
	EMISION PM	0,17	0,00	0,01	0,21	0,39
AV CARACAS (AV CALLE 26 - AV CALLE 53)	**N-S (Mixtos)**	9.546,00	-	181,00	3.557,00	13.284,00
	N-S (BRT)	-	4.122,00	-	-	4.122,00
	S-N (Mixtos)	6.089,00	-	96,00	2.028,00	8.213,00
	S-N (BRT)	-	3.940,00	-	-	3.940,00
	Total/día	15.635,00	8.062,00	277,00	5.585,00	29.559,00
	Total/hr	651,46	335,92	11,54	232,71	1.231,63
	Total paradas (vh*semaf)	9.771,88	5.038,75	173,13	3.490,63	18.474,38
	Distancia recorrida (Km recorridos)	1.811,05	933,85	32,09	646,93	3.423,92
	EMISION PM	0,50	0,77	0,01	0,33	1,61
AV CARACAS (AV CALLE 53 - AV CALLE 76)	**N-S (Mixtos)**	9.546,00	-	181,00	3.557,00	13.284,00
	N-S (BRT)	-	4.122,00	-	-	4.122,00
	S-N (Mixtos)	6.089,00	-	96,00	2.028,00	8.213,00
	S-N (BRT)	-	3.940,00	-	-	3.940,00
	Total/día	15.635,00	8.062,00	277,00	5.585,00	29.559,00
	Total/hr	651,46	335,92	11,54	232,71	1.231,63
	Total paradas (vh*semaf)	8.468,96	4.366,92	150,04	3.025,21	16.011,13
	Distancia recorrida (Km recorridos)	1.765,45	910,33	31,28	630,64	3.337,70
	EMISION PM	0,44	0,67	0,01	0,28	1,41

El laboratorio K2 Ingeniería estimo las emisiones de NO_2, SO_2, CO y VOC y material particulado (PM_{10} y $PM_{2,5}$), las cuales fueron calculadas bajo la condición más crítica posible, considerando todos los frentes de trabajo del proyecto de forma simultánea (Patio-Taller, Estaciones y Viaducto). A partir de las actividades identificadas durante la etapa de construcción en las áreas Patio-Taller, Columnas, Construcción de vías y Construcción de Estaciones en la siguiente tabla se presentan los valores obtenidos para las fuentes del proyecto.

Tabla 5.2.1-209 Se presentan las emisiones estimadas con control de emisión – Fuentes del proyecto

Área	Grupos de Actividad	Parámetro (Ton/año)					
		PM_{10}	$PM_{2.5}$	CO	NO_2	SO_2	VOC
Patio-Taller	1. Remoción de suelos (Bulldozing)	0,12	0,06	N/A	N/A	N/A	N/A
	2. Cargue de material	0,15	0,02	N/A	N/A	N/A	N/A
	3. Descargue de material	0,81	0,12	N/A	N/A	N/A	N/A
	4. Tubo de escape maquinaria fuera de vía	0,14	0,07	0,94	1,7	0,04	0,11
Columnas	1. Remoción de suelos (Bulldozing)	0,71	0,38	N/A	N/A	N/A	N/A
	2. Cargue de material	0,12	0,02	N/A	N/A	N/A	N/A
	3. Descargue de concreto	0,04	0,01	N/A	N/A	N/A	N/A
	4. Descargue de material	0,02	0,002	N/A	N/A	N/A	N/A
	5. Perforación	0,38	0,2	N/A	N/A	N/A	N/A
	6. Tubo de escape maquinaria fuera de vía	3,65	1,93	28,03	37	0,09	2,29
Construcción de vías	1. Remoción de suelos (Bulldozing)	0,71	0,38	N/A	N/A	N/A	N/A
	2. Cargue de material	0,2	0,03	N/A	N/A	N/A	N/A
	3. Actividades de construcción de vías	239,11	126,73	N/A	N/A	N/A	N/A
	4. Tubo de escape maquinaria fuera de vía	3,19	1,69	19,22	53,26	0,29	3,61
	5. Transporte	12,9	3,2	1,13	1,73	0,03	1,39
Construcción de Estaciones	1. Remoción de suelos (Bulldozing)	1,42	0,75	N/A	N/A	N/A	N/A
	2. Cargue de material	0,17	0,03	N/A	N/A	N/A	N/A
	3. Descargue de material	0,02	0,003	N/A	N/A	N/A	N/A
	4. Descargue de concreto	0,05	0,01	N/A	N/A	N/A	N/A
	5. Tubo de escape maquinaria fuera de vía	0,46	0,24	3,65	6,2	0,11	0,41

Fuente: K2 INGENIERÍA S.A.S., 2017.

Por otra parte, las emisiones de gases de interés (NO_2, SO_2, CO y VOC) y material particulado – PM_{10} y $PM_{2.5}$, generadas por la re suspensión de material en vía pavimentada y emisiones por tubos de escape de los vehículos que transitarán en los carriles habilitados en la etapa de construcción (Fuentes externas), se presentan en la siguiente tabla.

Tabla 5.2.1-210. Emisiones estimadas flota vehicular

Tramo	Emisiones Estimadas (Flota vehicular) [Ton/año]					
	PM_{10}	$PM_{2.5}$	NO_2	SO_2	CO	VOC
Tramo 1 sección 1	9.441	2.317	1.412	0.027	0.924	1.135
Tramo 1 sección 2	9.285	2.279	0.068	0.001	0.044	0.054
Tramo 1 sección 3	16.187	3.973	0.074	0.001	0.049	0.060
Tramo 1 sección 4	22.818	5.601	0.103	0.002	0.068	0.083
Tramo 2 sección 1	1.741	0.427	0.040	0.001	0.026	0.032
Tramo 2 sección 2	1.842	0.452	0.035	0.001	0.023	0.028

Fuente: K2 INGENIERÍA S.A.S., 2017.

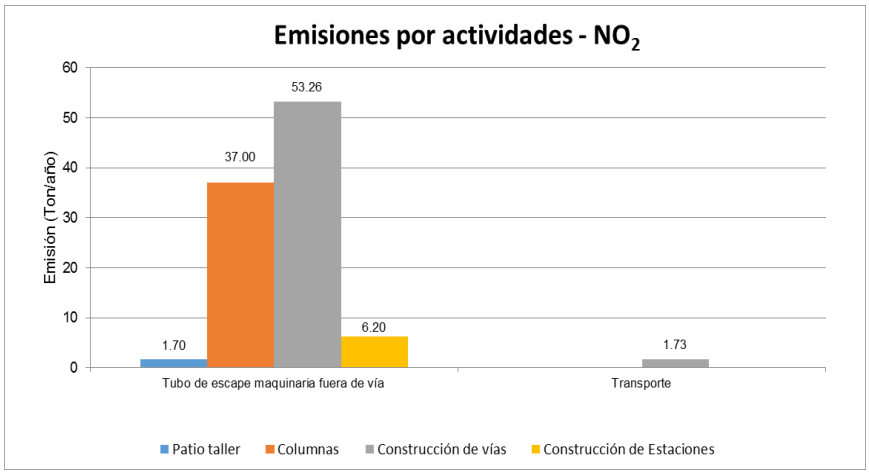


Figura 5.2.1-268 Emisiones NO_2 por actividades
Fuente: K2 INGENIERÍA SA.S., 2017

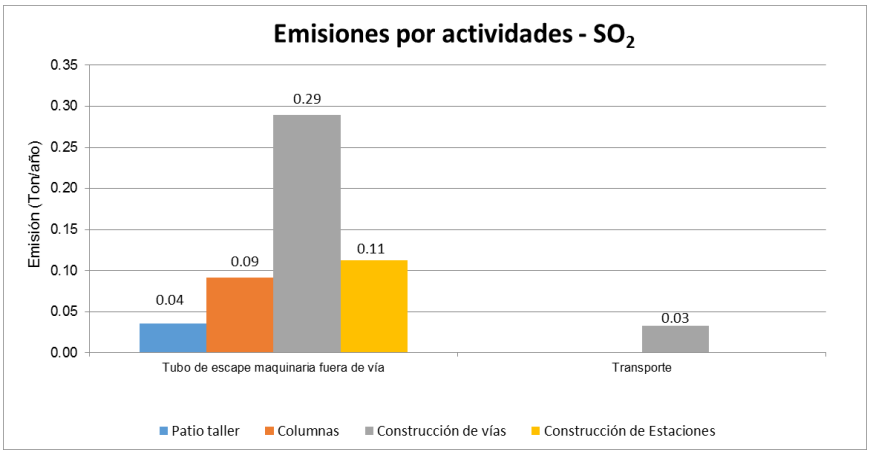


Figura 5.2.1-269 Emisiones SO_2 por actividades
Fuente: K2 INGENIERÍA S.A.S.

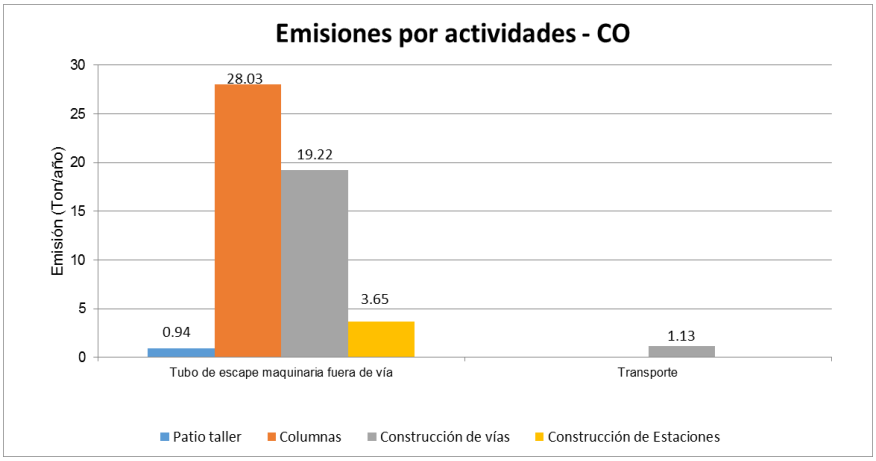


Figura 5.2.1-270 Emisiones CO por actividades
Fuente: K2 INGENIERÍA S.A.S., 2017

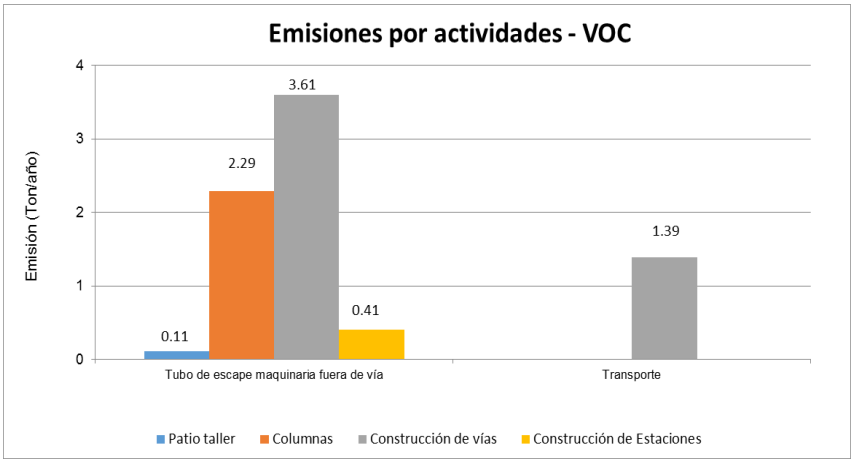


Figura 5.2.1-271 Emisiones VOC por actividades
Fuente: K2 INGENIERÍA S.A.S., 2017

5.2.1.20.9.15 Resultados de la modelación AERMOD

A continuación se presentan los resultados obtenidos en la modelación de cada contaminante, para el periodo anual y 24 horas. Con el propósito de facilitar el desarrollo del numeral, los resultados se agrupan de la siguiente manera:

- Resultados escenario Línea Base
- Resultados escenarios Construcción y Operación sin línea base
- Aportes resultantes para los escenarios con proyecto respecto con las concentraciones de fondo establecidas.

Para el escenario de la etapa de línea base, los resultados corresponden al aforo vehicular y las diferentes actividades identificadas en el numeral 5.2.1.20.9.12. A continuación se presentan los resultados obtenidos:

Material Particulado (PM_{10} y $PM_{2.5}$):

Como se observa en la siguiente tabla las concentraciones máximas simuladas respecto a las concentraciones obtenidas en la campaña de monitoreo para un tiempo de exposición igual a 24 horas representan una desviación menor e igual al 22% para PM10, 58% para PM2,5.

A partir de lo anterior, las emisiones de material particulado (PM_{10} y $PM_{2,5}$) generadas por las fuentes lineales identificadas en la zona del proyecto podrían tener mayor influencia sobre las estaciones que presentan excedencia, es decir: Kennedy, Avenida 68, Hospitales y Calle 52. Ver Tabla 5.2.1-211 .

Tabla 5.2.1-211. Resultados PM_{10}- $PM_{2.5}$24 horas - Escenario Línea Base

Estación	PM10 (µg/m3) 24 horas			PM2,5 (µg/m3) 24 horas		
	Modelado	Medido	Desviación	Modelado	Medido	Desviación
Patio-Taller	4,42	51,45	91,40	0,47	31,28	98,50
Portal Américas	69,33	78,32	11,48	16,58	37,36	55,62
Villa Blanca	21,09	58,81	64,14	5,02	22,15	77,35
Kennedy	59,81	46,02	-29,96	14,40	28,21	48,94
Palenque	27,76	45,40	38,85	6,67	23,55	71,66
Avenida Boyacá	48,19	59,44	18,92	11,63	28,54	59,24
Avenida 68	40,50	39,59	-2,31	9,83	19,54	49,69
Rosario	27,22	35,83	24,02	6,61	19,38	65,88
NQS	39,33	48,75	19,34	9,33	27,49	66,06
Santander	18,12	34,52	47,52	4,39	19,18	77,12
Hospitales	65,54	53,27	-23,05	42,73	33,08	-29,17
Calle 10-11	21,07	42,11	49,96	5,12	24,27	78,90
Calle 26	30,75	37,69	18,40	7,42	16,32	54,50
Calle 45	34,40	43,44	20,80	8,85	22,36	60,42
Calle 52	50,66	45,62	-11,07	13,07	23,23	43,71
Calle 63	21,05	43,01	51,06	5,40	24,01	77,49
Calle 72	20,13	45,35	55,62	5,17	22,23	76,72
Calle 76	6,69	37,19	82,00	1,76	19,44	90,97

Fuente: INGETEC S.A., 2018.

De acuerdo a la Tabla 5.2.1-211, los resultados diarios de material particulado menor a 10 micras (PM_{10}) obtenidos mediante la simulación no superan los 69,3 µg/m^3 siendo el valor diario más alto obtenido en la estación Portal Américas, respecto al material particulado menor a 2,5 micras ($PM_{2,5}$) se obtuvieron concentraciones por debajo de 42,73 µg/m^3 correspondiente a la estación Hospitales.

La Figura 5.2.1-272 y Figura 5.2.1-273 presentan los resultados de la modelación obtenidos para un periodo de 24horas respecto las mediciones de calidad del aire.

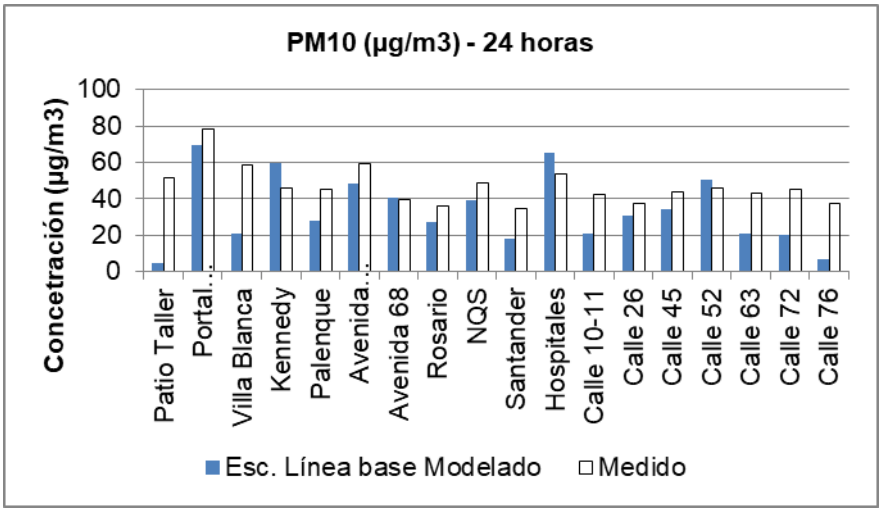


Figura 5.2.1-272 Concentraciones de PM_{10} 24horas - Escenario Línea base
Fuente: INGETEC, 2018.

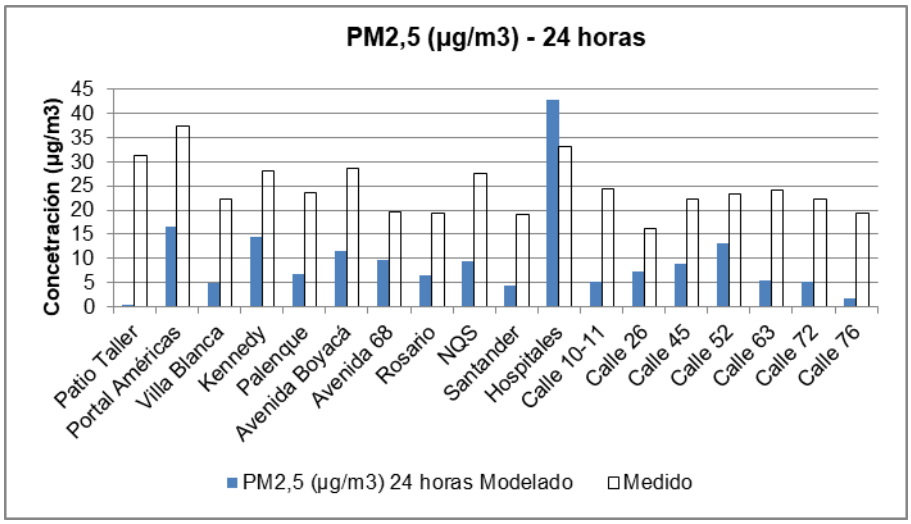


Figura 5.2.1-273 Concentraciones de $PM_{2,5}$ 24horas - Escenario Línea base
Fuente: INGETEC, 2018.

A partir de lo anterior, los valores de concentración obtenidos en las estaciones Calle 63, Calle 72 y Calle 76 presentaron menor aproximación a las concentraciones medidas, debido la distancia existente entre las estaciones y las fuentes lineales (250 m aprox.). Respecto la estación Patio-Taller el modelo asumió el 2% del tráfico vehicular aforado en el punto “Av Villavicencio (ALO - av. primero de mayo). Es de resaltar que las emisiones obtenidas en el escenario Línea Base corresponden a las emisiones atribuidas por el tráfico rodado aforado en cada una las vías identificadas en la zona del proyecto.

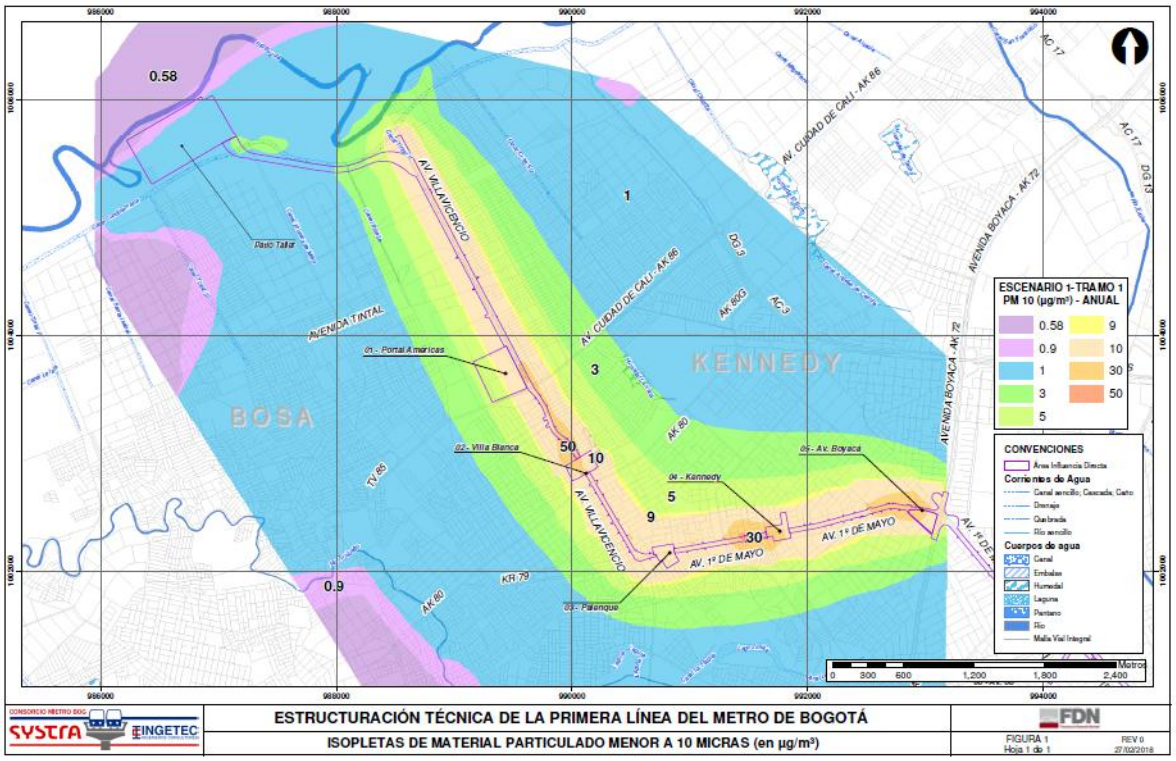
En cuanto las concentraciones anuales, a continuación en la Tabla 5.2.1-212 se presentan los valores obtenidos en la modelación. Se observa que las mayores concentraciones se obtuvieron en las estaciones Portal Américas, Hospitales y Kennedy, con valores de 38,02 µg/m^3, 35,22 µg/m^3 y 32,23 µg/m^3 respectivamente.

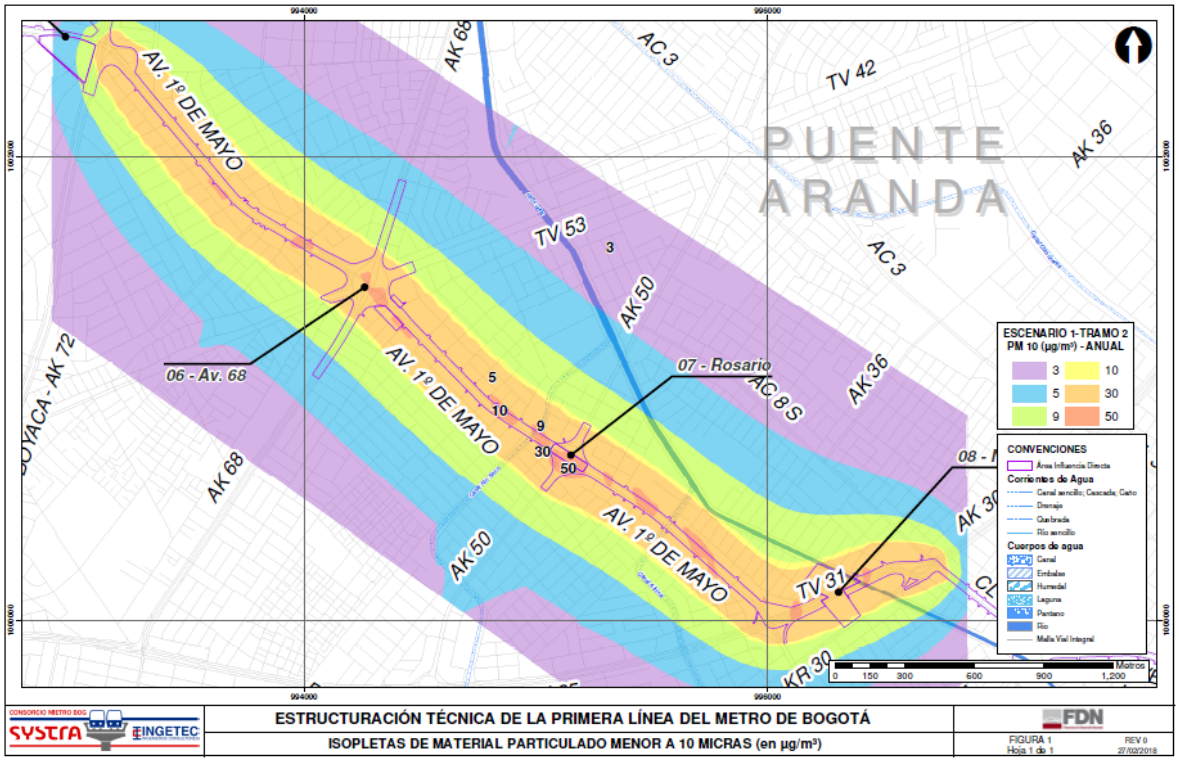
Tabla 5.2.1-212 Concentraciones PM_{10} y $PM_{2.5}$ anual - Escenario Línea base

Estación	PM10 (µg/m3) Anual	PM2,5 (µg/m3)Anual
Patio-Taller	1,73	0,20
Portal Américas	38,02	9,10
Villa Blanca	11,31	2,70
Kennedy	32,23	7,78
Palenque	14,65	3,53
Avenida Boyacá	25,96	6,27
Avenida 68	22,37	5,43
Rosario	14,91	3,62
NQS	21,29	5,05
Santander	9,38	2,27
Hospitales	35,22	23,26
Calle 10-11	9,10	2,21
Calle 26	15,55	3,76
Calle 45	19,86	4,80
Calle 52	29,31	7,09
Calle 63	12,04	2,91
Calle 72	11,49	2,78
Calle 76	3,69	0,89

Fuente: INGETEC, 2018.

A continuación se muestra la distribución de curvas de concentración – Isopletas para PM_{10} y $PM_{2.5}$ estimadas para el escenario de línea base para un periodo anual, como resultado de la modelación por secciones del trazado.


ESCENARIO 1-TRAMO 1
PM 10 (µg/m³) - ANUAL
0.58
0.9
1
3
5
9
10
30
50
CONVENCIONES
Área Influencia Directa
Corrientes de Agua
Cuerpos de agua
Canal
Embalse
Humedal
Laguna
Pantano
Río
Malla Vial Integral
Metros
0
300
600
1,200
1,800
2,400
BOSA
KENNEDY
AV. VILLAVICENCIO
AV. CIUDAD DE CALI - AK 86
AVENIDA TINTAL
AVENIDA BOYACA - AK 72
AV. 1º DE MAYO
01 - Portal Américas
02 - Villa Blanca
03 - Palenque
04 - Kennedy
05 - Av. Boyacá
ESTRUCTURACIÓN TÉCNICA DE LA PRIMERA LÍNEA DEL METRO DE BOGOTÁ
ISOPLETAS DE MATERIAL PARTICULADO MENOR A 10 MICRAS (en µg/m³)
FIGURA 1
Hoja 1 de 1
REV 0
27/02/2018


ESCENARIO 1-TRAMO 2
PM 10 (µg/m³) - ANUAL
3
5
9
10
30
50
CONVENCIONES
Área Influencia Directa
Corrientes de Agua
Cuerpos de agua
Canal
Embalse
Humedal
Laguna
Pantano
Río
Malla Vial Integral
Metros
0
150
300
600
900
1,200
PUENTE ARANDA
AV. 1º DE MAYO
AV. 1º DE MAYO
AV. 1º DE MAYO
AC 3
AC 8 S
TV 42
TV 53
TV 31
AK 68
AK 50
AK 36
KR 30
06 - Av. 68
07 - Rosario
ESTRUCTURACIÓN TÉCNICA DE LA PRIMERA LÍNEA DEL METRO DE BOGOTÁ
ISOPLETAS DE MATERIAL PARTICULADO MENOR A 10 MICRAS (en µg/m³)
FIGURA 1
Hoja 1 de 1
REV 0
27/02/2018

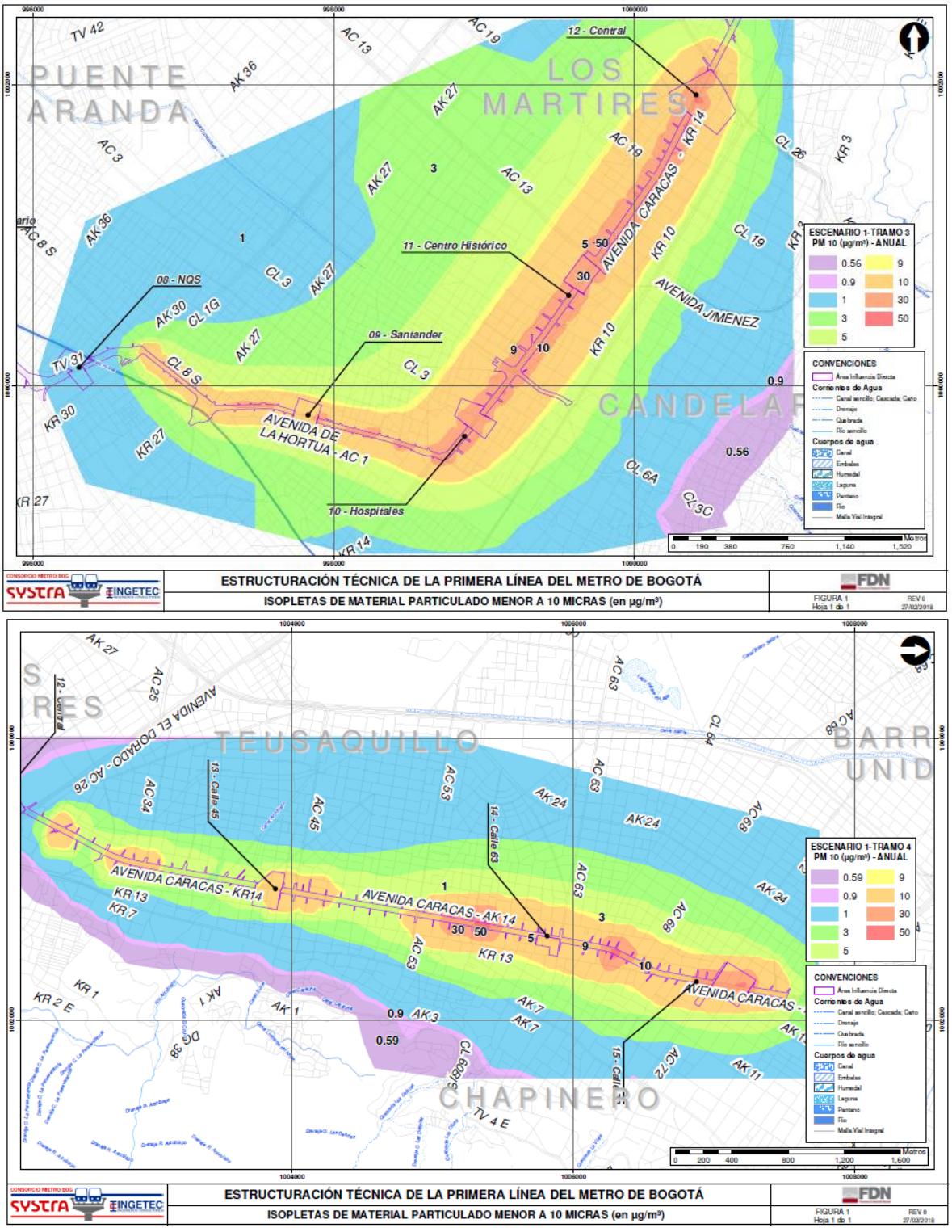
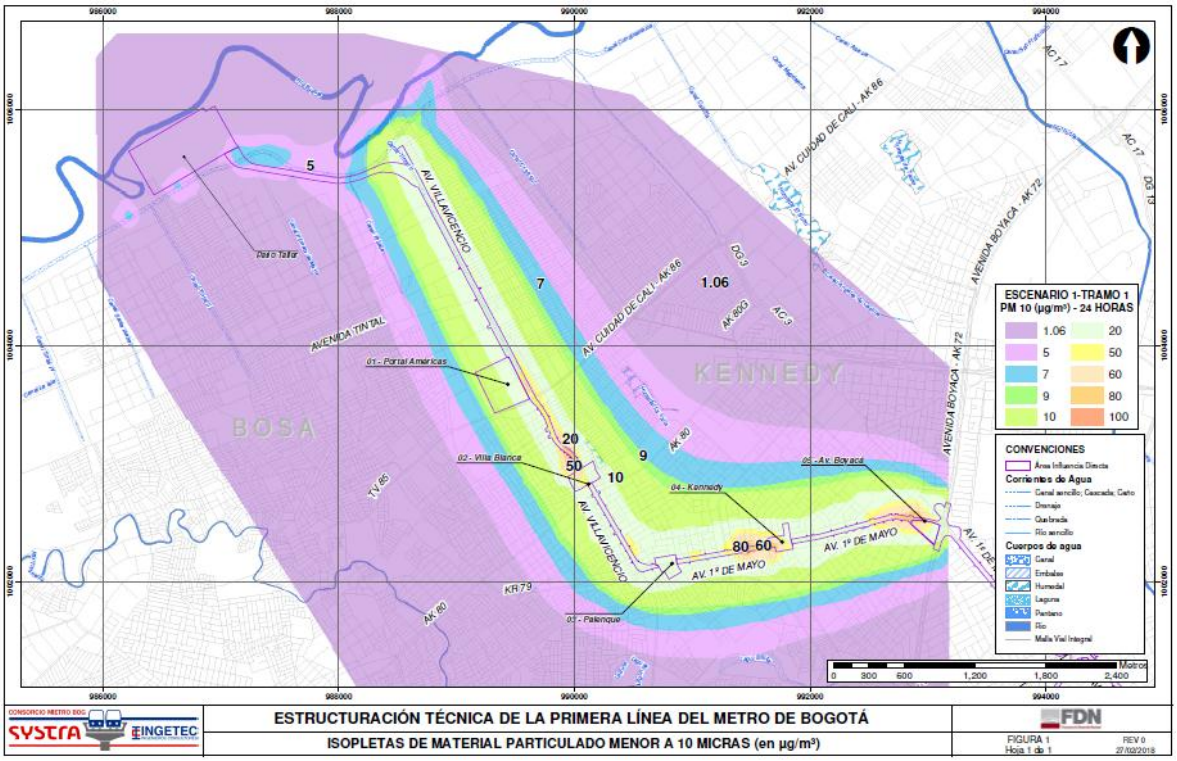
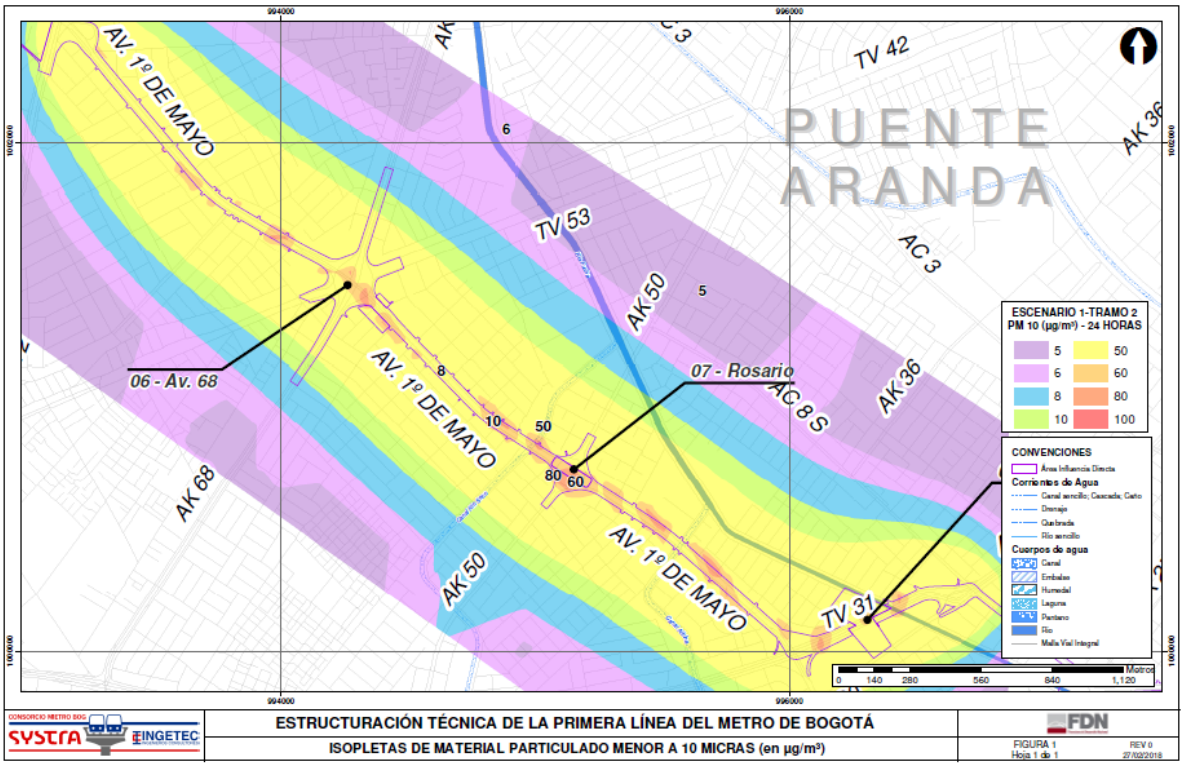


Figura 5.2.1-274 Isopleta anual PM_{10} proyecto PLMB. Escenario 1

Fuente: INGETEC, 2018.


ESCENARIO 1-TRAMO 1
PM 10 (µg/m³) - 24 HORAS
1.06
5
7
9
10
20
50
60
80
100
CONVENCIONES
Área Influencia Directa
Corrientes de Agua
Canal sencillo; Cascada; Cerro
Drenaje
Quebrada
Río sencillo
Cuerpos de agua
Canal
Embalse
Humedal
Laguna
Pantano
Río
Malla Vial Integral
Metros
0 300 600 1,200 1,800 2,400
AV. VILLAVICENCIO
AV. CIUDAD DE CALI - AK 86
AVENIDA BOYACA - AK 72
AVENIDA TINTAL
AV. 1º DE MAYO
KENNEDY
BOSA
01 - Portal Américas
02 - Villa Blanca
03 - Palenque
04 - Kennedy
05 - Av. Boyacá
80 60
ESTRUCTURACIÓN TÉCNICA DE LA PRIMERA LÍNEA DEL METRO DE BOGOTÁ
ISOPLETAS DE MATERIAL PARTICULADO MENOR A 10 MICRAS (en µg/m³)
FDN
FIGURA 1
Hoja 1 de 1
REV 0
27/02/2018


ESCENARIO 1-TRAMO 2
PM 10 (µg/m³) - 24 HORAS
5
6
8
10
50
60
80
100
CONVENCIONES
Área Influencia Directa
Corrientes de Agua
Cuerpos de agua
Canal
Embalse
Humedal
Laguna
Pantano
Río
Malla Vial Integral
Metros
0 140 280 560 840 1,120
AV. 1º DE MAYO
TV 42
PUENTE ARANDA
AC 3
TV 53
AK 50
AK 36
AC 8 S
AK 68
TV 31
06 - Av. 68
07 - Rosario
80 60
ESTRUCTURACIÓN TÉCNICA DE LA PRIMERA LÍNEA DEL METRO DE BOGOTÁ
ISOPLETAS DE MATERIAL PARTICULADO MENOR A 10 MICRAS (en µg/m³)
FDN
FIGURA 1
Hoja 1 de 1
REV 0
27/02/2018

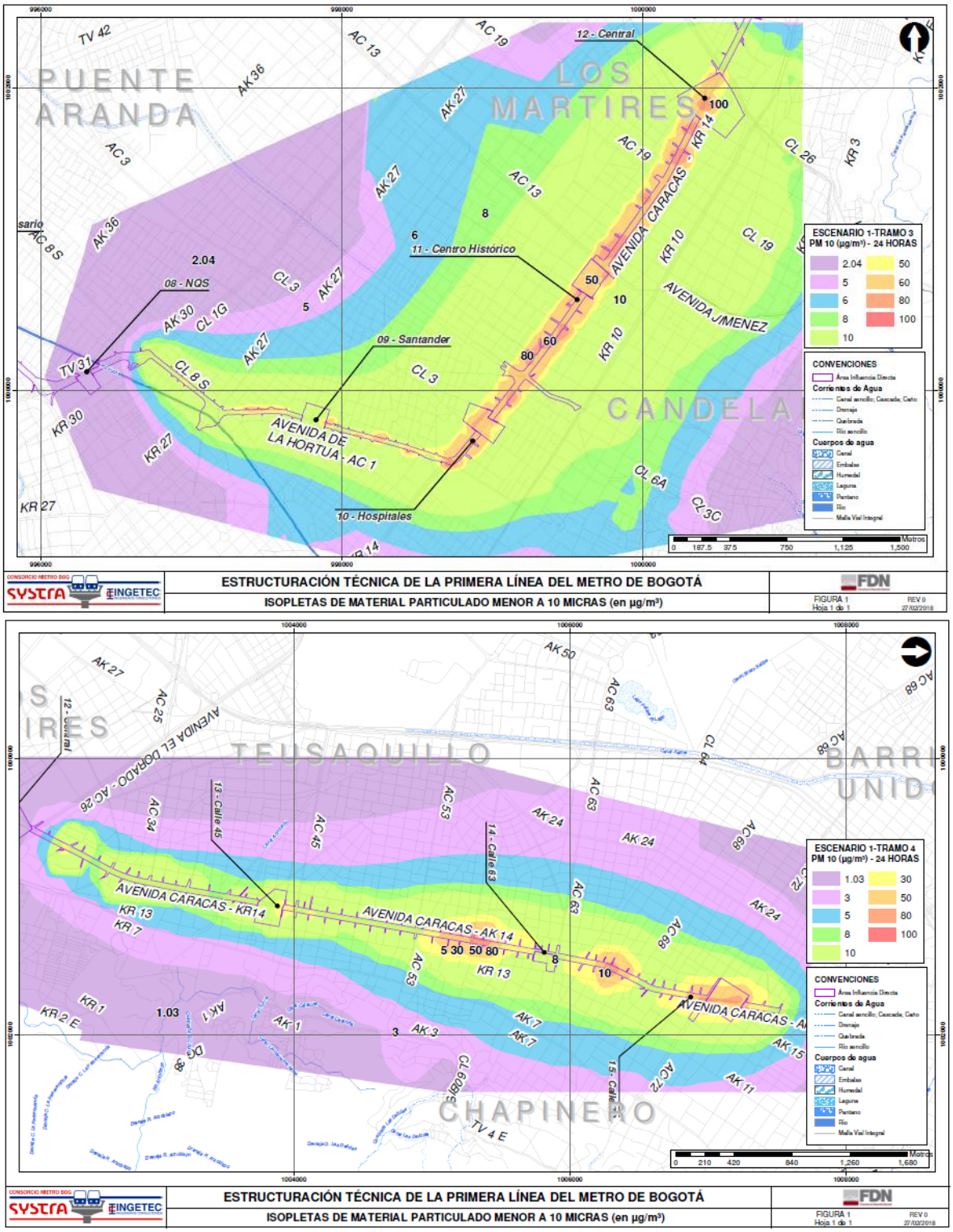
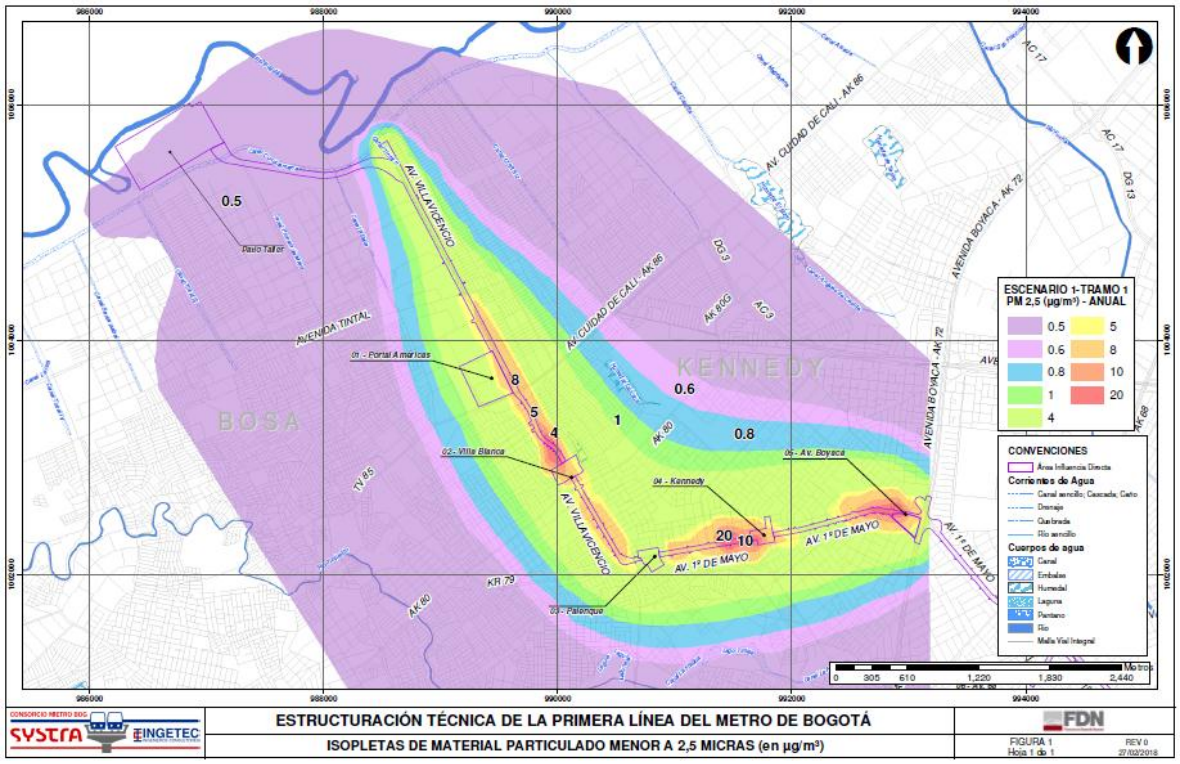
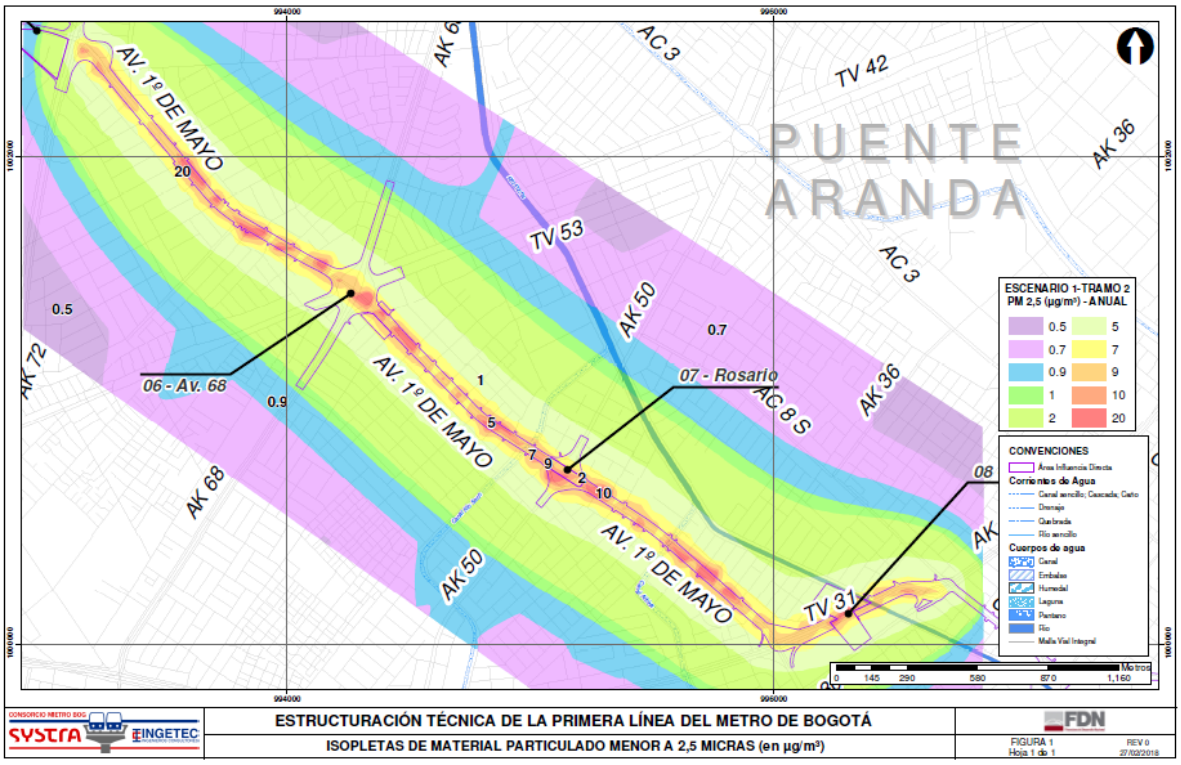


Figura 5.2.1-275 Isopleta diario PM_{10} proyecto PLMB. Escenario 1
Fuente: INGETEC, 2018.


ESCENARIO 1-TRAMO 1
PM 2,5 (µg/m³) - ANUAL
0.5
0.6
0.8
1
4
5
8
10
20
CONVENCIONES
Área Influencia Directa
Corrientes de Agua
Canal sencillo; Cascada; Caño
Drenaje
Quebrada
Río sencillo
Cuerpos de agua
Canal
Embalse
Humedal
Laguna
Pantano
Río
Malla Vial Integral
Metros
0 305 610 1,220 1,830 2,440
BOSA
KENNEDY
AV. VILLAVICENCIO
AV. CIUDAD DE CALI - AK 86
AVENIDA TINTAL
AVENIDA BOYACA - AK 72
AV. 1º DE MAYO
01 - Portal Américas
02 - Villa Blanca
03 - Patios
04 - Kennedy
05 - Av. Boyacá
Patio Taller
ESTRUCTURACIÓN TÉCNICA DE LA PRIMERA LÍNEA DEL METRO DE BOGOTÁ
ISOPLETAS DE MATERIAL PARTICULADO MENOR A 2,5 MICRAS (en µg/m³)
FIGURA 1
Hoja 1 de 1
REV 0
27/02/2018


ESCENARIO 1-TRAMO 2
PM 2,5 (µg/m³) - ANUAL
0.5
0.7
0.9
1
2
5
7
9
10
20
CONVENCIONES
Área Influencia Directa
Corrientes de Agua
Canal sencillo; Cascada; Caño
Drenaje
Quebrada
Río sencillo
Cuerpos de agua
Canal
Embalse
Humedal
Laguna
Pantano
Río
Malla Vial Integral
Metros
0 145 290 580 870 1,160
PUENTE ARANDA
AV. 1º DE MAYO
AK 6
AC 3
TV 42
AK 36
TV 53
AK 50
AC 8 S
AK 72
AK 68
TV 31
06 - Av. 68
07 - Rosario
08
ESTRUCTURACIÓN TÉCNICA DE LA PRIMERA LÍNEA DEL METRO DE BOGOTÁ
ISOPLETAS DE MATERIAL PARTICULADO MENOR A 2,5 MICRAS (en µg/m³)
FIGURA 1
Hoja 1 de 1
REV 0
27/02/2018

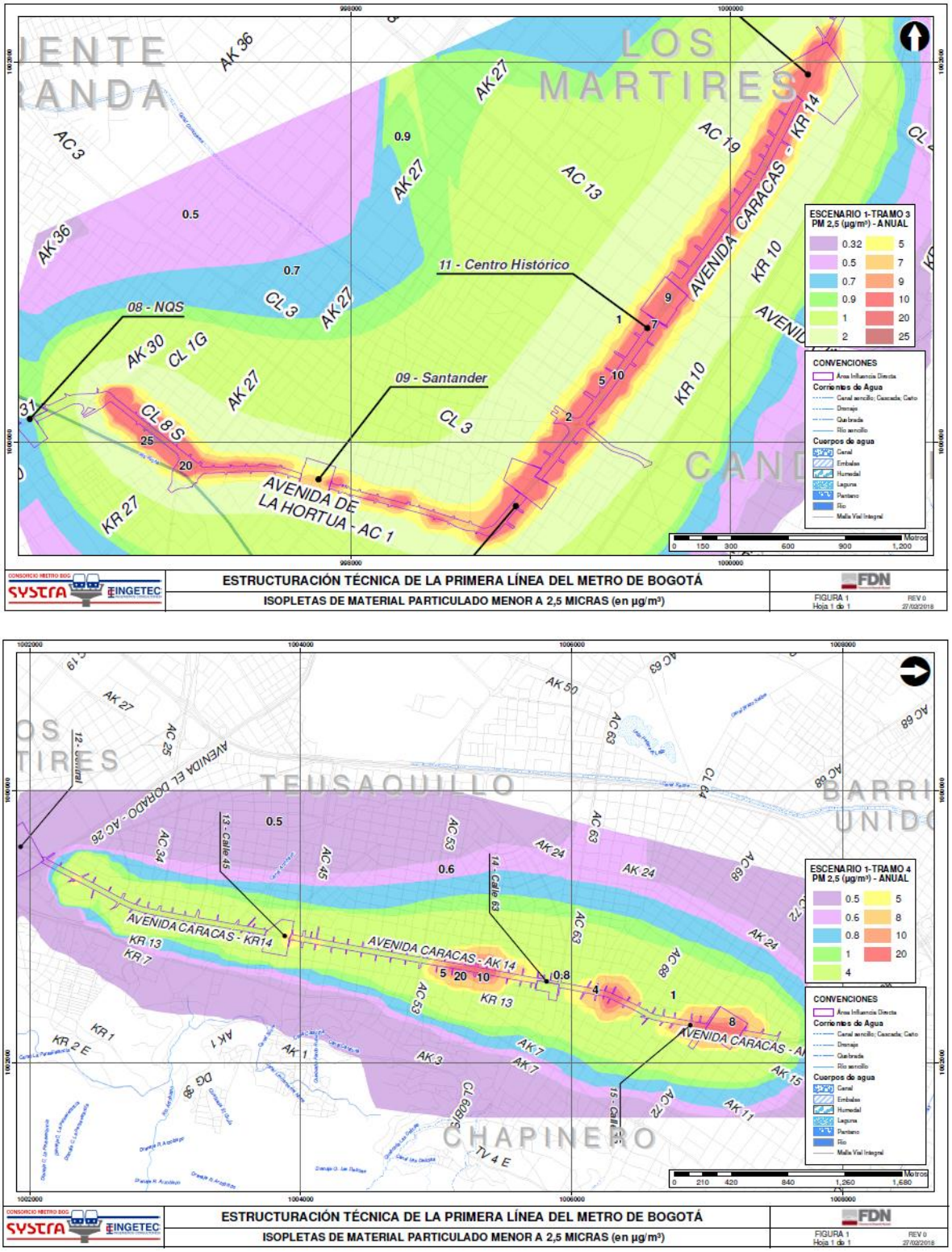
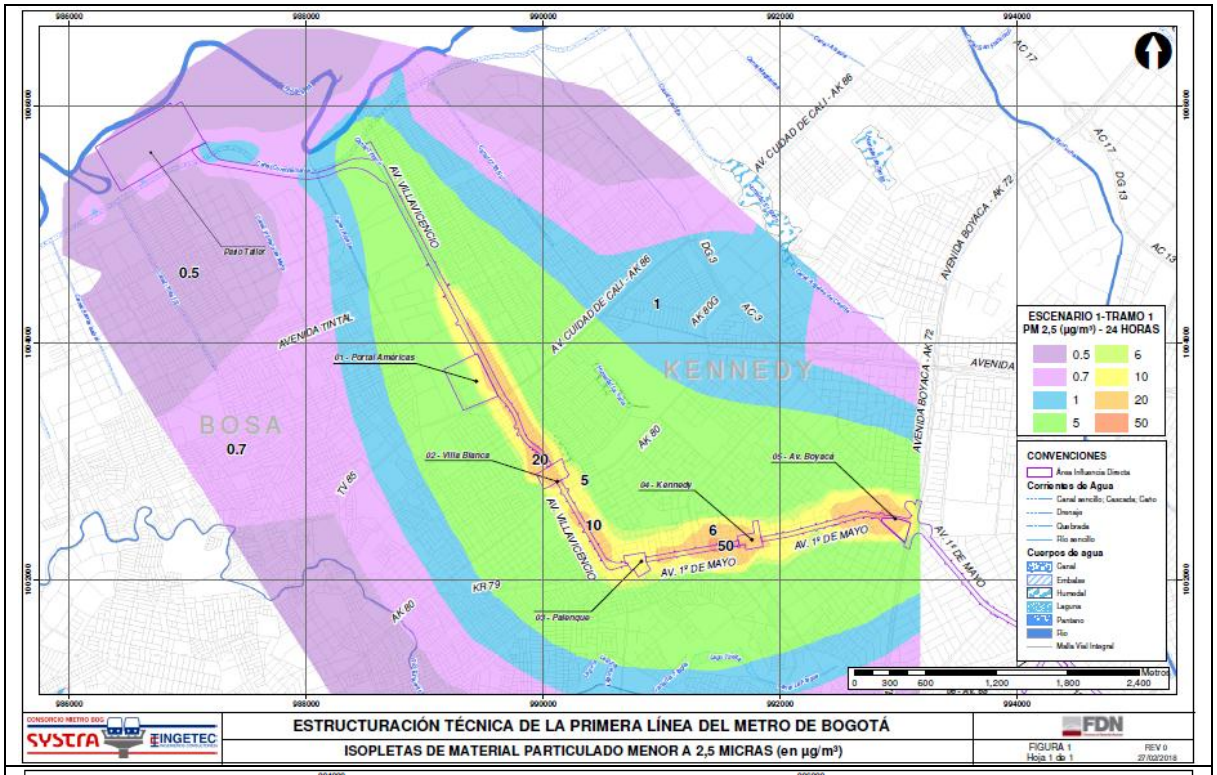
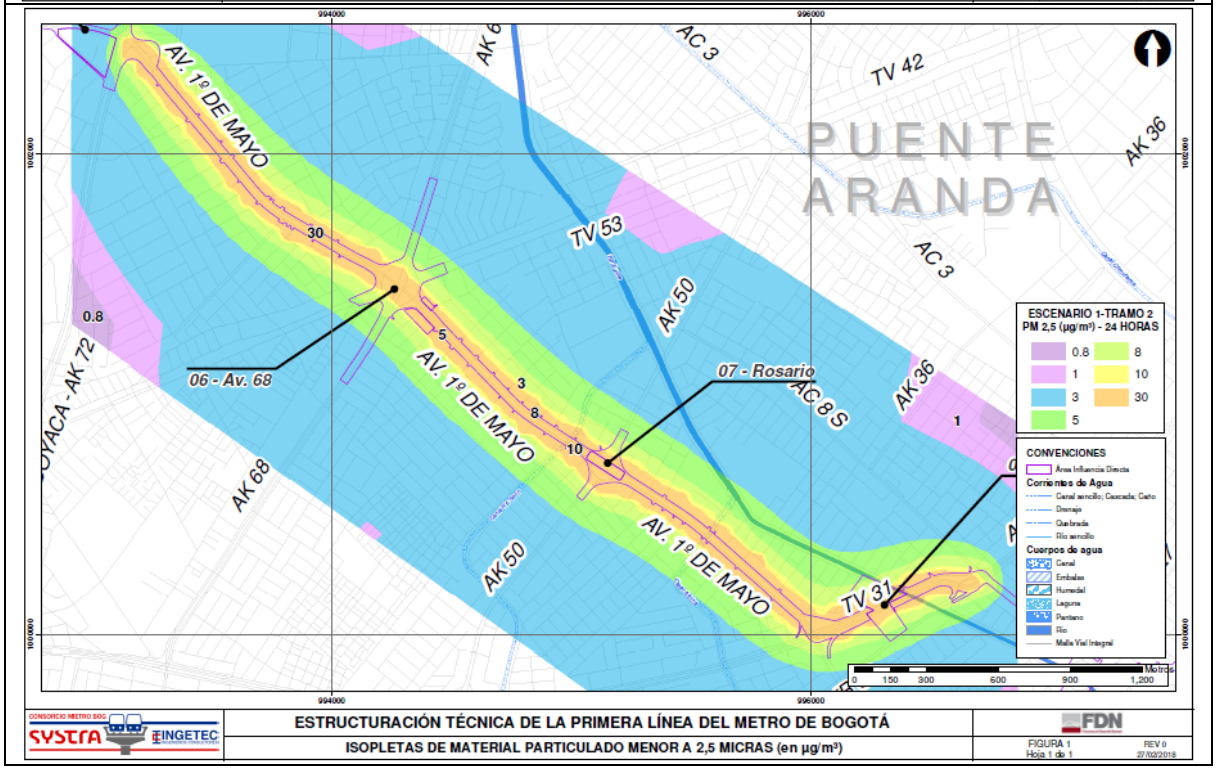


Figura 5.2.1-276 Isopleta Anual $PM_{2.5}$ proyecto PLMB. Escenario 1
Fuente: Fuente: INGETEC, 2018.


ESCENARIO 1-TRAMO 1
PM 2,5 (µg/m³) - 24 HORAS
0.5
0.7
1
5
6
10
20
50
CONVENCIONES
Área Influencia Directa
Corrientes de Agua
Canal sencillo; Cascada; Cieno
Drenaje
Quebrada
Río sencillo
Cuerpos de agua
Canal
Embalse
Humedal
Laguna
Pantano
Río
Malla Vial Integral
BOSA
KENNEDY
AVENIDA TINTAL
AV. VILLAVICENCIO
AV. CIUDAD DE CALI - AK 86
AVENIDA BOYACA - AK 72
AV. 1º DE MAYO
KR 79
AK 80
TV 85
DG 9
AC 3
AC 17
DG 13
01 - Portal Américas
02 - Villa Blanca
03 - Palenque
04 - Kennedy
05 - Av. Boyacá
Patio Taller
Metros
0
300
600
1,200
1,800
2,400
ESTRUCTURACIÓN TÉCNICA DE LA PRIMERA LÍNEA DEL METRO DE BOGOTÁ
ISOPLETAS DE MATERIAL PARTICULADO MENOR A 2,5 MICRAS (en µg/m³)
FDN
FIGURA 1
Hoja 1 de 1
REV 0
27/03/2018


ESCENARIO 1-TRAMO 2
PM 2,5 (µg/m³) - 24 HORAS
0.8
1
3
5
8
10
30
CONVENCIONES
Área Influencia Directa
Corrientes de Agua
Canal sencillo; Cascada; Cieno
Drenaje
Quebrada
Río sencillo
Cuerpos de agua
Canal
Embalse
Humedal
Laguna
Pantano
Río
Malla Vial Integral
PUENTE ARANDA
AV. 1º DE MAYO
AK 50
AK 68
AK 36
AC 3
AC 8 S
TV 53
TV 42
TV 37
06 - Av. 68
07 - Rosario
Metros
0
150
300
600
900
1,200
ESTRUCTURACIÓN TÉCNICA DE LA PRIMERA LÍNEA DEL METRO DE BOGOTÁ
ISOPLETAS DE MATERIAL PARTICULADO MENOR A 2,5 MICRAS (en µg/m³)
FDN
FIGURA 1
Hoja 1 de 1
REV 0
27/03/2018

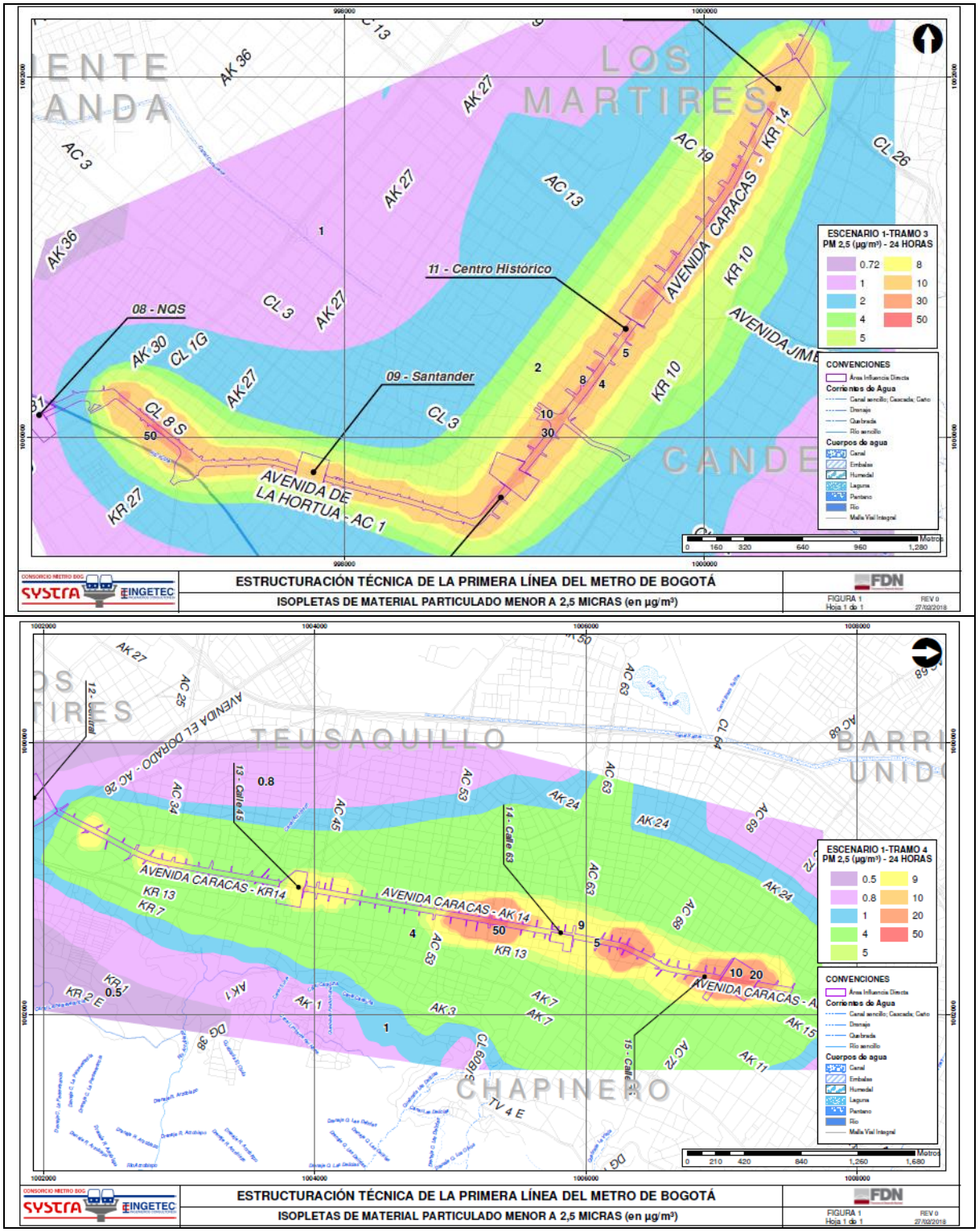


Figura 5.2.1-277 Isopleta diario $PM_{2.5}$ proyecto PLMB. Escenario 1
Fuente: INGETEC, 2018.

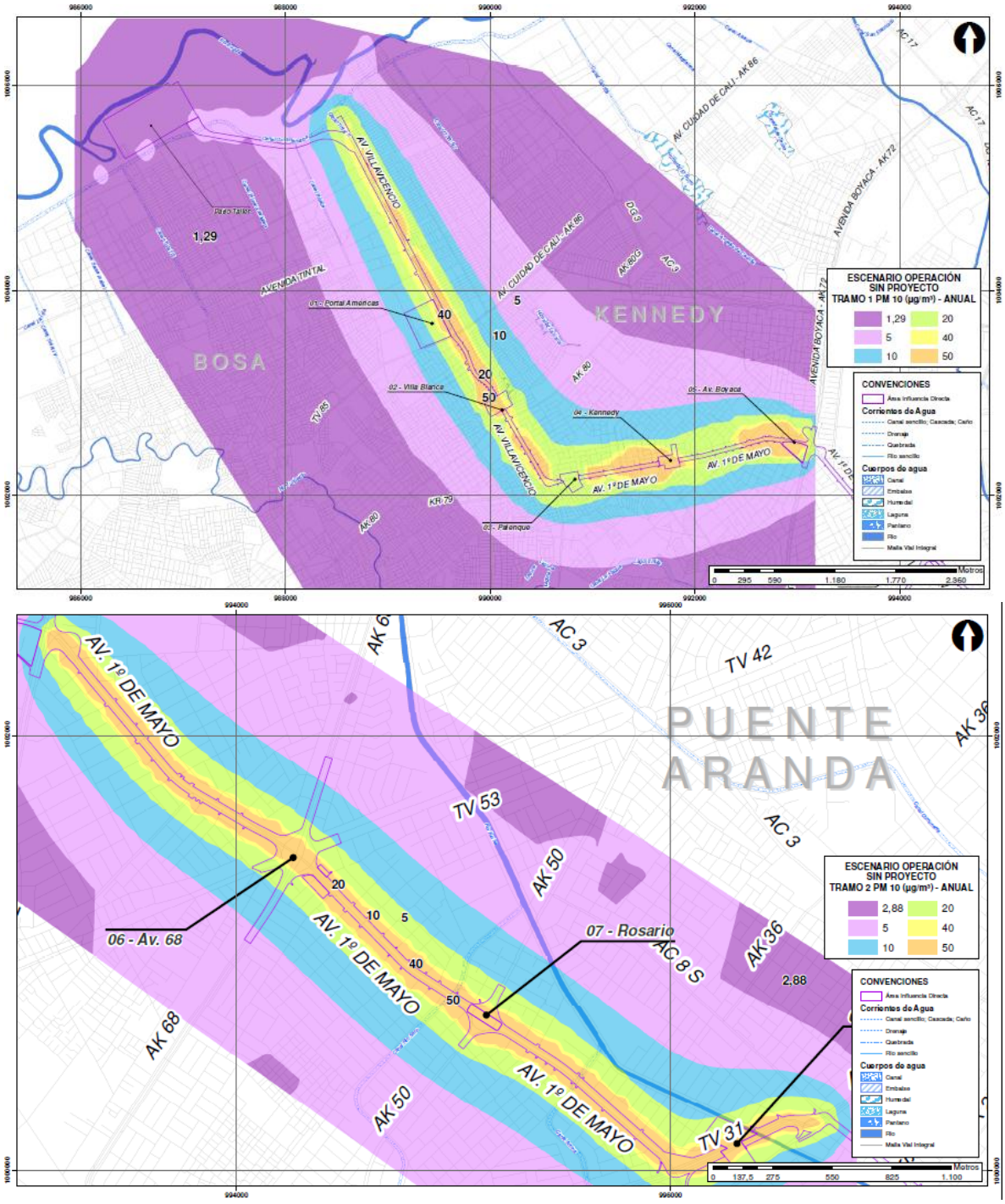
La dispersión de material particulado sobre el trazado se visualiza con concentraciones entre los 20 µg/m3 y 50 µg/m3. El modelo tuvo en cuenta edificaciones, topografía de la zona de estudio, factores meteorológicos, como campos de viento y alturas de mezcla que inciden directamente en la dispersión de la pluma gaussiana, con componentes predominantes provenientes del Sureste (SE), tal como se observó en las figuras anteriores.

- Resultados de modelación escenario operación con el 100% del trafico vehícular en la Av. Caracas.

A continuación se presentan los resultados del modelo de dispersión atmosférico de PM10 para el escensario de operación del proyecto con el 100% de la flota vehícular proyectada en el 2042 con el fin de obtener el aporte de emisiones atmosféricas del proyecto en cuanto a este parámetro.

Receptor		Resultado AERMOD (µg/m³)	
		ANUAL	24Horas
		Esc 3 Operación Sin Proyecto	Esc 3 Operación Sin Proyecto
CA1	Patio taller	3,82	9,78
CA2	Portal Américas	83,90	152,65
CA3	Villa Blanca	24,98	46,48
CA4	Kennedy	71,14	131,68
CA5	Palenque	32,35	61,12
CA6	Av Boyaca	57,30	106,10
CA7	Avenida 68	49,40	88,90
CA8	Rosario	32,93	60,08
CA9	NQS	44,13	81,38
CA10	Santander	29,03	55,82
CA11	Hospitales	101,98	188,88
CA12	Calle 10-11	15,02	37,64
CA13	Calle 26	24,78	49,22
CA14	Calle 45	17,79	32,72
CA15	Calle 52	28,14	51,75
CA16	Calle 63	11,56	21,42
CA17	Calle 72	11,05	20,52
CA18	Calle 76	3,59	7,03

A partir de lo anterior, se observa que los receptores con mayor influencia frente a los cambios en el trafico vehícular de la zona, considerando el 100% de la proyección corresponden a los sectores de HospitalesCalle 10-11, Calle 26, Calle 45 y Calle 52. A continuación se presentan las ispopletas obtenidas en la modelación.


ESCENARIO OPERACIÓN SIN PROYECTO
TRAMO 1 PM 10 (µg/m³) - ANUAL
1,29
5
10
20
40
50
CONVENCIONES
Área Influencia Directa
Corrientes de Agua
Cuerpos de agua
Metros
0 295 590 1.180 1.770 2.360
BOSA
KENNEDY
AV. VILLAVICENCIO
AV. CIUDAD DE CALI - AK 86
AVENIDA BOYACA - AK 72
AVENIDA TINTAL
AV. 1º DE MAYO
01 - Portal Américas
02 - Villa Blanca
03 - Patio Taller
04 - Kennedy
05 - Av. Boyacá
06 - Av. Palenque
1,29
40
10
20
50
ESCENARIO OPERACIÓN SIN PROYECTO
TRAMO 2 PM 10 (µg/m³) - ANUAL
2,88
5
10
20
40
50
CONVENCIONES
Área Influencia Directa
Corrientes de Agua
Cuerpos de agua
Metros
0 137,5 275 550 825 1.100
PUENTE ARANDA
AV. 1º DE MAYO
AK 68
AC 3
TV 42
TV 53
AK 50
AC 8 S
AK 36
TV 31
06 - Av. 68
07 - Rosario
2,88
20
10
5
40
50

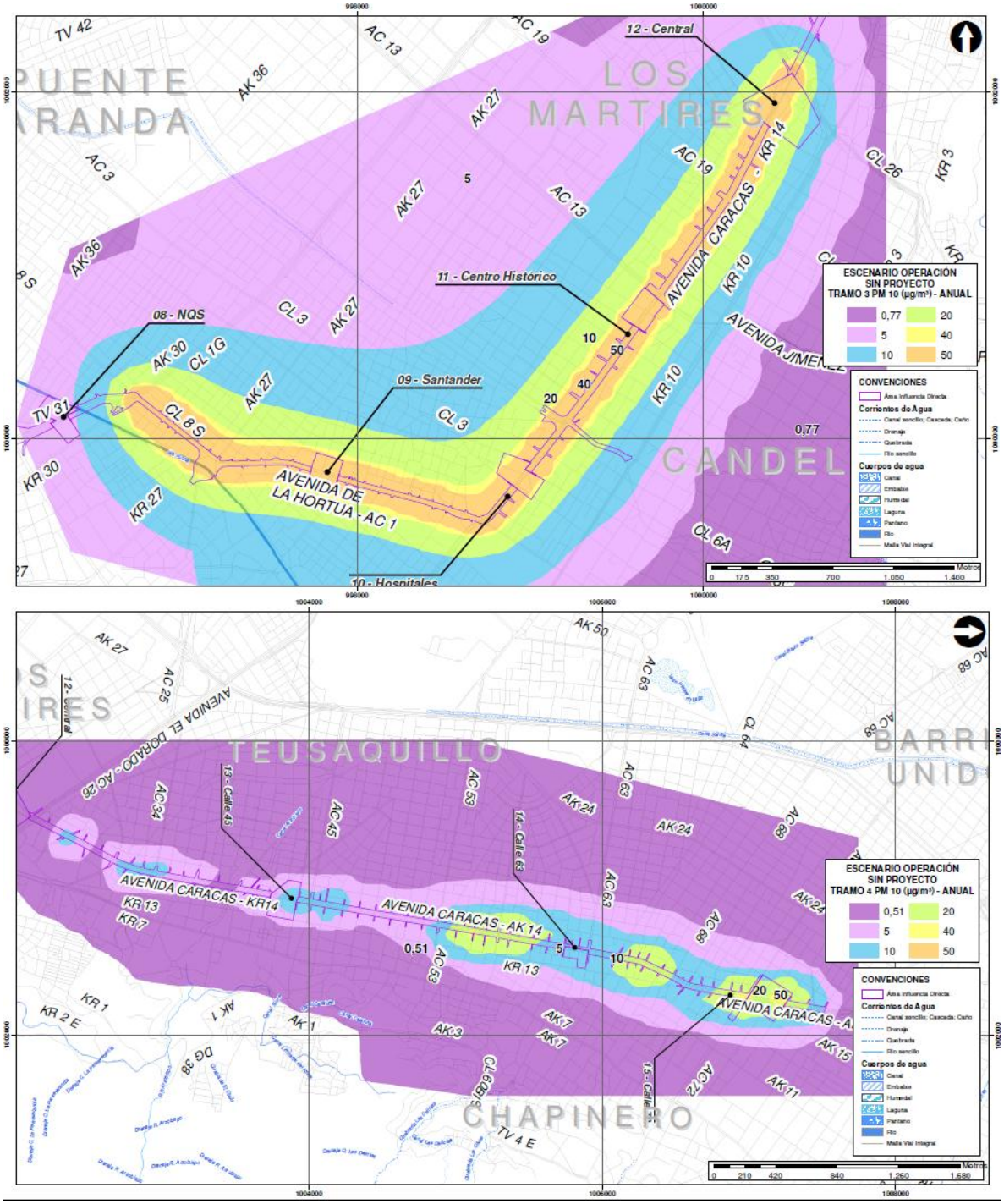
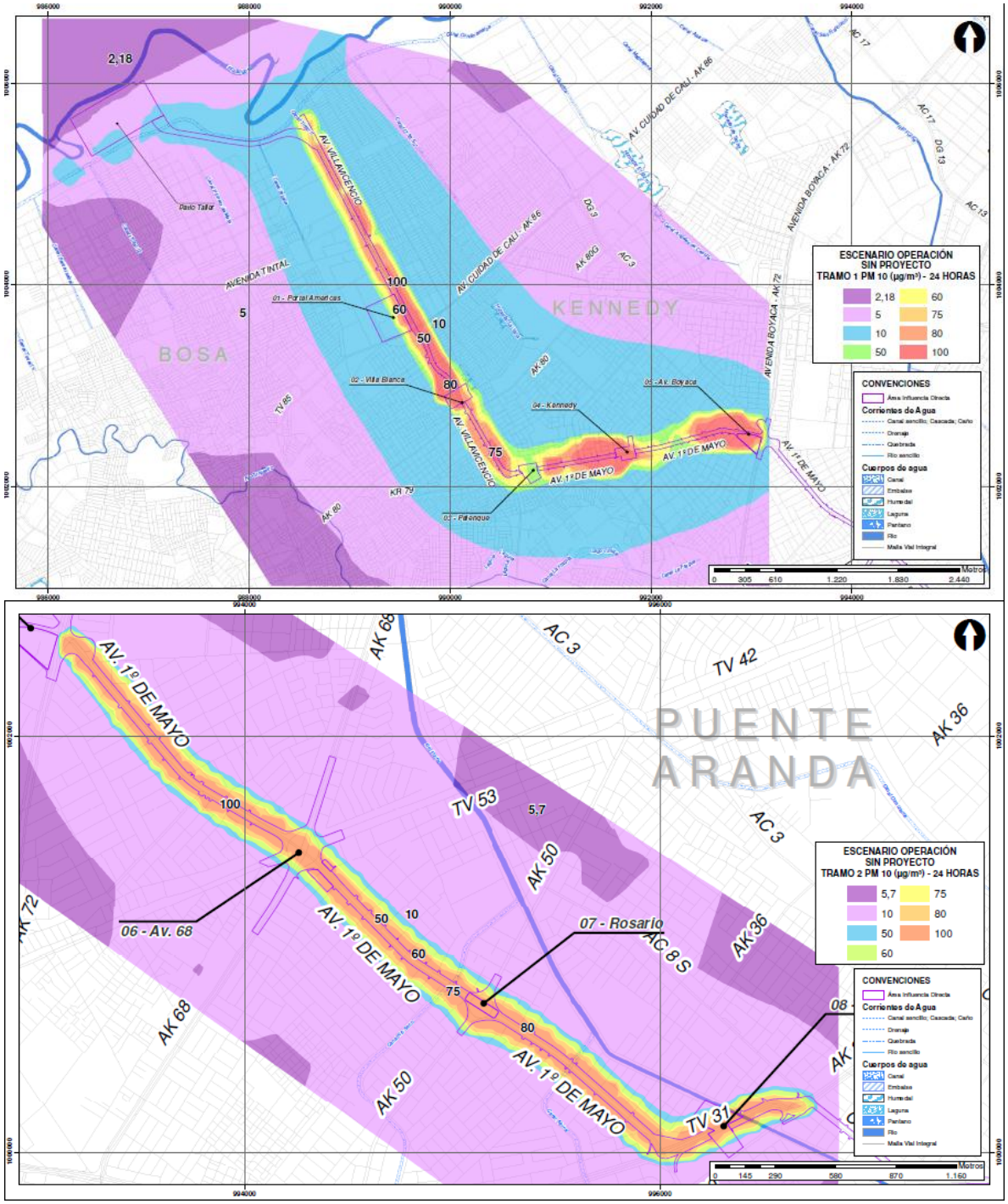


Figura 5.2.1-278 Aportes anuales PM_{10}. Escenario 3.2 Operación sin proyecto (100% de la flota vehícular)


ESCENARIO OPERACIÓN
SIN PROYECTO
TRAMO 1 PM 10 (µg/m³) - 24 HORAS
2,18
5
10
50
60
75
80
100
CONVENCIONES
Área Influencia Directa
Corrientes de Agua
Canal sencillo; Cascada; Caño
Drenaje
Quebrada
Río sencillo
Cuerpos de agua
Canal
Embalse
Humedal
Laguna
Pantano
Río
Malla Vial Integral
Metros
0 305 610 1.220 1.830 2.440
KENNEDY
BOSA
AV. VILLAVICENCIO
AV. CIUDAD DE CALI - AK 86
AVENIDA BOYACA - AK 72
AVENIDA TINTAL
AV. 1º DE MAYO
01 - Portal Américas
02 - Villa Blanca
03 - Patios
04 - Kennedy
05 - Av. Boyacá
ESCENARIO OPERACIÓN
SIN PROYECTO
TRAMO 2 PM 10 (µg/m³) - 24 HORAS
5,7
10
50
60
75
80
100
CONVENCIONES
Área Influencia Directa
Corrientes de Agua
Canal sencillo; Cascada; Caño
Drenaje
Quebrada
Río sencillo
Cuerpos de agua
Canal
Embalse
Humedal
Laguna
Pantano
Río
Malla Vial Integral
Metros
0 145 290 580 870 1.160
PUENTE ARANDA
AV. 1º DE MAYO
AV. 1º DE MAYO
AC 3
AC 8 S
AK 68
AK 50
AK 36
TV 42
TV 53
TV 31
06 - Av. 68
07 - Rosario
08

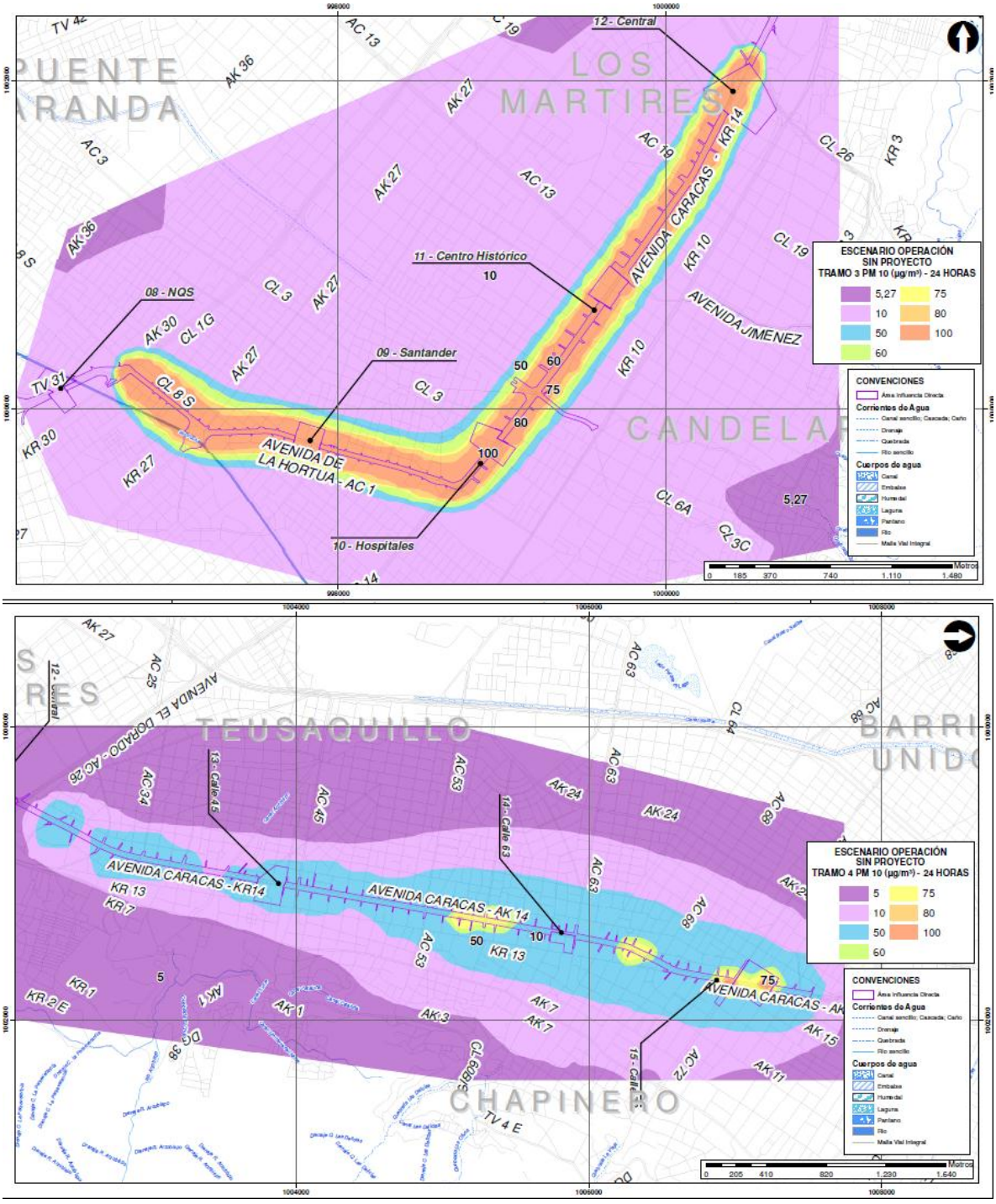


Figura 5.2.1-279 Aportes 24 Horas PM_{10}. Escenario 3.2 Operación sin proyecto (100% de la flota vehícular)

Resultados de modelación – Dióxido de nitrógeno (NO_2)

Los resultados del modelo de dispersión atmosférico para dióxido de nitrógeno (NO_2) es expuesto en las siguientes tablas; los periodos de tiempo utilizados en la modelación se tomaron con base a lo establecido en la Resolución 610 de 2010 para dióxido de nitrógeno (NO_2), 24 horas y anual. La Tabla presenta los resultados 24 horas y anuales del Dióxido de Nitrógeno.

Tabla 5.2.1-213 Resultados NO_2 24 horas y anual. Escenario 1

Estación	NO_2 (µg/m3) MD	
	24 horas*	Anual
Patio-Taller	0,5	0,1
Portal Américas	5,9	1,7
Villa Blanca	2,3	0,9
Kennedy	8,4	2,9
Palenque	7,1	2,1
Avenida Boyacá	10,3	3,6
Avenida 68	7,0	2,6
Rosario	8,8	2,7
NQS	11,8	3,9
Santander	13,6	3,7
Hospitales	13,1	4,0
Calle 10-11	4,1	0,9
Calle 26	2,4	0,4
Calle 45	5,9	1,9
Calle 52	4,8	1,5
Calle 63	5,3	1,7
Calle 72	5,0	1,6
Calle 76	2,1	0,6

*Corresponde al valor máximo de concentración estimado mediante modelación para cada receptor

Fuente: K2 INGENIERÍA S.A.S.

Se puede apreciar que los valores anuales no superan los 5 µg/m3. Los niveles de concentración diario (máximo) y anual (promedio), evaluados en el presente estudio producto del modelo de dispersión, resultan ser inferiores a los umbrales establecidos en la legislación de calidad del aire para NO_2 (100 µg/m3 por año). El receptor que potencialmente recibiría los mayores aportes es Hospitales, con valor de 4 µg/m3.

En la Tabla 5.2.1-214 se puede observar los resultados de la calidad del aire, de la modelación y la relación entre ambos.

Tabla 5.2.1-214 Aportes NO_2 anual. Escenario 1

Estación	NO_2 anual		
	CA(µg/m^3)	MD(µg/m^3)	Relación MD/CA
Patio-Taller	15,5	0,1	0,9%
Portal Américas	15,9	1,7	10,5%
Villa Blanca	19,6	0,9	4,6%
Kennedy	18,7	2,9	15,3%
Palenque	17,2	2,1	12,0%
Avenida Boyacá	27,6	3,6	13,2%

Estación	NO_2 anual		
	CA(µg/m^3)	MD(µg/m^3)	Relación MD/CA
Avenida 68	21,1	2,6	12,3%
Rosario	16,1	2,7	17,0%
NQS	23,7	3,9	16,4%
Santander	13,9	3,7	26,8%
Hospitales	44,1	4,0	9,1%
Calle 10-11	14,9	0,9	6,2%
Calle 26	15,5	0,4	2,4%
Calle 45	18,3	1,9	10,6%
Calle 52	19,0	1,5	7,7%
Calle 63	15,1	1,7	11,3%
Calle 72	16,5	1,6	9,7%
Calle 76	14,6	0,6	4,0%

Fuente: K2 INGENIERÍA S.A.S.

La relación entre la modelación y calidad el aire se presenta en un rango de hasta 27%, donde la estación Santander presenta 26,8% de similitud. Mientras que existe un valor que no supera el 1% como es: Patio-Taller. La Figura 5.2.1-280 presenta los aportes anuales de NO_2, donde se observa que las estaciones con concentraciones más elevadas son NQS, Santander y Hospitales.

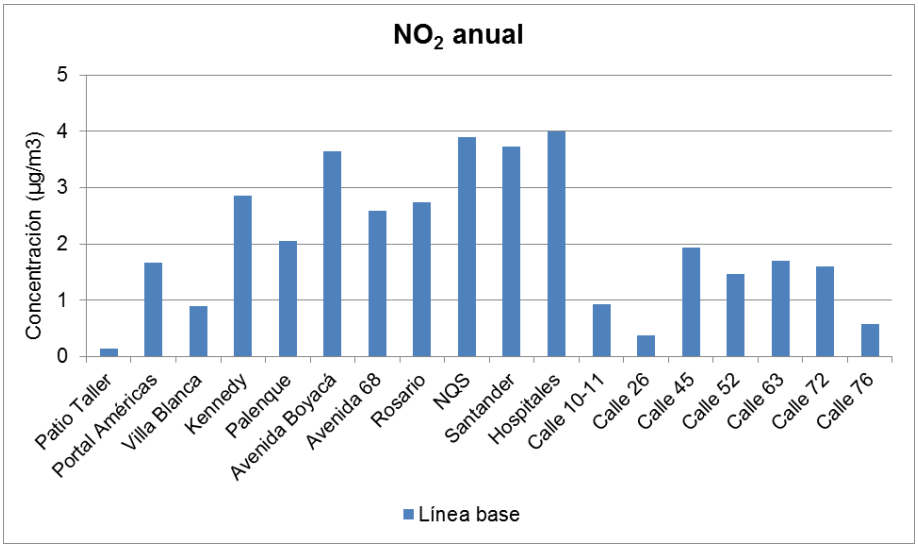


Figura 5.2.1-280 Aportes anuales NO_2. Escenario 1
Fuente: K2 INGENIERÍA S.A.S.

En la Figura 5.2.1-281 se observa la isopleta de concentración anual de NO_2, se obtiene un rango de concentración anual de 0.9 – 7.2 µg/m^{3,} la isopletano excede la norma anual de 100 µg/m^3. Se puede observar que las mayores concentraciones se presentan entre NQS y Hospitales.

Figura 5.2.1-281 Isopleta anual NO_2proyecto PLMB. Escenario 1
Fuente: K2 INGENIERÍA S.A.S

Resultados de modelación – Dióxido de azufre (SO_2)

A continuación, se presentan los resultados obtenidos para los casos de estudio del dióxido de azufre, los valores de inmisión de SO_2 en los receptores de calidad del aire calculados mediante la modelación se encuentran consolidados en la Tabla. La resolución temporal de modelación se tomó con base a lo aplicable en la Resolución 610 de 2010, esto es, 24 h y anual.

Tabla 5.2.1-215 Resultados$SO_2$24 horas y anual. Escenario 1

Estación	SO_2 (µg/m3) MD	
	24 horas*	Anual
Patio-Taller	0,06	0,02
Portal Américas	0,73	0,21
Villa Blanca	0,28	0,11
Kennedy	0,95	0,32
Palenque	0,80	0,23
Avenida Boyacá	1,15	0,41
Avenida 68	0,78	0,29
Rosario	0,99	0,31
NQS	1,33	0,44
Santander	1,67	0,46
Hospitales	1,52	0,46
Calle 10-11	0,47	0,10
Calle 26	0,27	0,04
Calle 45	0,72	0,24
Calle 52	0,59	0,18
Calle 63	0,65	0,21
Calle 72	0,62	0,20
Calle 76	0,26	0,07

*Corresponde al valor máximo de concentración estimado mediante modelación para cada receptor

Fuente: K2 INGENIERÍA S.A.S.

Los niveles de concentración anuales de SO_2 estimados sobre los receptores discretos no representan una concentración mayor a 1 µg/m^3, al comparar el valor con los limites anuales establecidos en la legislación vigente – Resolución 610 de 2010 (80 µ/m^3) se observa que no se presentan excedencias de la normativa.

La Tabla 5.2.1-216 presenta los aportes del modelo en relación con la calidad del aire, donde el aporte más alto es del sector Hospitales con 2,66% y el menor con 0,08% en Patio-Taller.

Tabla 5.2.1-216 Aportes SO_2 anual. Escenario 1

Estación	SO_2 anual		
	CA(µg/m^3)	MD(µg/m^3)	Relación MD/CA
Patio-Taller	20,17	0,02	0,08%
Portal Américas	17,27	0,21	1,19%

Estación	SO_2 anual		
	CA(µg/m^3)	MD(µg/m^3)	Relación MD/CA
Villa Blanca	17,20	0,11	0,62%
Kennedy	17,26	0,32	1,86%
Palenque	18,03	0,23	1,28%
Avenida Boyacá	17,93	0,41	2,27%
Avenida 68	15,18	0,29	1,91%
Rosario	16,81	0,31	1,83%
NQS	17,58	0,44	2,50%
Santander	17,85	0,46	2,56%
Hospitales	17,39	0,46	2,66%
Calle 10-11	18,68	0,10	0,56%
Calle 26	19,36	0,04	0,22%
Calle 45	17,97	0,24	1,33%
Calle 52	17,54	0,18	1,03%
Calle 63	16,46	0,21	1,28%
Calle 72	16,73	0,20	1,18%
Calle 76	15,54	0,07	0,46%

Fuente: K2 INGENIERÍA S.A.S.

La Figura 5.2.1-282 es una representación de los datos anuales de la Tabla 5.2.1-215, donde se puede observar que los receptores con mayores aportes son NQS, Santander y Hospitales. Mientras que los que presentan las menores concentraciones son: Patio-Taller y Calle 26.

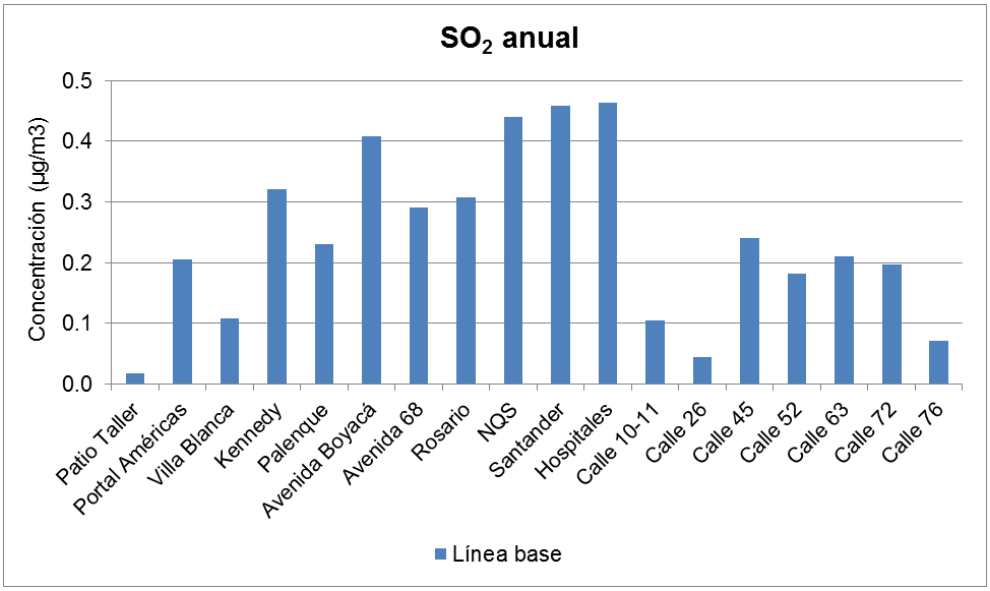


Figura 5.2.1-282.Aportes anualesSO2. Escenario 1
Fuente: K2 INGENIERÍA S.A.S.

La isopleta para SO_2 se presenta a continuación para el periodo anual, presenta un rango de concentración de 0,11 – 0,88 µg/m^3. No se excede la norma anual de 80 µg/m^3. Se puede observar que las mayores concentraciones se obtienen entre NQS y Hospitales.

El Anexo 5.2.1.3 Modelo de Dispersión contiene los mapas de dispersión de SO_2 (mejorando el nivel de detalle) reportados para el periodo anual, 24 horas y de 3 horas

Figura 5.2.1-283 Isopleta anual SO_2 proyecto PLMB. Escenario 1
Fuente: K2 INGENIERÍA S.A.S

Resultados de modelación – Monóxido de carbono (CO)

En la Tabla 5.2.1-217 se presentan las concentraciones máximas obtenidas mediante simulación de dispersión de monóxido de carbono en los receptores discretos para periodos horario y octahorario.

Tabla 5.2.1-217 Resultados CO 1 hora y 8 horas. Escenario 1

Estación	CO (µg/m3) MD	
	1 hora*	8 horas*
Patio-Taller	7,5	3,1
Portal Américas	54,6	28,5
Villa Blanca	27,1	12,8
Kennedy	66,0	42,4
Palenque	51,6	35,0
Avenida Boyacá	68,7	49,7
Avenida 68	61,0	31,6
Rosario	66,0	42,6
NQS	89,7	59,0
Santander	128,8	74,0
Hospitales	104,4	66,4
Calle 10-11	55,8	21,7
Calle 26	31,4	13,8
Calle 45	82,7	35,9
Calle 52	59,5	27,1
Calle 63	46,8	29,0
Calle 72	47,4	28,2
Calle 76	20,6	11,7

*Corresponde al valor máximo de concentración estimado mediante modelación para cada receptor

Fuente: K2 INGENIERÍA S.A.S.

Los niveles de concentración 8 horas de CO estimados sobre los receptores discretos no superan los 74 µg/m^3, al comparar el valor con los límites establecidos en la legislación vigente – Resolución 610 de 2010 (10000 µ/m^3) se observa que no se presentan excedencias de la normativa. En la Tabla 5.2.1-218 se consolidan las concentraciones anuales de calidad del aire y modelación, así como su relación entre ellas.

Tabla 5.2.1-218 Aportes CO8 horas. Escenario 1

Estación	CO 8 horas		
	CA(µg/m^3)	MD*(µg/m^3)	Relación MD/CA
Patio-Taller	110,6	3,1	2,8%
Portal Américas	100,6	28,5	28,4%
Villa Blanca	493,1	12,8	2,6%
Kennedy	161,7	42,4	26,2%
Palenque	103,5	35,0	33,8%
Avenida Boyacá	462,3	49,7	10,7%

Estación	CO 8 horas		
	CA(µg/m^3)	MD*(µg/m^3)	Relación MD/CA
Avenida 68	33,5	31,6	94,2%
Rosario	120,9	42,6	35,2%
NQS	249,0	59,0	23,7%
Santander	543,5	74,0	13,6%
Hospitales	494,4	66,4	13,4%
Calle 10-11	105,2	21,7	20,6%
Calle 26	1189,4	13,8	1,2%
Calle 45	136,6	35,9	26,3%
Calle 52	410,1	27,1	6,6%
Calle 63	539,8	29,0	5,4%
Calle 72	80,9	28,2	34,8%
Calle 76	257,3	11,7	4,6%

*Corresponde al valor máximo de concentración estimado mediante modelación para cada receptor

Fuente: K2 INGENIERÍA S.A.S.

El aporte más alto se presenta en la Avenida 68 con 94.2% con relación a la calidad del aire y el menor valor se encuentra en Calle 26 con 1,2%.

Los resultados de concentración 8 horas se pueden apreciar en la Figura 5.2.1-284, donde los receptores con mayores aportes fueron Santander y Hospitales con 74 y 66,4 µg/m^3, respectivamente

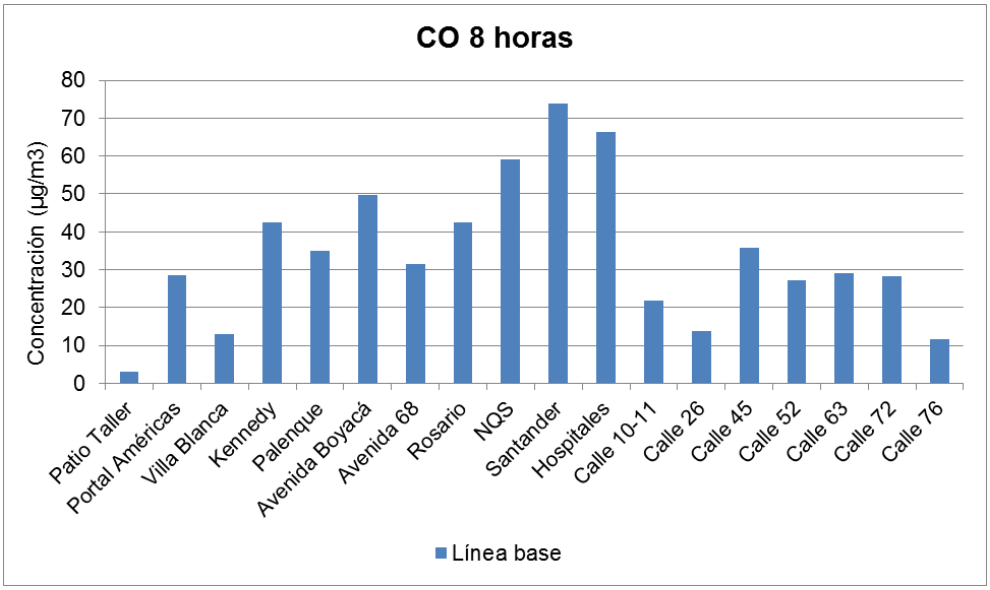


Figura 5.2.1-284 Aportes 8 horas CO Escenario 1

Fuente: K2 INGENIERÍA S.A.S

En la Figura 5.2.1-285 se observa la isopleta de concentración octahoraria para el escenario modelado, el rango de concentración es de 13,75 – 110 µg/m3. No se excede la norma anual de 10,000 µg/m3, las mayores concentraciones se observan entre el sector NQS y Hospitales

En el Anexo 5.2.1.3 Modelo de Dispersión se incluyen los mapas de dispersión de CO con un mejor nivel de detalle, para los periodos horarios y octahorarias como resultado de la modelación.

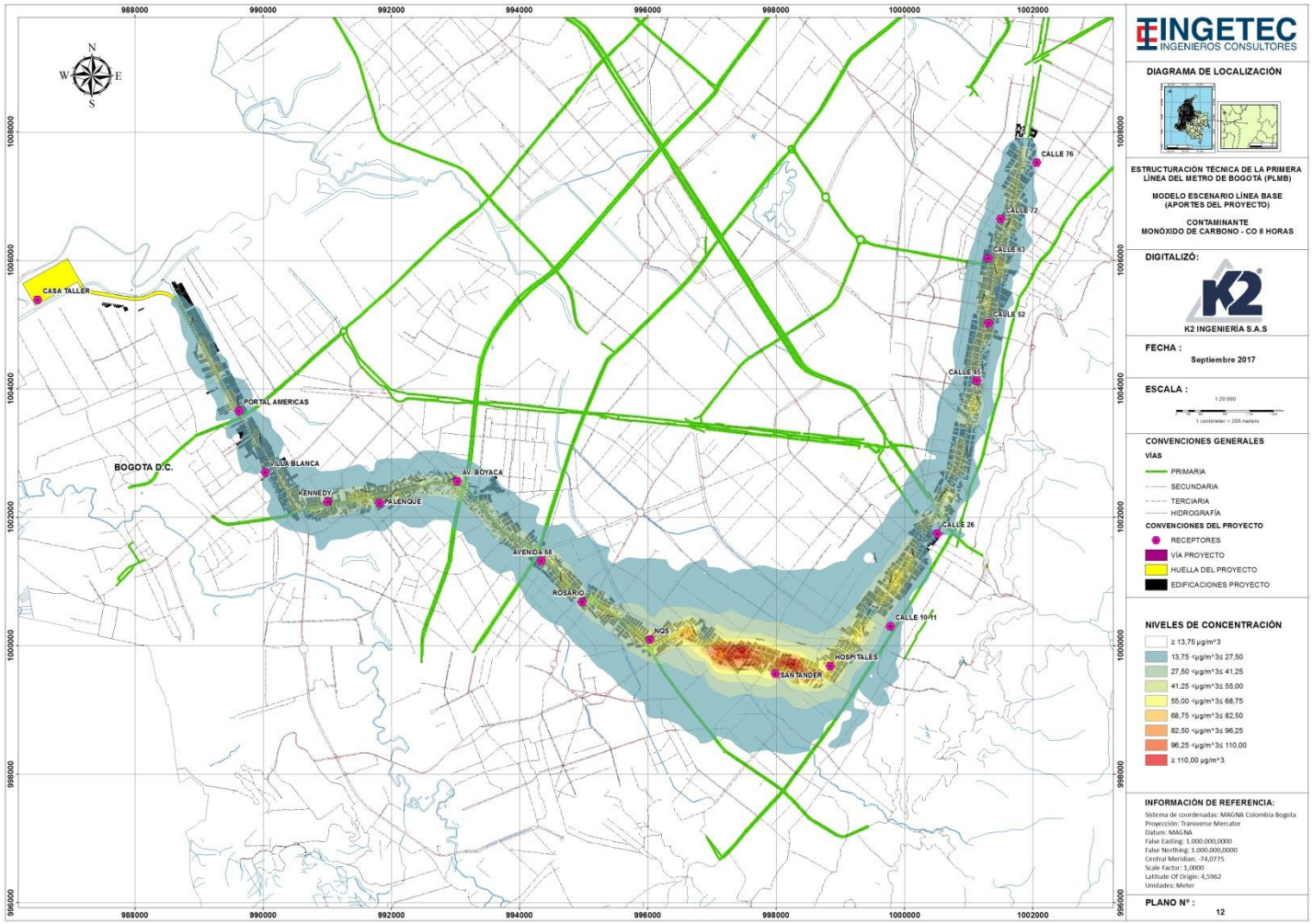


Figura 5.2.1-285 Isopleta CO 8 horas proyecto PLMB Escenario 1
Fuente: K2 INGENIERÍA S.A.S.

Resultados de modelación – Compuestos orgánicos volátiles (VOC)

A continuación, se presentan los resultados obtenidos para el caso de estudio. Los valores de inmisión de los compuestos orgánicos volátiles (VOC) en los receptores de calidad del aire calculados mediante la modelación se encuentran consolidados en la Tabla.

Tabla 5.2.1-219 Aportes VOC24 horas y anual. Escenario 1

Estación	VOC (µg/m3) MD	
	24 horas*	Anual
Patio-Taller	0,4	0,1
Portal Américas	4,4	1,3
Villa Blanca	1,8	0,7
Kennedy	6,7	2,3
Palenque	5,7	1,6
Avenida Boyacá	8,3	2,9
Avenida 68	5,6	2,1
Rosario	7,0	2,2
NQS	9,4	3,1
Santander	10,3	2,8
Hospitales	10,3	3,1
Calle 10-11	3,3	0,7
Calle 26	1,9	0,3
Calle 45	4,4	1,5
Calle 52	3,6	1,1
Calle 63	3,9	1,3
Calle 72	3,7	1,2
Calle 76	1,6	0,4

*Corresponde al valor máximo de concentración estimado mediante modelación para cada receptor

Fuente: K2 INGENIERÍA S.A.S.

En la Figura 5.2.1-286 se puede apreciar los aportes de los compuestos orgánicos volátiles en las estaciones de calidad del aire.

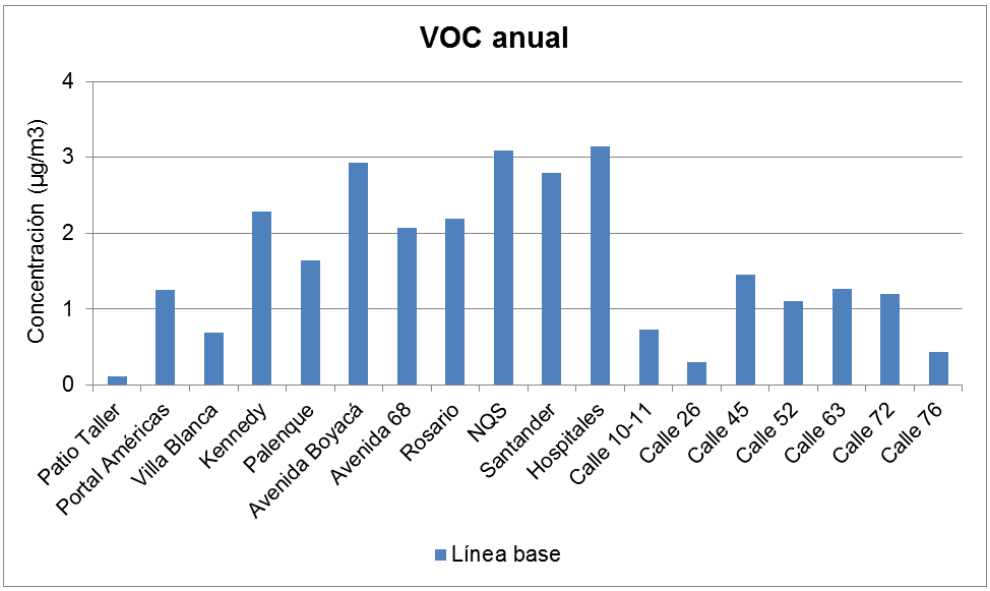


Figura 5.2.1-286 Aportes anuales VOC. Escenario 1
Fuente: K2 INGENIERÍA S.A.S.

Los niveles de concentración anual de VOC estimados sobre los receptores discretos no representan un incremento de más de 4 µg/m3. En el caso de los compuestos orgánicos volátiles no es posible comparar con la Resolución 610 de 2010, ya que no está regulado el nivel máximo permisible de concentración de VOC.

La isopleta anual para VOC se presenta a continuación, posee un rango de concentración de 0,65 – 5,20 µg/m^3 de los compuestos orgánicos volátiles, las mayores concentraciones se observan entre el sector NQS y Hospitales.

Figura 5.2.1-287 Isopleta anual VOC proyecto PLMB. Escenario 1
Fuente: K2 INGENIERÍA S.A.S.

- Resultados escenarios Construcción y Operación sin línea base

Escenario construcción

Para el escenario de la etapa de construcción, los resultados corresponden a la proyección del tráfico vehicular y las diferentes actividades identificadas en el numeral 5.2.1.20.9.12. A continuación se presentan los resultados obtenidos:

Material Particulado (PM_{10} y $PM_{2.5}$):

La Tabla 5.2.1-220 presenta la contribución estimada de las concentraciones de material particulado PM_{10} y $PM_{2.5}$ en los receptores discretos descritos en el numeral 5.2.1.20.9.7.

Tabla 5.2.1-220 Resultados PM_{10}- $PM_{2.5}$24 horas y anual. Escenario 2

ESTACIÓN	PM_{10} (µg/m3) MD		$PM_{2.5}$ (µg/m3) MD	
	24 HORAS[18]	ANUAL	24 HORAS	ANUAL
Patio-Taller	17,0	3,4	8,0	1,6
Portal Américas	141,0	25,8	66,5	12,0
Villa Blanca	48,8	13,2	24,5	6,5
Kennedy	88,5	30,0	42,9	14,3
Palenque	36,7	7,4	16,9	3,2
Avenida Boyacá	65,0	14,9	31,7	6,9
Avenida 68	106,2	28,5	51,7	13,5
Rosario	63,3	16,1	29,9	7,2
NQS	94,0	31,8	41,9	14,1
Santander	49,8	10,3	22,6	4,5
Hospitales	158,7	55,0	74,9	25,3
Calle 10-11	31,5	5,1	14,9	2,3
Calle 26	29,4	2,6	14,3	1,2
Calle 45	76,2	11,0	38,9	5,3
Calle 52	114,0	18,0	59,3	9,3
Calle 63	42,7	13,2	22,0	6,8
Calle 72	40,0	12,2	20,7	6,2
Calle 76	25,9	3,9	13,3	2,0

Fuente: K2 INGENIERÍA S.A.S., 2017.

A partir de lo anterior, en los receptores discretos donde las concentraciones 24 Horas obtenidas exceden los estándares normativos (100 µg/m³ para PM_{10}y de 50 µg/m³ para $PM_{2.5}$) son: Portal

[18] Valor máximo de concentración obtenido en la modelación

Américas, Avenida 68, Hospitales y Calle 52. Es de resaltar que el valor presentado en la Figura 5.2.1-288, para el periodo 24 horas corresponde es el máximo presentado en cada receptor.

En cuanto a los resultados anuales arrojados mediante la simulación no superan los 60 µg/m^3 de material particulado, siendo el valor más alto la estación Hospitales de 55 µg/m^3 y 25,3 µg/m^{3}para PM_{10} y $PM_{2.5}$, respectivamente, mientras los valores más bajos se presentaron en Patio-Taller, Calle 26 y Calle 76 con resultados de menores a 4 µg/m^3, ver Figura 5.2.1-289 y Figura 5.2.1-290.

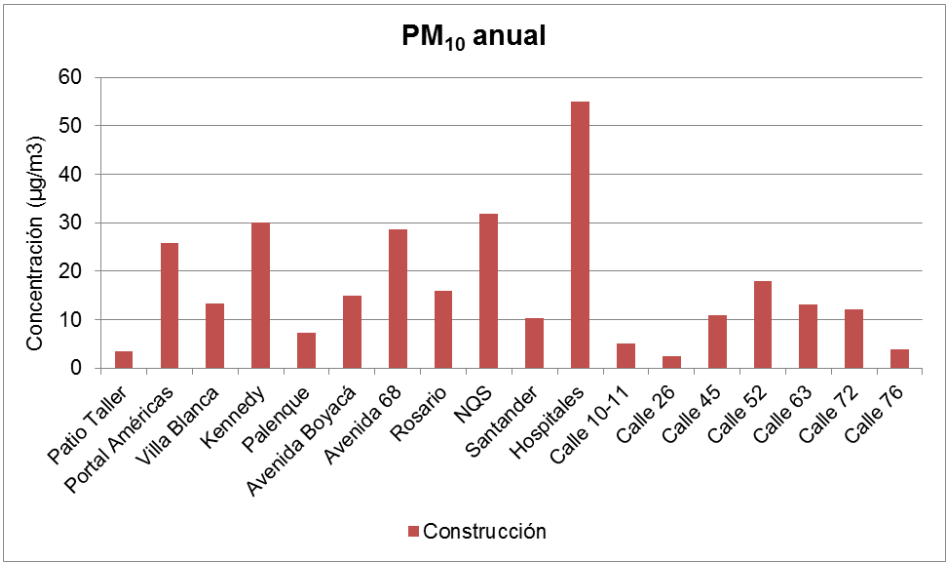


Figura 5.2.1-288 Aportes anuales PM_{10} – Escenario Construcción
Fuente: K2 INGENIERÍA S.A.S., 2017.

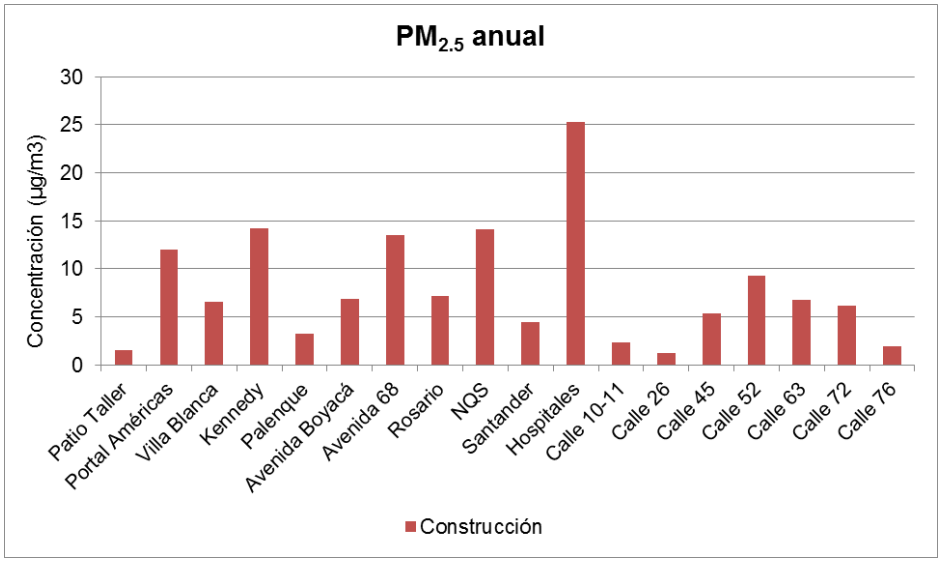


Figura 5.2.1-289 Aportes anuales $PM_{2,5}$ – Escenario Construcción
Fuente: K2 INGENIERÍA S.A.S., 2017.

A continuación se muestra la distribución de curvas de concentración – Isopletas para PM_{10} y $PM_{2.5}$ estimadas para el escenario de construcción en el periodo anual, como resultado de la modelación

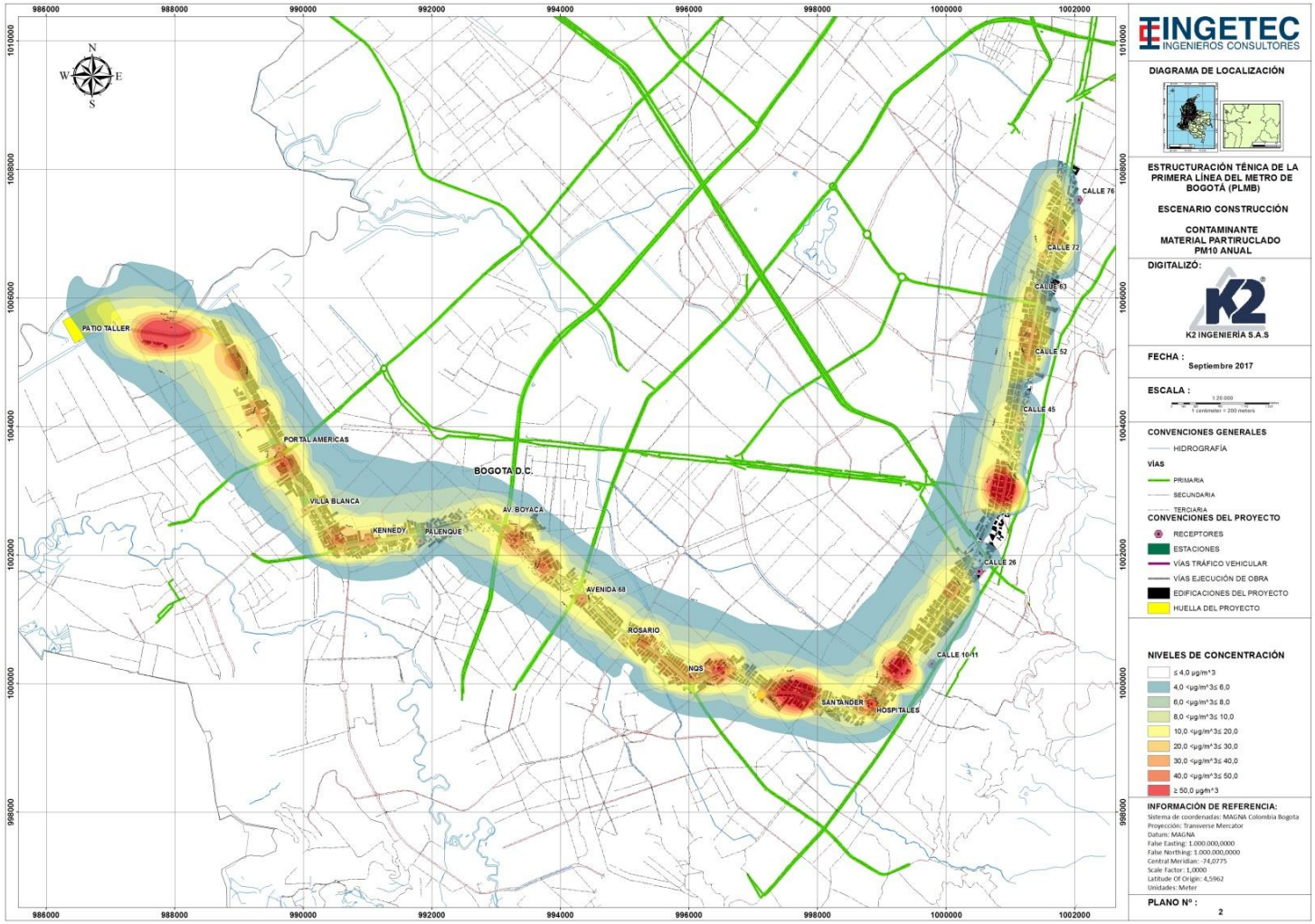


Figura 5.2.1-290 Isopleta anual PM_{10} proyecto PLMB. – Escenario Construcción
Fuente: K2 INGENIERÍA S.A.S., 2017.

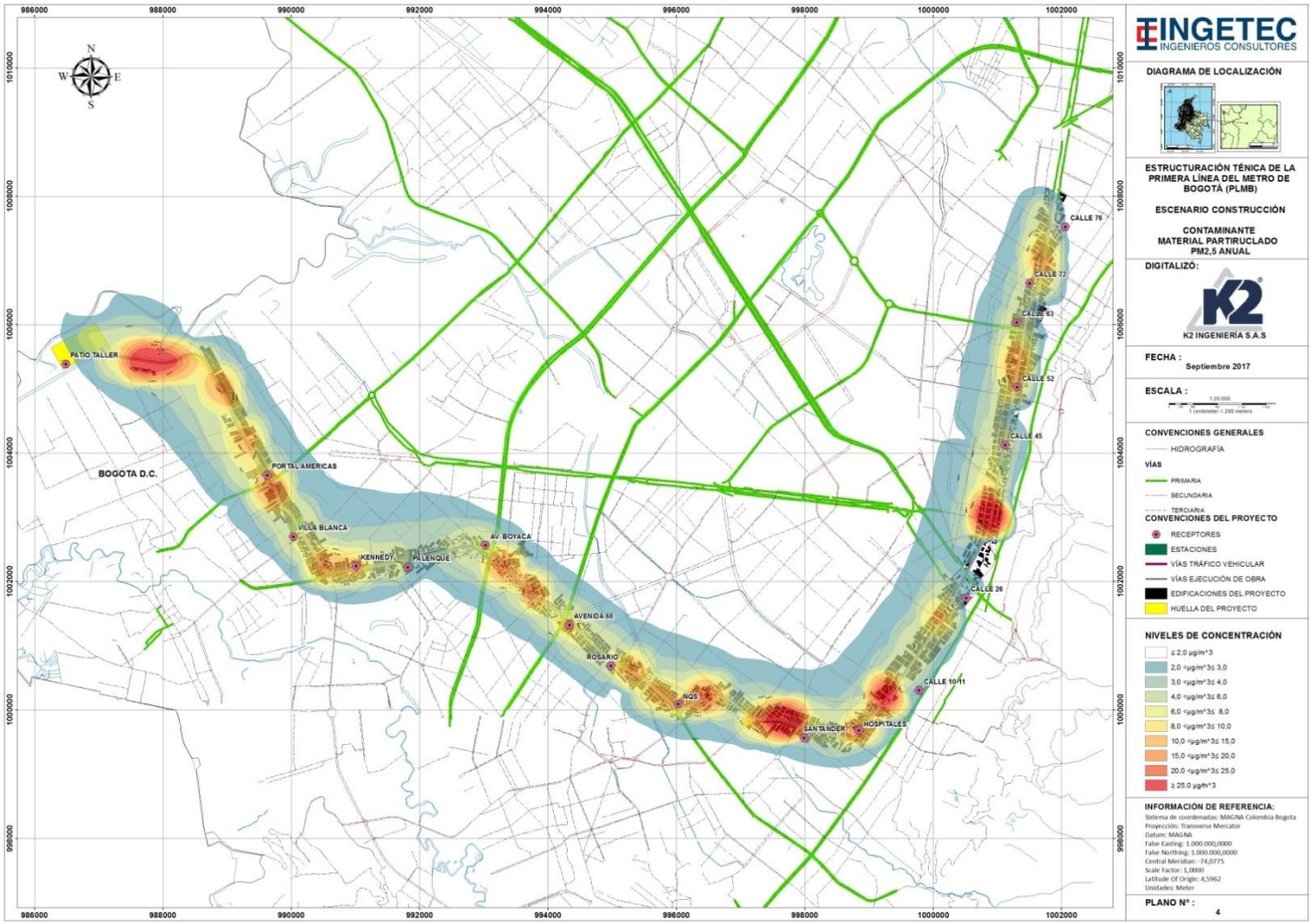


Figura 5.2.1-291 Isopleta anual $PM_{2.5}$ proyecto PLMB.- Escenario Construcción
Fuente: K2 INGENIERÍA S.A.S., 2017

Como se observa anteriormente, la dispersión de material particulado se visualiza uniforme en el área de influencia del proyecto, en el cual se tuvo en cuenta edificaciones, topografía de la zona de estudio, factores meteorológicos, como campos de viento y alturas de mezcla que inciden directamente en la dispersión de la pluma gaussiana, con componentes predominantes provenientes del Sureste (SE).

Para PM_{10}, la isopleta presenta un rango de concentración de 4 - 50µg/m³. Se presentan las mayores concentraciones entre el sector Patio-Taller, entre NQS y Calle 10 – 11 y Calle 26 – Calle 45. Como puede apreciarse en las curvas de concentración de $PM_{2.5}$, los mayores aportes se presentan en los mismos sectores, con un rango de concentración de 2 a 25 µg/m³.

La dispersión de material particulado se visualiza uniforme en el área de influencia del proyecto, en el cual se tuvo en cuenta edificaciones, topografía de la zona de estudio, factores meteorológicos, como campos de viento y alturas de mezcla que inciden directamente en la dispersión de la pluma gaussiana, con componentes predominantes provenientes del Sureste (SE), tal como se observó en los mapas de dispersión (Figura 5.2.1-291 y Figura 5.2.1-290).

Dióxido de nitrógeno (NO2)

Los resultados del modelo de dispersión atmosférico para dióxido de nitrógeno (NO_2) es expuesto en la siguiente tabla; los periodos de tiempo utilizados en la modelación se tomaron con base a lo establecido en la Resolución 610 de 2010 para dióxido de nitrógeno (NO_2), 24 horas y anual. La Tabla presenta los resultados 24 horas y anuales del Dióxido de Nitrógeno.

Tabla 5.2.1-221 Resultados NO_2 24 horas y anual. Escenario 2

Estación	NO_2 (µg/m3) MD	
	24 horas*	Anual
Patio-Taller	6,4	1,5
Portal Américas	67,3	12,0
Villa Blanca	20,0	5,6
Kennedy	40,3	14,0
Palenque	18,2	4,0
Avenida Boyacá	27,7	6,9
Avenida 68	45,4	13,3
Rosario	26,1	6,9
NQS	41,5	14,0
Santander	26,9	6,3
Hospitales	76,3	28,6
Calle 10-11	15,2	2,8
Calle 26	12,2	1,2
Calle 45	34,2	5,7
Calle 52	50,7	8,1
Calle 63	19,6	6,2
Calle 72	18,3	5,7
Calle 76	11,9	1,9

*Corresponde al valor máximo de concentración estimado mediante modelación para cada receptor

Fuente: K2 INGENIERÍA S.A.S.

Se puede apreciar que los valores anuales no superan los 30 µg/m3. Los niveles de concentración diario (máximo) y anual (promedio), evaluados en el presente estudio producto del modelo de dispersión, resultan ser inferiores a los umbrales establecidos en la legislación de calidad del aire para NO_2 (100 µg/m3 por año). El receptor que potencialmente recibiría los mayores aportes es Hospitales, con valor de 28,6 µg/m3.

La Figura 5.2.1-292 presenta los aportes anuales de NO_2, donde se observa que las estaciones con concentraciones más elevadas son NQS, Santander y Hospitales.

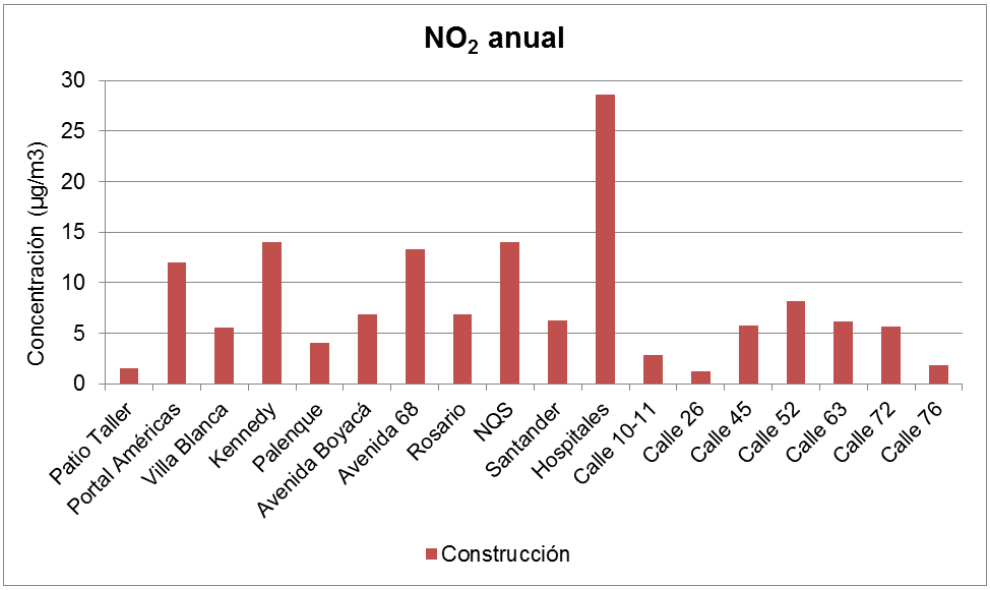


Figura 5.2.1-292 Aportes anuales NO_2. Escenario 2
Fuente: K2 INGENIERÍA S.A.S.

En la Figura 5.2.1-293 se observa la isopleta de concentración anual de NO_2, se obtiene un rango de concentración anual de 2 - 30 µg/m^3. La isopleta no excede la norma anual de 100 µg/m^3. Se puede observar que las mayores concentraciones se presentan cerca de Patio-Taller, en NQS – Hospitales y en Calle 26 – Calle 45.

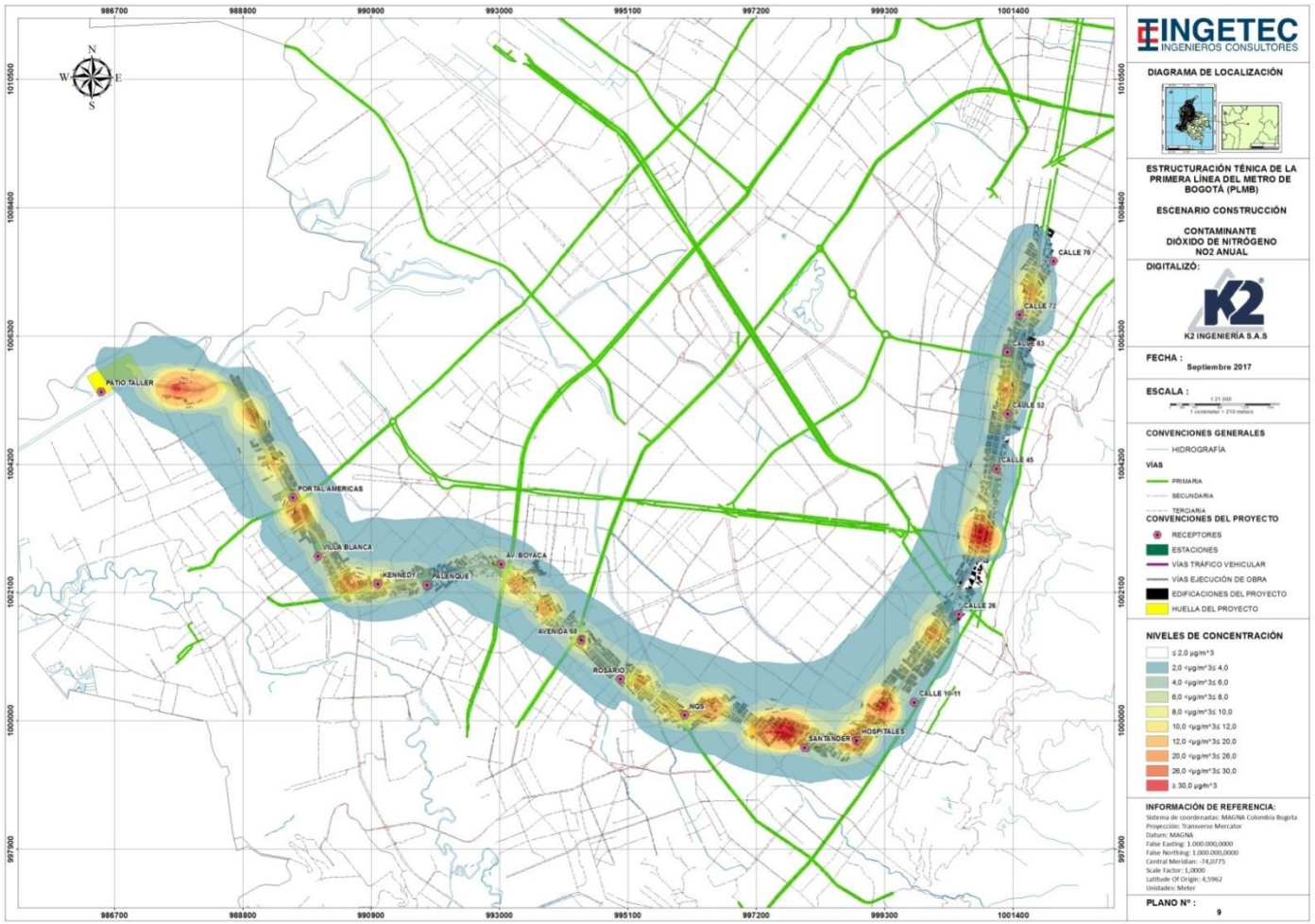


Figura 5.2.1-293 Isopleta anual NO_2 proyecto PLMB. Escenario 2
Fuente: K2 INGENIERÍA S.A.S

Dióxido de azufre (SO2)

A continuación, se presentan los resultados obtenidos para los casos de estudio del dióxido de azufre. Los valores de inmisión de SO_2 en los receptores de calidad del aire calculados mediante la modelación se encuentran consolidados en la Tabla 5.2.1-222. La resolución temporal de modelación se tomó con base a lo aplicable en la Resolución 610 de 2010, esto es 24 h y anual.

Tabla 5.2.1-222 Resultados$SO_2$24 horas y anual. Escenario 2

Estación	SO_2 (µg/m3) MD	
	24 horas*	Anual
Patio-Taller	0,19	0,06
Portal Américas	1,80	0,44
Villa Blanca	0,50	0,17
Kennedy	1,75	0,63
Palenque	0,96	0,27
Avenida Boyacá	1,02	0,35
Avenida 68	1,26	0,45
Rosario	1,16	0,36
NQS	2,17	0,75
Santander	2,04	0,56
Hospitales	5,98	2,15
Calle 10-11	0,99	0,23
Calle 26	0,64	0,08
Calle 45	0,66	0,22
Calle 52	0,47	0,11
Calle 63	0,34	0,11
Calle 72	0,32	0,11
Calle 76	0,18	0,04

*Corresponde al valor máximo de concentración estimado mediante modelación para cada receptor

Fuente: K2 INGENIERÍA S.A.S.

Los niveles de concentración anuales de SO2 estimados sobre los receptores discretos no representan una concentración mayor a 3 µg/m3, al comparar el valor con los limites anuales establecidos en la legislación vigente – Resolución 610 de 2010 (80 µ/m3, donde no se presentan excedencias de la normativa.

La Figura 5.2.1-294 es una representación de los datos anuales de la Tabla 5.2.1-222, donde se puede observar que el receptor con mayores aportes es Hospitales. Mientras que los que presentan las menores concentraciones son: Patio-Taller, Calle 26 y Calle 76.

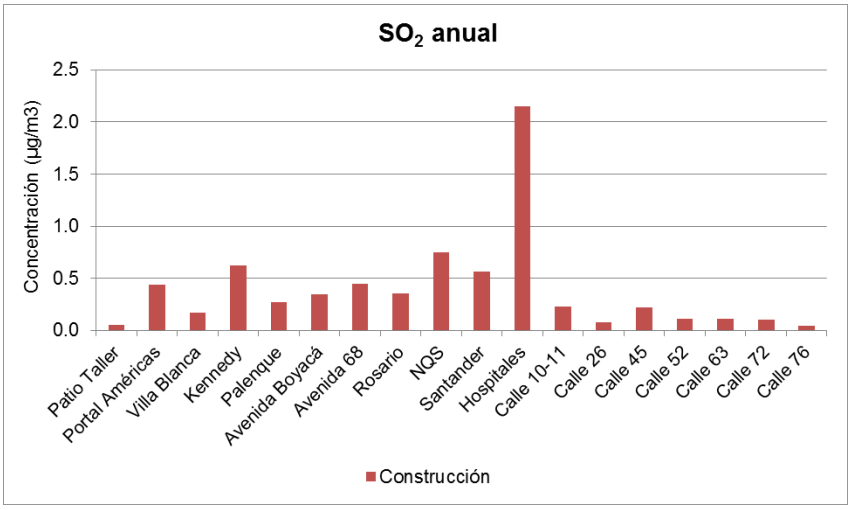


Figura 5.2.1-294 Aportes anuales SO2. Escenario2
Fuente: K2 INGENIERÍA S.A.S.

La Isopleta para SO_2 se presenta a continuación para el periodo anual, presenta un rango de concentración de 0,1– 1,8 µg/m^3. No se excede la norma anual de 80 µg/m^3. Se puede observar que las mayores concentraciones se obtienen entre NQS y Hospitales y las menores desde la Calle 10 – 11, lo anterior obedece a la reducción del tráfico de vehículos de los carriles habilitados (26580 al día).

El Anexo 5.2.1.3 contiene los mapas de dispersión de SO_2 (mejorando el nivel de detalle) reportados para el periodo anual, 24 horas y de 3 horas

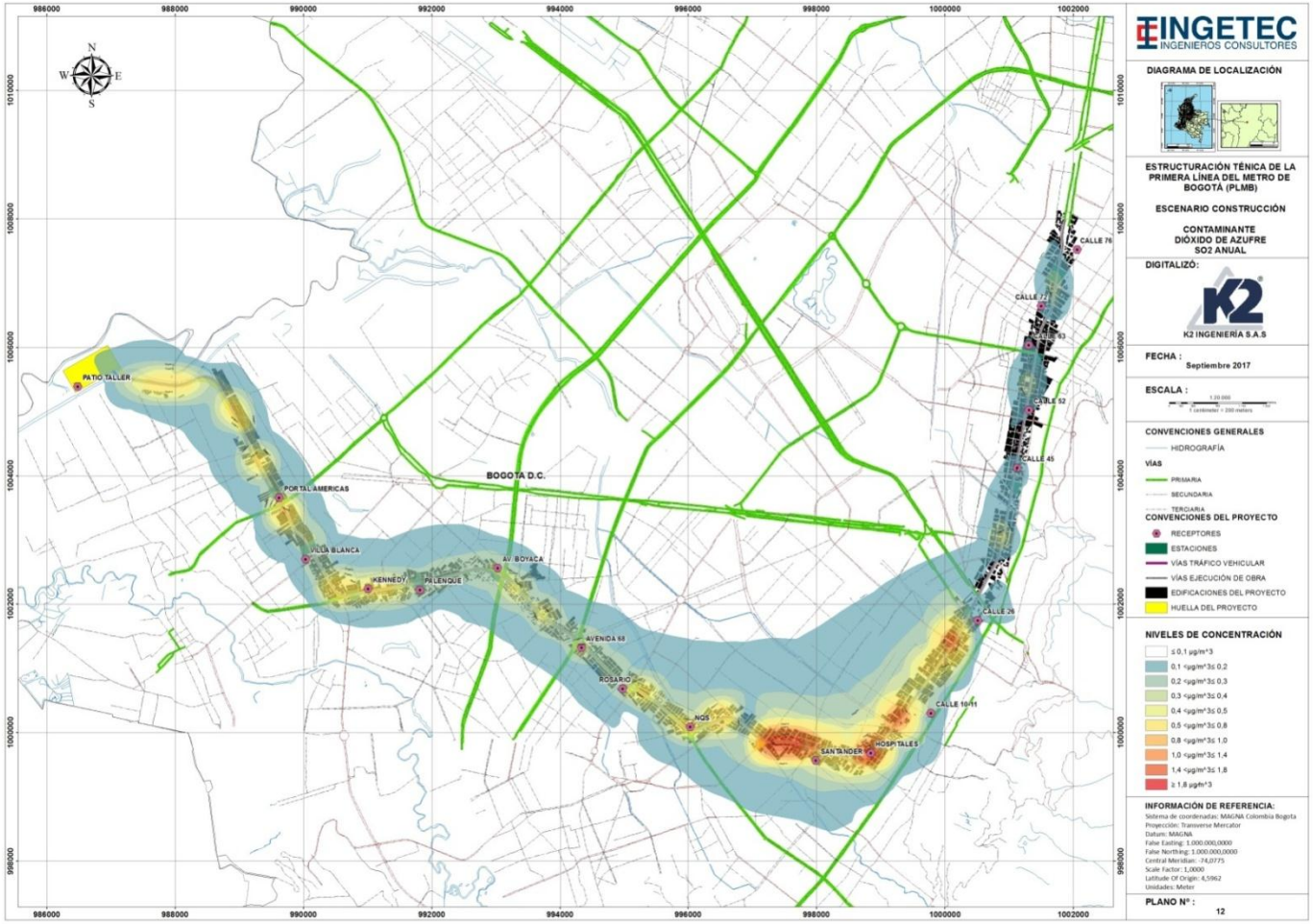


Figura 5.2.1-295 Isopleta anual SO_2 proyecto PLMB. Escenario 2
Fuente: K2 INGENIERÍA S.A.S

Monóxido de carbono (CO)

En la Tabla 5.2.1-223 se presentan las concentraciones máximas obtenidas mediante simulación de dispersión de monóxido de carbono en los receptores discretos para periodos horario y octahorario.

Tabla 5.2.1-223 Resultados CO 1 hora y 8 horas. Escenario 2

Estación	CO (µg/m3) MD	
	1 hora*	8 horas*
Patio-Taller	55,4	15,1
Portal Américas	243,6	113,5
Villa Blanca	74,9	35,9
Kennedy	181,7	93,7
Palenque	96,1	53,5
Avenida Boyacá	144,1	54,1
Avenida 68	137,0	76,3
Rosario	117,7	62,1
NQS	194,7	114,6
Santander	177,6	98,5
Hospitales	399,2	277,5
Calle 10-11	113,7	49,3
Calle 26	107,9	40,7
Calle 45	182,5	56,0
Calle 52	160,9	58,3
Calle 63	75,4	30,8
Calle 72	103,8	28,6
Calle 76	59,0	18,1

*Corresponde al valor máximo de concentración estimado mediante modelación para cada receptor

Fuente: K2 INGENIERÍA S.A.S.

Los niveles de concentración 8 horas de CO estimados sobre los receptores discretos no superan los 300 µg/m^3, al comparar el valor con los límites establecidos en la legislación vigente – Resolución 610 de 2010 (10000 µ/m^3) se observa que no se presentan excedencias de la normativa.

Los resultados de concentración 8 horas se pueden apreciar en la Figura 5.2.1-296, donde el receptor con mayores aportes fue Hospitales con 277,5 µg/m^3, respectivamente

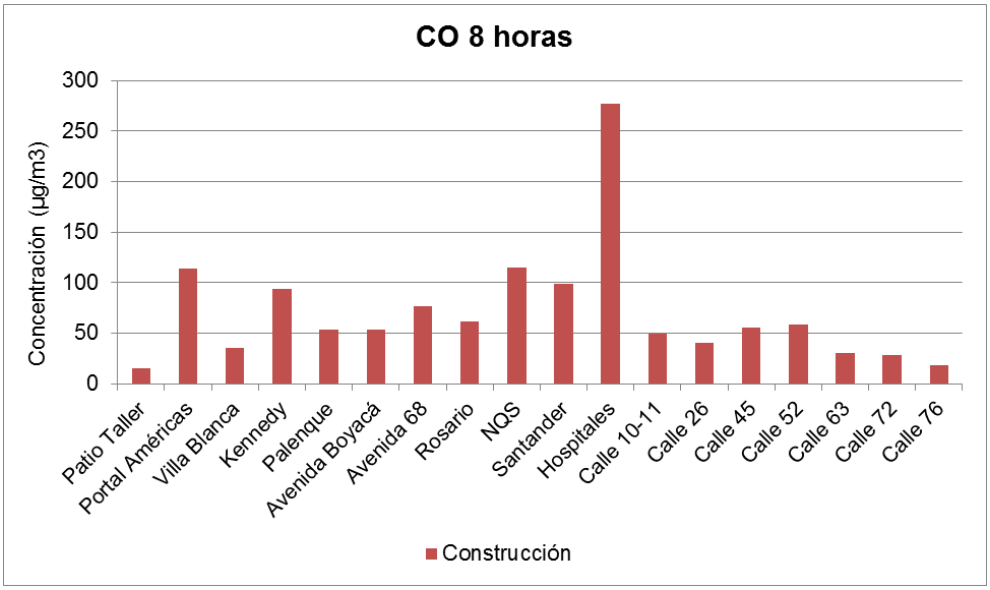


Figura 5.2.1-296 Aportes 8 horas CO. Escenario 2
Fuente: K2 INGENIERÍA S.A.S

En la Figura 5.2.1-297 se observa la isopleta de concentración octahoraria para el escenario modelado, el rango de concentración es de 20 – 190 µg/m^3. No se excede la norma anual de 10000 µg/m^3, las mayores concentraciones se observan entre el sector NQS y Calle 10-11.

En el Anexo 5.2.1.3 Modelo de Dispersión se incluyen los mapas de dispersión de CO con un mejor nivel de detalle, para los periodos horarios y octahorarias como resultado de la modelación.

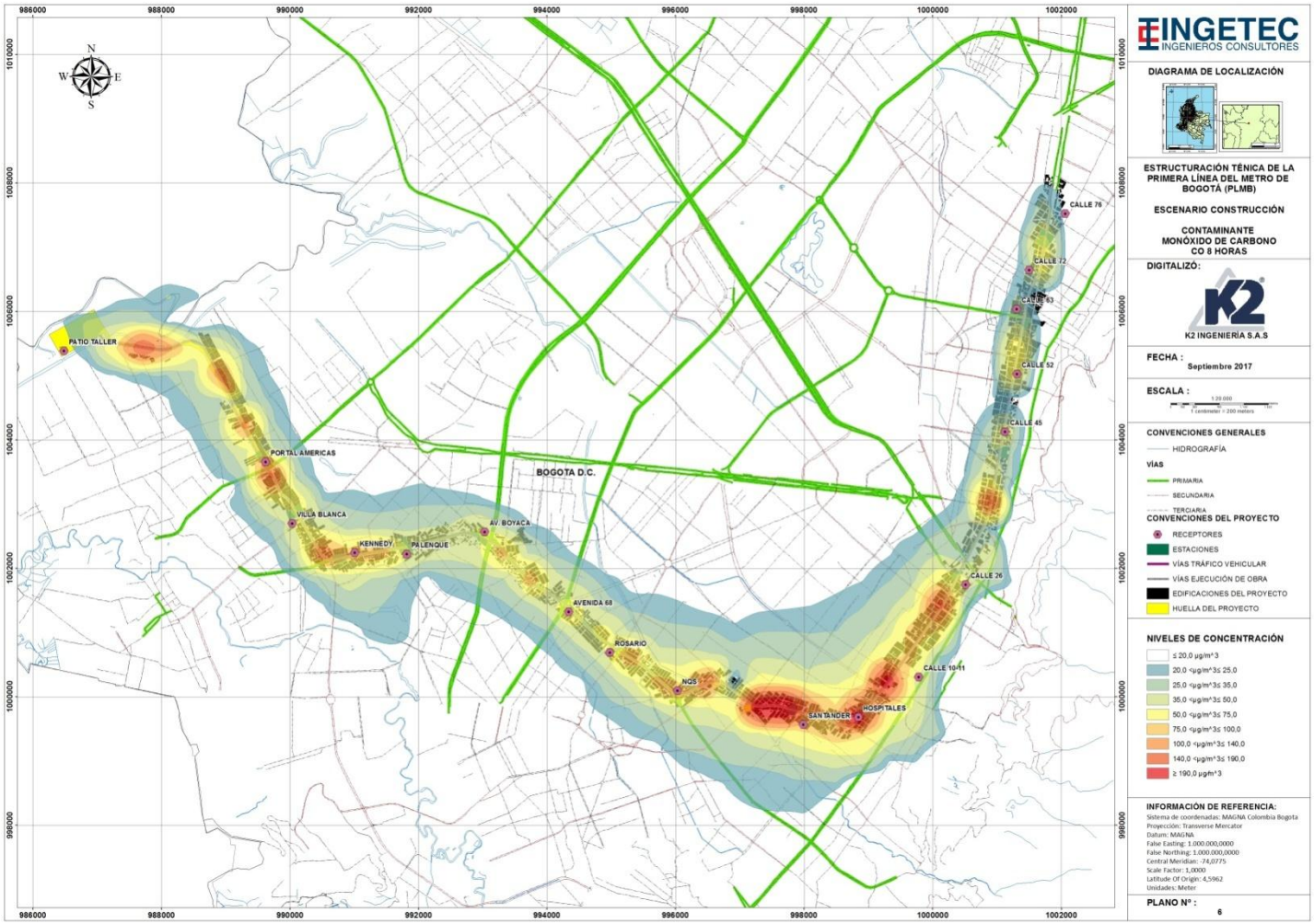


Figura 5.2.1-297 Isopleta CO 8 horas proyecto PLMB. Escenario 2
Fuente: K2 INGENIERÍA S.A.S.

Compuestos orgánicos volátiles (VOC)

A continuación, se presentan los resultados obtenidos para el caso de estudio. Los valores de inmisión de los compuestos orgánicos volátiles (VOC) en los receptores de calidad del aire calculados mediante la modelación se encuentran consolidados en la Tabla.

Tabla 5.2.1-224 Aportes VOC24 horas y anual. Escenario 2

Estación	VOC (µg/m3) MD	
	24 horas*	Anual
Patio-Taller	1,5	0,4
Portal Américas	13,7	3,3
Villa Blanca	4,1	1,4
Kennedy	13,4	4,8
Palenque	7,3	2,0
Avenida Boyacá	7,6	2,6
Avenida 68	9,9	3,3
Rosario	8,8	2,7
NQS	16,1	5,6
Santander	12,8	3,5
Hospitales	37,2	13,4
Calle 10-11	6,3	1,4
Calle 26	4,2	0,5
Calle 45	5,3	1,7
Calle 52	4,9	1,0
Calle 63	2,6	0,9
Calle 72	2,5	0,8
Calle 76	1,6	0,3

*Corresponde al valor máximo de concentración estimado mediante modelación para cada receptor

Fuente: K2 INGENIERÍA S.A.S.

En la Figura 5.2.1-298 se puede apreciar los aportes de los compuestos orgánicos volátiles en las estaciones de calidad del aire.

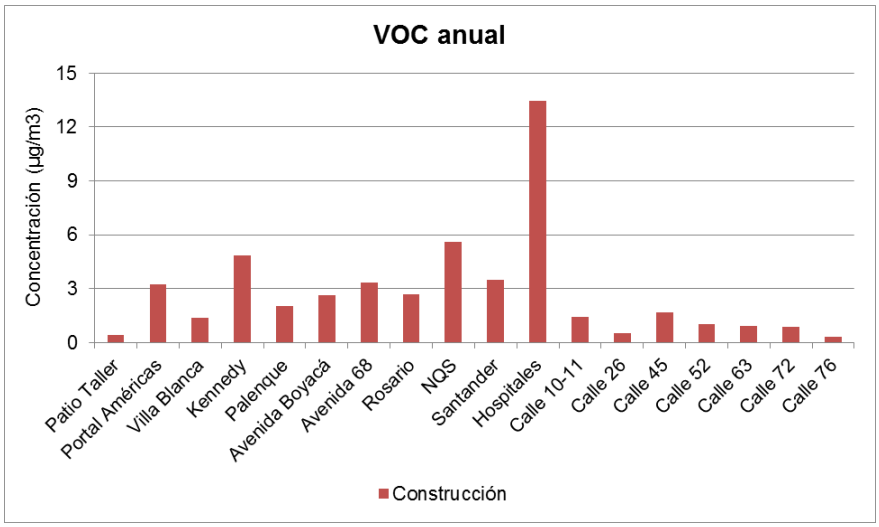


Figura 5.2.1-298 Aportes anuales VOC. Escenario 2
Fuente: K2 INGENIERÍA S.A.S.

Los niveles de concentración anual de VOC estimados sobre los receptores discretos no representan valores superiores a 15 µg/m^3. En el caso de los compuestos orgánicos volátiles no es posible comparar con la Resolución 610 de 2010, ya que no está regulado el nivel máximo permisible de concentración de VOC.

La isopleta anual para VOC se presenta a continuación, posee un rango de concentración de 0.7 – 8.8 µg/m3 de los compuestos orgánicos volátiles, las mayores concentraciones se observan entre el sector NQS y Calle 26.

Se recomienda en la etapa de construcción del proyecto continuar con un segundo modelo de dispersión y una campaña de monitoreo de calidad del aire; esto permitirá verificar la calidad del aire y la implementación de las medidas de control y mitigación de emisiones atmosféricas durante la etapa constructiva, como el cumplimiento normativo.

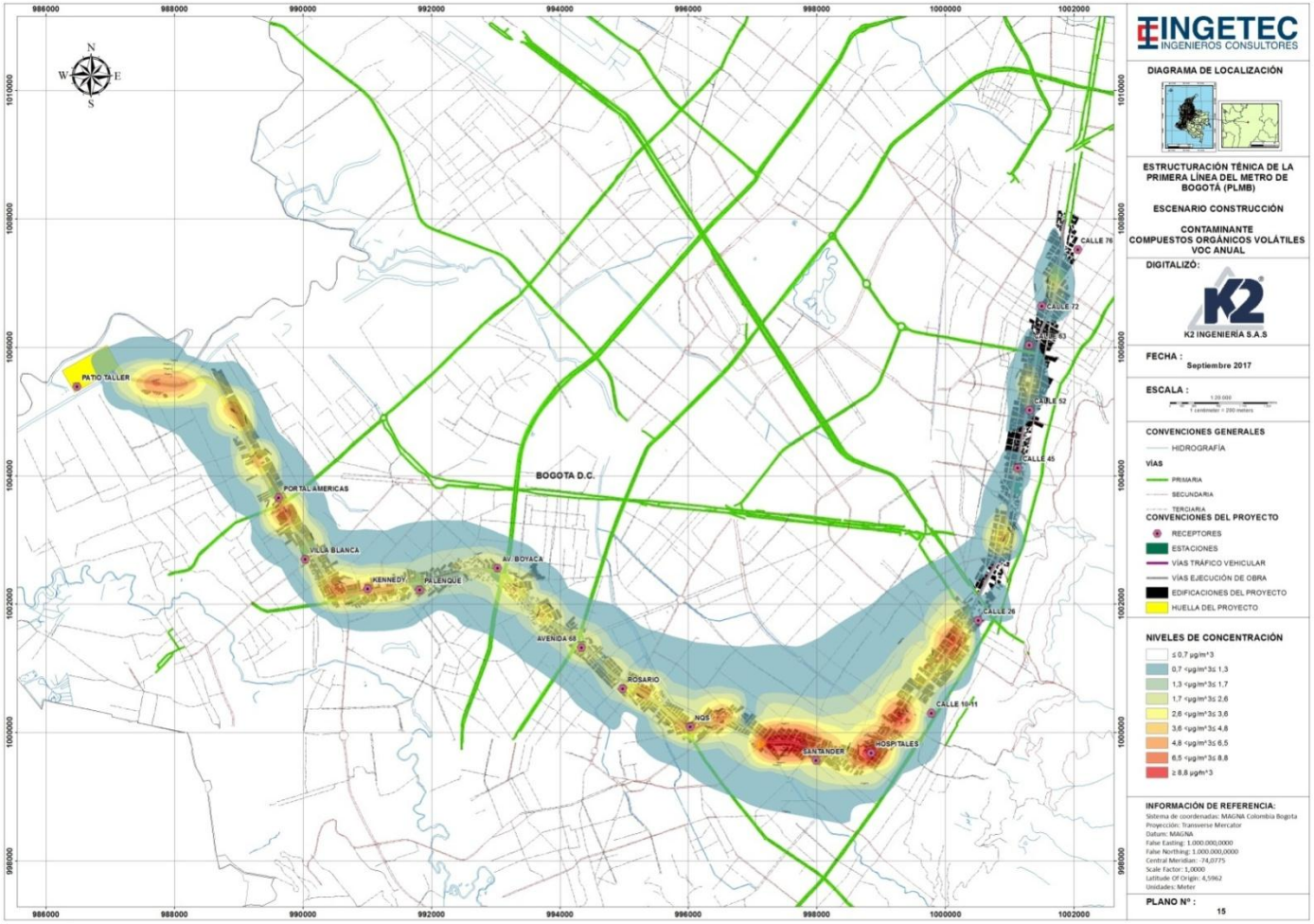


Figura 5.2.1-299 Isopleta anual VOC proyecto PLMB. Escenario2
Fuente: K2 INGENIERÍA S.A.S.

Escenario operación

Para el escenario de la etapa de operación, los resultados corresponden a la proyección del tráfico vehicular y las diferentes actividades identificadas en el numeral 5.2.1.20.9.12. A continuación se presentan los resultados obtenidos:

Material Particulado (PM_{10} y $PM_{2.5}$):

En la Tabla 5.2.1-225 se presenta la contribución estimada de las concentraciones de material particulado PM_{10} y $PM_{2.5}$ en los receptores discretos.

Tabla 5.2.1-225 Resultados PM_{10}– $PM_{2.5}$24 horas y anual. Escenario 3 sin concetración de fondo con el 70% de reducción sobre la Av.Caracas

Estación	PM_{10} (µg/m^3) MD		$PM_{2,5}$(µg/m^3) MD	
	24 horas*	Anual	24 horas*	Anual
Patio-Taller	9,76	3,80	0,4	0,1
Portal Américas	152,60	83,69	5,3	1,5
Villa Blanca	46,42	24,90	2,0	0,8
Kennedy	131,64	70,94	6,2	2,1
Palenque	61,10	32,25	5,2	1,5
Avenida Boyacá	106,07	57,14	8,1	2,9
Avenida 68	89,36	49,36	6,9	2,6
Rosario	60,03	32,87	8,7	2,7
NQS	81,34	44,01	11,4	3,8
Santander	52,79	27,54	9,9	2,7
Hospitales	160,25	86,81	10,4	3,2
Calle 10-11	23,67	8,39	3,3	0,7
Calle 26	26,41	13,10	2,0	0,3
Calle 45	27,04	14,68	2,0	0,7
Calle 52	40,86	22,16	1,9	0,6
Calle 63	16,90	9,11	2,2	0,7
Calle 72	16,19	8,70	2,1	0,7
Calle 76	5,49	2,79	0,9	0,3

*Corresponde al valor máximo de concentración estimado mediante modelación para cada receptor

Fuente: K2 INGENIERÍA S.A.S.

De acuerdo a la Tabla 5.2.1-225, los resultados anuales arrojados mediante la simulación no superan los 15 µg/m^3 de material particulado, siendo el valor más alto la estación NQS de 16,3 µg/m^3 y 3,8 µg/m^3 para PM_{10} y $PM_{2.5}$, respectivamente, mientras los valores más bajos se presentaron en Patio-Taller y Calle 26 con resultados menores a 1 µg/m^3. Las concentraciones de material particulado- PM_{10} y $PM_{2.5}$ no presentan valores superiores a la norma anual de calidad del aire, 50 µg/m³ para PM_{10} y de 25 µg/m³ para $PM_{2.5}$.

Tabla 5.2.1-226 Porcentaje de incrementoPM$_{10}$y PM$_{2.5}$anual. Escenario 3

Estación	PM$_{10}$ anual MD			PM$_{2.5}$ anual MD		
	Línea base (µg/m^3)	Operación (µg/m^3)	Línea base/ Operación	Línea base (µg/m^3)	Operación (µg/m^3)	Línea base/ Operación
Patio-Taller	0,19	0,40	53,86%	0,05	0,12	53,80%
Portal Américas	2,29	5,03	54,49%	0,68	1,49	54,49%
Villa Blanca	1,18	2,58	54,42%	0,35	0,76	54,41%
Kennedy	3,28	7,21	54,51%	0,95	2,09	54,51%
Palenque	2,39	5,24	54,49%	0,69	1,52	54,48%
Avenida Boyacá	4,61	10,13	54,52%	1,32	2,89	54,51%
Avenida 68	4,24	9,32	54,54%	1,17	2,58	54,53%
Rosario	4,46	9,82	54,57%	1,24	2,72	54,56%
NQS	6,18	13,63	54,67%	1,72	3,80	54,68%
Santander	3,70	8,49	56,47%	1,16	2,67	56,46%
Hospitales	4,28	10,62	59,67%	1,28	3,16	59,57%
Calle 10-11	1,02	2,50	59,30%	0,30	0,73	59,18%
Calle 26	0,42	0,94	55,16%	0,12	0,28	54,81%
Calle 45	2,17	2,13	-1,99%	0,67	0,65	-2,47%
Calle 52	1,65	1,88	12,28%	0,51	0,58	11,98%
Calle 63	1,91	2,30	16,82%	0,59	0,71	16,62%
Calle 72	1,80	2,16	16,67%	0,55	0,66	16,49%
Calle 76	0,66	0,83	20,95%	0,20	0,25	20,61%

Fuente: K2 INGENIERÍA S.A.S.

Las estaciones que presentarán mayor incremento son Hospitales y Calle 10-11 con valores de 59,67% y 59,3% respectivamente, la estación Calle 45 en la operación del proyecto presentará una reducción del 2,5%, de acuerdo a los resultados de la simulación.

La Figura 5.2.1-300 y Figura 5.2.1-301 son una representación gráfica de los resultados anuales en los receptores discretos.

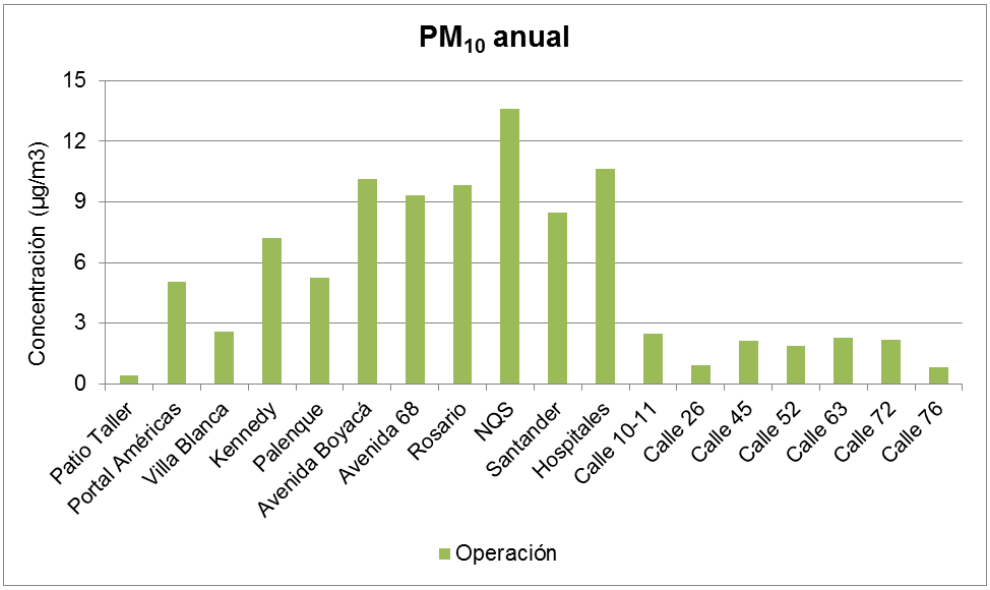


Figura 5.2.1-300 Aportes anualesPM_{10}. Escenario 3
Fuente: K2 INGENIERÍA S.A.S.

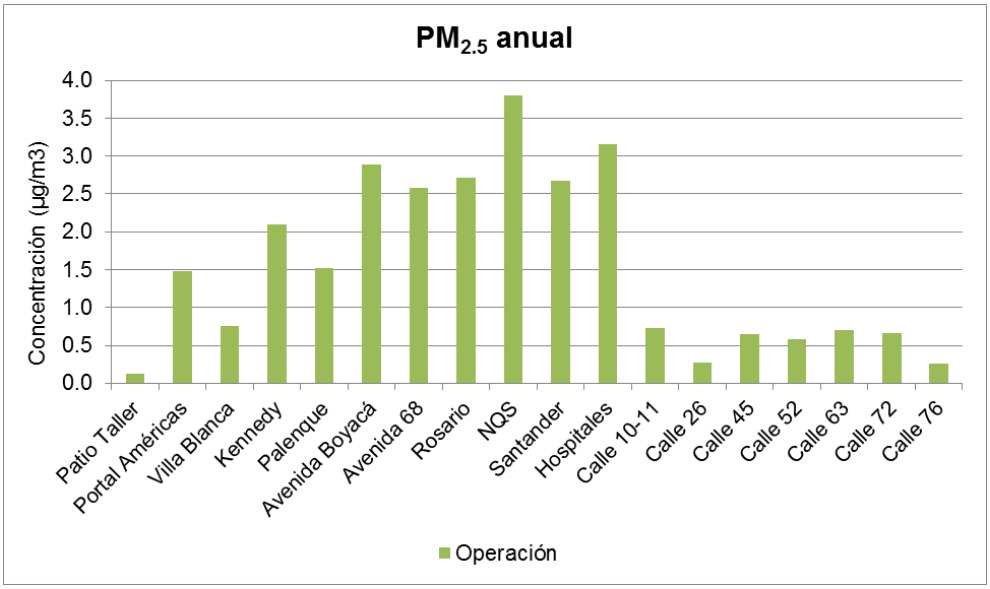


Figura 5.2.1-301 Aportes anuales $PM_{2.5}$. Escenario 3
Fuente: K2 INGENIERÍA S.A.S.

A continuación se muestra la distribución de curvas de concentración – Isopletas para PM_{10} y $PM_{2.5}$ estimadas para el escenario de línea base en el periodo anual, como resultado de la modelación.

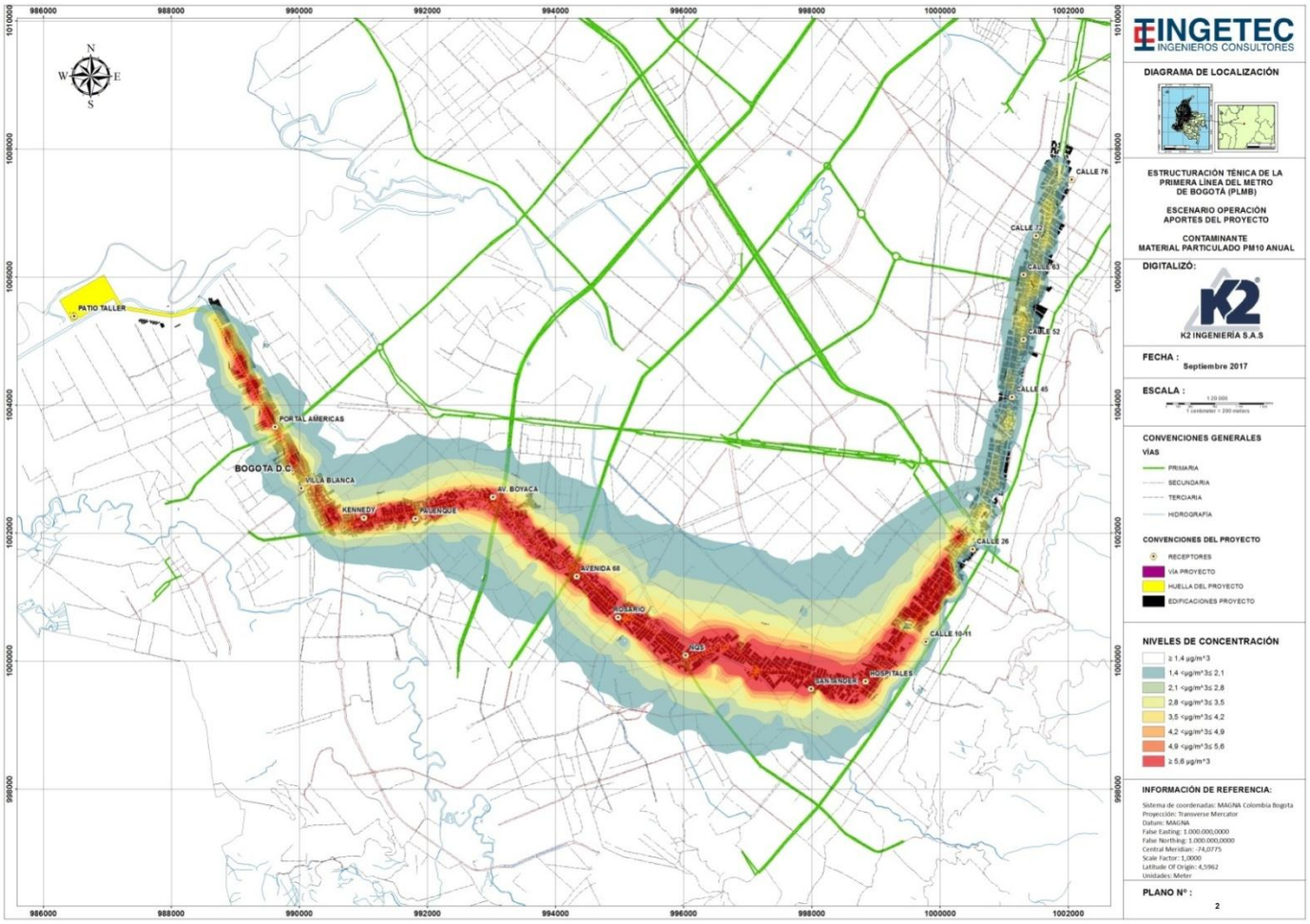


Figura 5.2.1-302 Isopleta anual PM_{10} proyecto PLMB. Escenario 3
Fuente: K2 INGENIERÍA S.A.S.

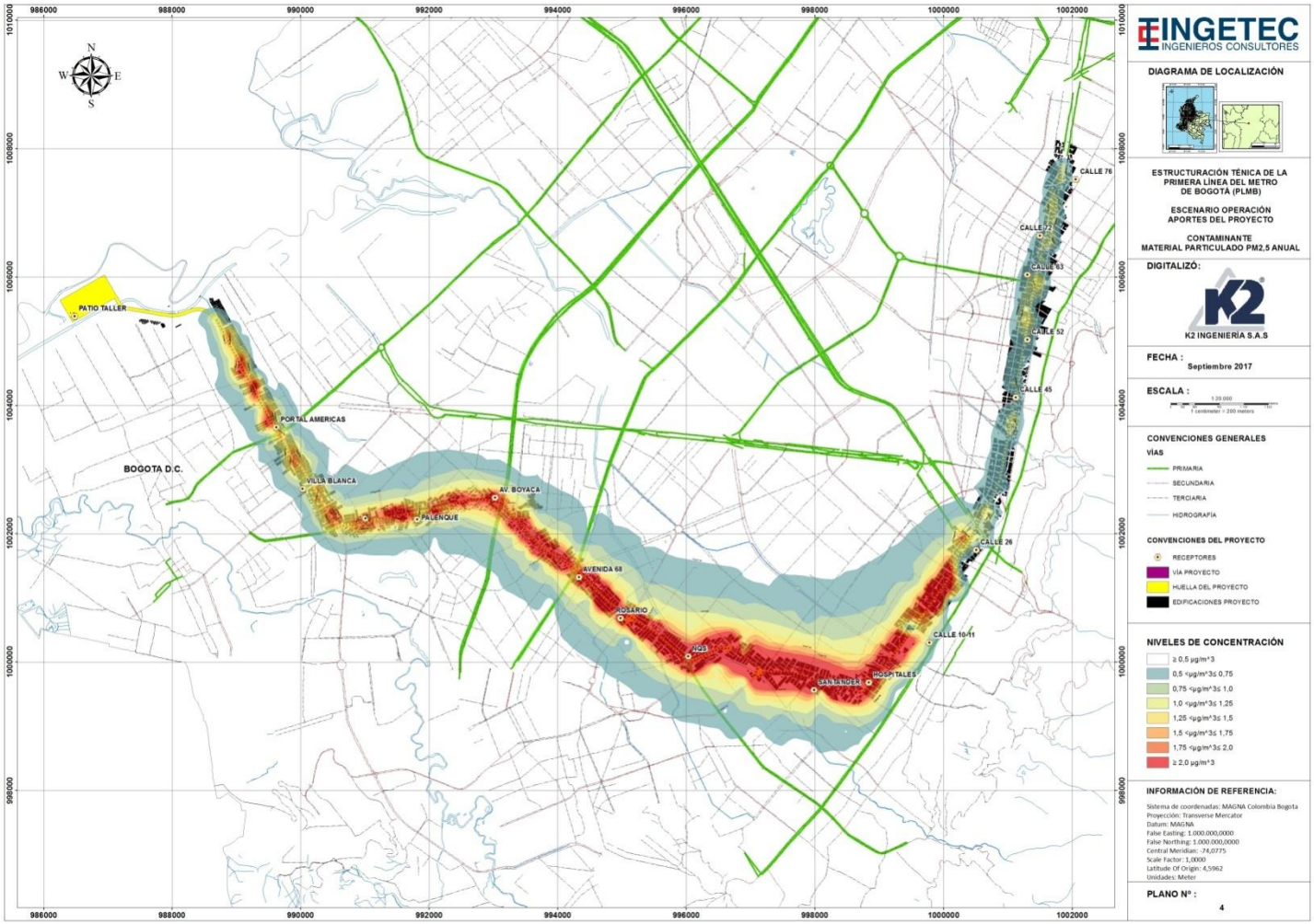


Figura 5.2.1-303 Isopleta anual $PM_{2.5}$ proyecto PLMB. Escenario 3
Fuente: K2 INGENIERÍA S.A.S.

Para PM_{10}, el rango de concentración de la isopletas de 1,4 – 5,6 µg/m³, se presentan las mayores concentraciones entre el sector Patio-Taller y Calle 26 y las menores desde la Calle 26 hasta la Calle 76. Como puede apreciarse en las curvas de concentración de $PM_{2.5}$, los mayores aportes se presentan entre el sector Palenque hasta la Calle 26 y los menores desde la Calle 26 hasta la Calle 76, con un rango de concentración de 0,5 a 2 µg/m³.

La dispersión de material particulado se visualiza uniforme en el área de influencia del proyecto, en el cual se tuvo en cuenta edificaciones, topografía de la zona de estudio, factores meteorológicos, como campos de viento y alturas de mezcla que inciden directamente en la dispersión de la pluma gaussiana, con componentes predominantes provenientes del Sureste (SE), tal como se observó en los mapas de dispersión (Figura 5.2.1-302 a Figura 5.2.1-303).

Resultados de modelación – Dióxido de nitrógeno (NO_2)

Los resultados del modelo de dispersión atmosférico para dióxido de nitrógeno (NO_2) es expuesto en las siguientes tablas; los periodos de tiempo utilizados en la modelación se tomaron con base a lo establecido en la resolución 610 de 2010 para dióxido de nitrógeno (NO_2), 24 horas y anual. La Tabla presenta los resultados 24 horas y anuales del Dióxido de Nitrógeno.

Tabla 5.2.1-227 Resultados $NO_2$24 horas y anual. Escenario 3

Estación	NO_2(µg/m^3) MD	
	24 horas*	Anual
Patio-Taller	1,0	0,3
Portal Américas	13,0	3,7
Villa Blanca	5,1	2,0
Kennedy	18,4	6,3
Palenque	15,6	4,5
Avenida Boyacá	22,7	8,0
Avenida 68	15,3	5,7
Rosario	19,3	6,0
NQS	26,0	8,6
Santander	31,3	8,6
Hospitales	32,3	9,9
Calle 10-11	9,8	2,3
Calle 26	6,1	0,8
Calle 45	5,8	1,9
Calle 52	5,4	1,7
Calle 63	6,3	2,0
Calle 72	6,0	1,9
Calle 76	2,7	0,7

*Corresponde al valor máximo de concentración estimado mediante modelación para cada receptor

Fuente: K2 INGENIERÍA S.A.S.

Se puede apreciar que los valores anuales no superan los 10 µg/m^3.Los niveles de concentración diario (máximo) y anual (promedio), evaluados en el presente estudio producto del modelo de

dispersión, resultan ser inferiores a los umbrales establecidos en la legislación de calidad del aire para NO_2 (100 µg/m^3 por año). El receptor que potencialmente recibiría los mayores aportes es Hospitales, con valor de 9,9 µg/m^3

En la Tabla 5.2.1-228 se puede observar los resultados del escenario 1 (línea base) y del escenario 3 (operación), así como el porcentaje de incremento.

Tabla 5.2.1-228 Porcentaje de incremento NO_2anual. Escenario 3

Estación	NO_2 anual MD		
	Línea base (µg/m^3)	Operación (µg/m^3)	Línea base/ Operación
Patio-Taller	0,14	0,31	53,77%
Portal Américas	1,67	3,67	54,48%
Villa Blanca	0,89	1,96	54,40%
Kennedy	2,86	6,28	54,51%
Palenque	2,06	4,52	54,49%
Avenida Boyacá	3,65	8,02	54,52%
Avenida 68	2,59	5,70	54,54%
Rosario	2,74	6,04	54,58%
NQS	3,89	8,60	54,75%
Santander	3,72	8,56	56,49%
Hospitales	4,01	9,91	59,58%
Calle 10-11	0,92	2,26	59,32%
Calle 26	0,38	0,85	55,21%
Calle 45	1,94	1,90	-2,22%
Calle 52	1,47	1,67	12,09%
Calle 63	1,70	2,04	16,66%
Calle 72	1,60	1,91	16,50%
Calle 76	0,58	0,73	20,62%

Fuente: K2 INGENIERÍA S.A.S.

El incremento de la operación con respecto a línea base presenta un rango de hasta 60%, donde las estaciones Hospitales y Calle 10-11 presentan los valores más altos de 59,58% y 59,32%, respectivamente. Mientras que el valor más bajo se presenta en Calle 45 con una disminución del 2,22%. La Figura 5.2.1-304 presenta los aportes anuales de NO_2, donde se aprecia que las estaciones con concentraciones más elevadas son NQS, Santander y Hospitales.

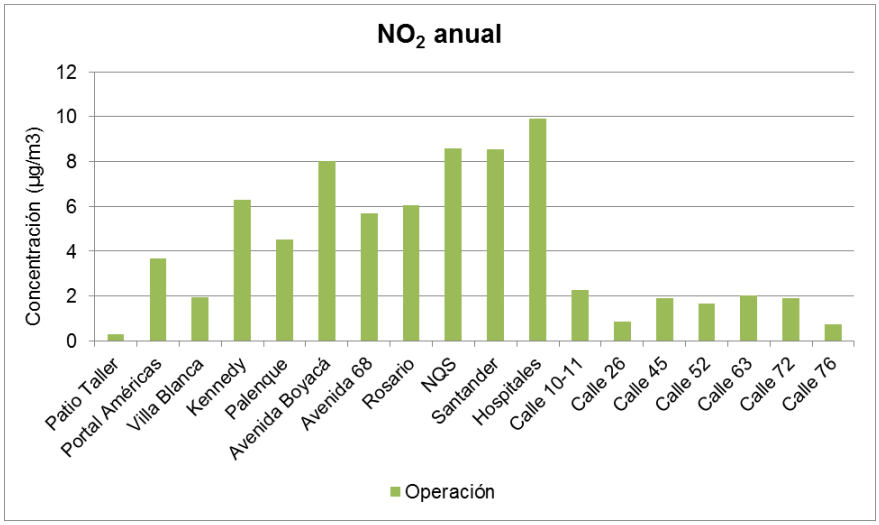


Figura 5.2.1-304 Aportes anualesNO_2. Escenario 3
Fuente: K2 INGENIERÍA S.A.S.

En la Figura 5.2.1-305 se observa la isopleta de concentración anual de NO_2, se obtiene un rango de concentración anual de 1,8 – 7,2 µg/m^3. La isopletano excede la norma anual de 100 µg/m^3. Se puede observar que las mayores concentraciones se presentan entre NQS y Calle 26.

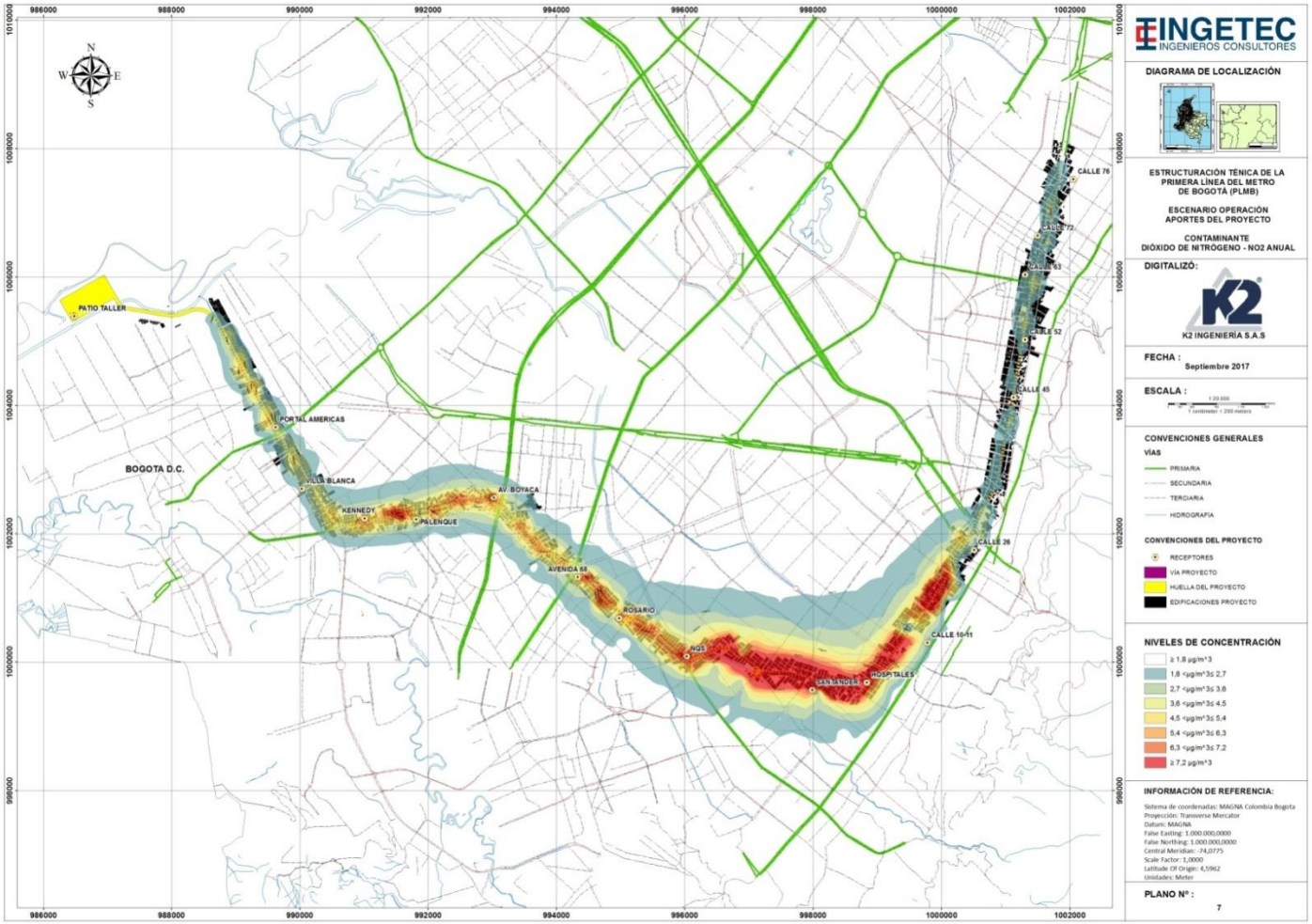


Figura 5.2.1-305 Isopleta anual NO_2 proyecto PLMB. Escenario 3
Fuente: K2 INGENIERÍA S.A.S

Resultados de modelación – Dióxido de azufre (SO_2)

A continuación, se presentan los resultados obtenidos para los casos de estudio del dióxido de azufre. Los valores de inmisión de SO_2 en los receptores de calidad del aire calculados mediante la modelación se encuentran consolidados en la Tabla. La resolución temporal de modelación se tomó con base a lo aplicable en la Resolución 610 de 2010, esto es, 24 h y anual.

Tabla 5.2.1-229 Aportes SO_2 24 horas y anual. Escenario 3

Estación	SO_2(µg/m^3)MD	
	24 horas*	Anual
Patio-Taller	0,12	0,04
Portal Américas	1,60	0,45
Villa Blanca	0,61	0,23
Kennedy	2,08	0,70
Palenque	1,75	0,51
Avenida Boyacá	2,54	0,90
Avenida 68	1,72	0,64
Rosario	2,17	0,68
NQS	2,94	0,97
Santander	3,83	1,05
Hospitales	3,73	1,14
Calle 10-11	1,12	0,26
Calle 26	0,69	0,10
Calle 45	0,71	0,23
Calle 52	0,67	0,21
Calle 63	0,78	0,25
Calle 72	0,74	0,24
Calle 76	0,33	0,09

*Corresponde al valor máximo de concentración estimado mediante modelación para cada receptor

Fuente: K2 INGENIERÍA S.A.S.

Los niveles de concentración anual de SO2 estimados sobre los receptores discretos no representan una concentración mayor de 2 µg/m3, al comparar el valor con los limites anuales establecidos en la legislación vigente – Resolución 610 de 2010 (80 µ/m3) se observa que no se presentan excedencias de la normativa.

La Tabla 5.2.1-230 presenta el incremento del escenario operación con respecto a línea base, donde el porcentaje más alto es del sector Hospitales con 59,44% y el menor fue en Calle 45 con una disminución del3% aproximadamente.

Tabla 5.2.1-230 Porcentaje incremento SO_2 24 horas y anual. Escenario 3

Estación	SO_2 anual MD		
	Línea base (µg/m^3)	Operación (µg/m^3)	Línea base/ Operación
Patio-Taller	0,02	0,04	53,70%
Portal Américas	0,21	0,45	54,47%
Villa Blanca	0,11	0,23	54,38%

Estación	SO_2 anual MD		
	Línea base (µg/m^3)	Operación (µg/m^3)	Línea base/ Operación
Kennedy	0,32	0,70	54,50%
Palenque	0,23	0,51	54,47%
Avenida Boyacá	0,41	0,90	54,51%
Avenida 68	0,29	0,64	54,53%
Rosario	0,31	0,68	54,57%
NQS	0,44	0,97	54,75%
Santander	0,46	1,05	56,46%
Hospitales	0,46	1,14	59,44%
Calle 10-11	0,10	0,26	59,12%
Calle 26	0,04	0,10	54,59%
Calle 45	0,24	0,23	-2,96%
Calle 52	0,18	0,21	11,64%
Calle 63	0,21	0,25	16,38%
Calle 72	0,20	0,24	16,26%
Calle 76	0,07	0,09	20,14%

Fuente: K2 INGENIERÍA S.A.S.

La Figura 5.2.1-306 es una representación de los datos anuales de la Tabla 5.2.1-229, donde se puede observar que los receptores con mayores aportes son NQS, Santander y Hospitales. Mientras que los que presentan las menores concentraciones son: Patio-Taller, Calle 26 y Calle 76.

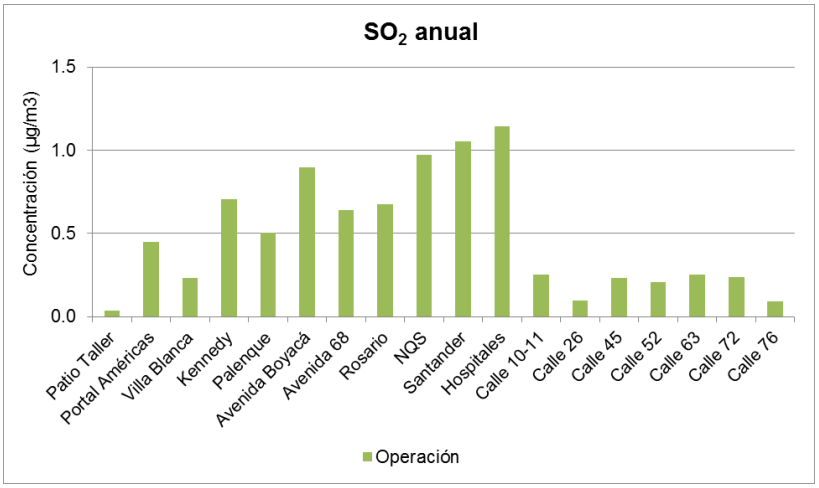


Figura 5.2.1-306 Aportes anuales SO_2. Escenario 3
Fuente: K2 INGENIERÍA S.A.S.

La isopleta para SO_2 se presenta a continuación la cual posee un rango de concentración de 0,22 – 0,88 µg/m^3, No se excede la norma anual de 80 µg/m^3. Se puede observar que las mayores concentraciones se presentan entre NQS y Calle 26.

El Anexo 5.2.1.3 contiene los mapas de dispersión de SO_2 (mejorando el nivel de detalle) reportados para el periodo anual, 24 horas y de 3 horas.

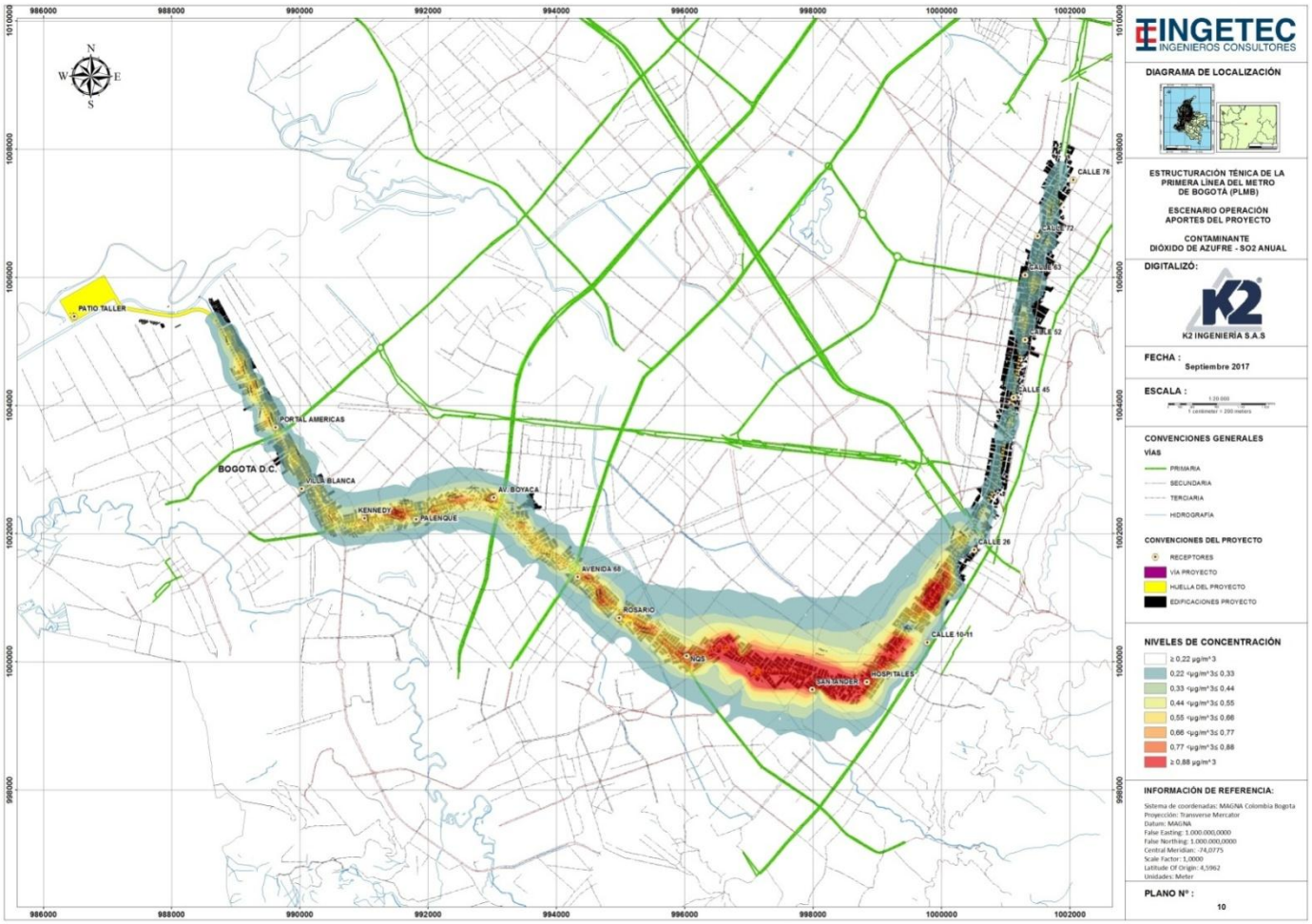


Figura 5.2.1-307 Isopleta anual SO_2 proyecto PLMB. Escenario 3
Fuente: K2 INGENIERÍA S.A.S

Resultados de modelación – Monóxido de carbono (CO)

En la Tabla 5.2.1-231se presentan las concentraciones máximas obtenidas mediante simulación de dispersión de monóxido de carbono en los receptores discretos para periodos horario y octahorario.

Tabla 5.2.1-231 Resultados CO 1 hora y 8 horas. Escenario 3

Estación	CO (µg/m3) MD	
	1 hora*	8 horas*
Patio-Taller	16,4	6,9
Portal Américas	120,1	62,7
Villa Blanca	59,4	28,1
Kennedy	145,0	93,1
Palenque	113,4	76,8
Avenida Boyacá	150,9	109,1
Avenida 68	134,1	69,3
Rosario	145,1	93,7
NQS	198,3	130,5
Santander	294,5	169,7
Hospitales	251,6	162,1
Calle 10-11	133,6	50,2
Calle 26	79,7	35,0
Calle 45	86,1	35,3
Calle 52	68,0	30,8
Calle 63	56,9	35,1
Calle 72	56,3	33,9
Calle 76	27,5	14,6

*Corresponde al valor máximo de concentración estimado mediante modelación para cada receptor

Fuente: K2 INGENIERÍA S.A.S.

Los niveles de concentración 8 horas de CO estimados sobre los receptores discretos no superan los 170 µg/m^3, al comparar el valor con los límites establecidos en la legislación vigente – Resolución 610 de 2010 (10000 µ/m^3) se observa que no se presentan excedencias de la normativa. En la Tabla 5.2.1-232 se consolidan las concentraciones anuales de línea base y operación, así como la relación entre ellas.

Tabla 5.2.1-232 Porcentaje incremento CO8 Horas. Escenario 3

Estación	CO 8 horas* MD		
	Línea base (µg/m3)	Operación (µg/m3)	Línea base/ Operación
Patio-Taller	3,14	6,89	54,40%
Portal Américas	28,54	62,70	54,48%
Villa Blanca	12,85	28,14	54,36%
Kennedy	42,37	93,07	54,48%

Estación	CO 8 horas* MD		
	Línea base (µg/m3)	Operación (µg/m3)	Línea base/ Operación
Palenque	34,98	76,82	54,46%
Avenida Boyacá	49,68	109,08	54,45%
Avenida 68	31,56	69,30	54,47%
Rosario	42,59	93,69	54,54%
NQS	59,00	130,46	54,77%
Santander	73,99	169,65	56,39%
Hospitales	66,37	162,09	59,05%
Calle 10-11	21,68	50,18	56,78%
Calle 26	13,78	35,04	60,66%
Calle 45	35,90	35,31	-1,67%
Calle 52	27,13	30,79	11,88%
Calle 63	28,95	35,05	17,40%
Calle 72	28,15	33,94	17,05%
Calle 76	11,73	14,63	19,86%

*Corresponde al valor máximo de concentración estimado mediante modelación para cada receptor

Fuente: K2 INGENIERÍA S.A.S.

El porcentaje más alto se presenta en la Calle 26 con 60.66%, mientras que el porcentaje más bajo representa una disminución del 1,67% en la estación Calle 45, en la operación del proyecto con respecto a la línea base.

Los resultados de concentración 8 horas se pueden apreciar en la Figura 5.2.1-308, donde los receptores con mayores aportes fueron Santander y Hospitales con 169,7 y 162,1 µg/m^3, respectivamente

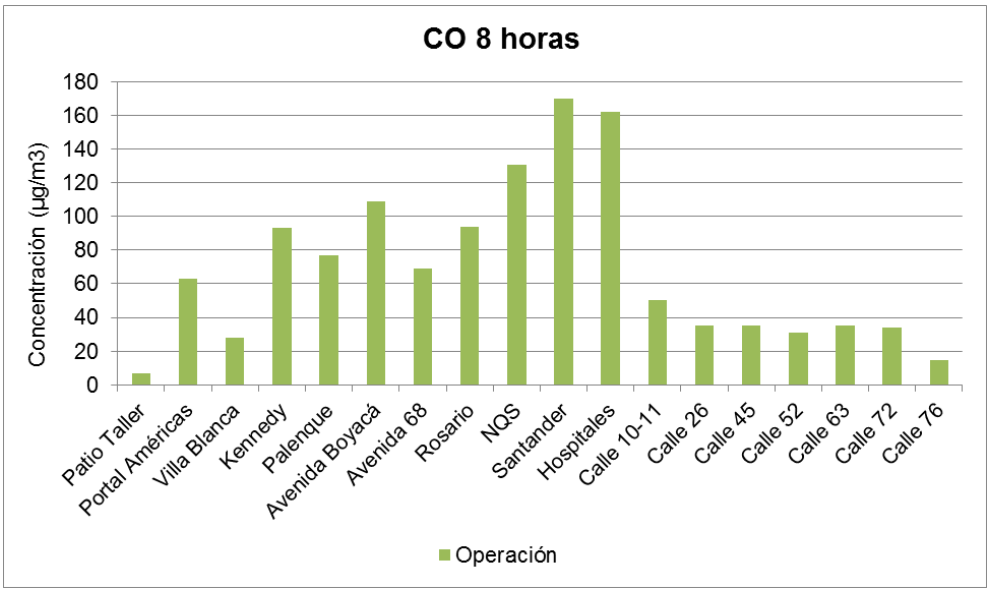


Figura 5.2.1-308.Aportes 8 horas CO. Escenario 3
Fuente: K2 INGENIERÍA S.A.S

En la Figura 5.2.1-309 se observa la isopleta de concentración octahoraria para el escenario modelado, el rango de concentración es de 27,5 – 110 µg/m^3. No se excede la norma anual de 10000 µg/m^3, las mayores concentraciones se observan entre el sector NQS y Calle 26.

En el Anexo 5.2.1.3 Modelo de Dispersión se incluyen los mapas de dispersión de CO con un mejor nivel de detalle, para los periodos horarios y octahorarias como resultado de la modelación.

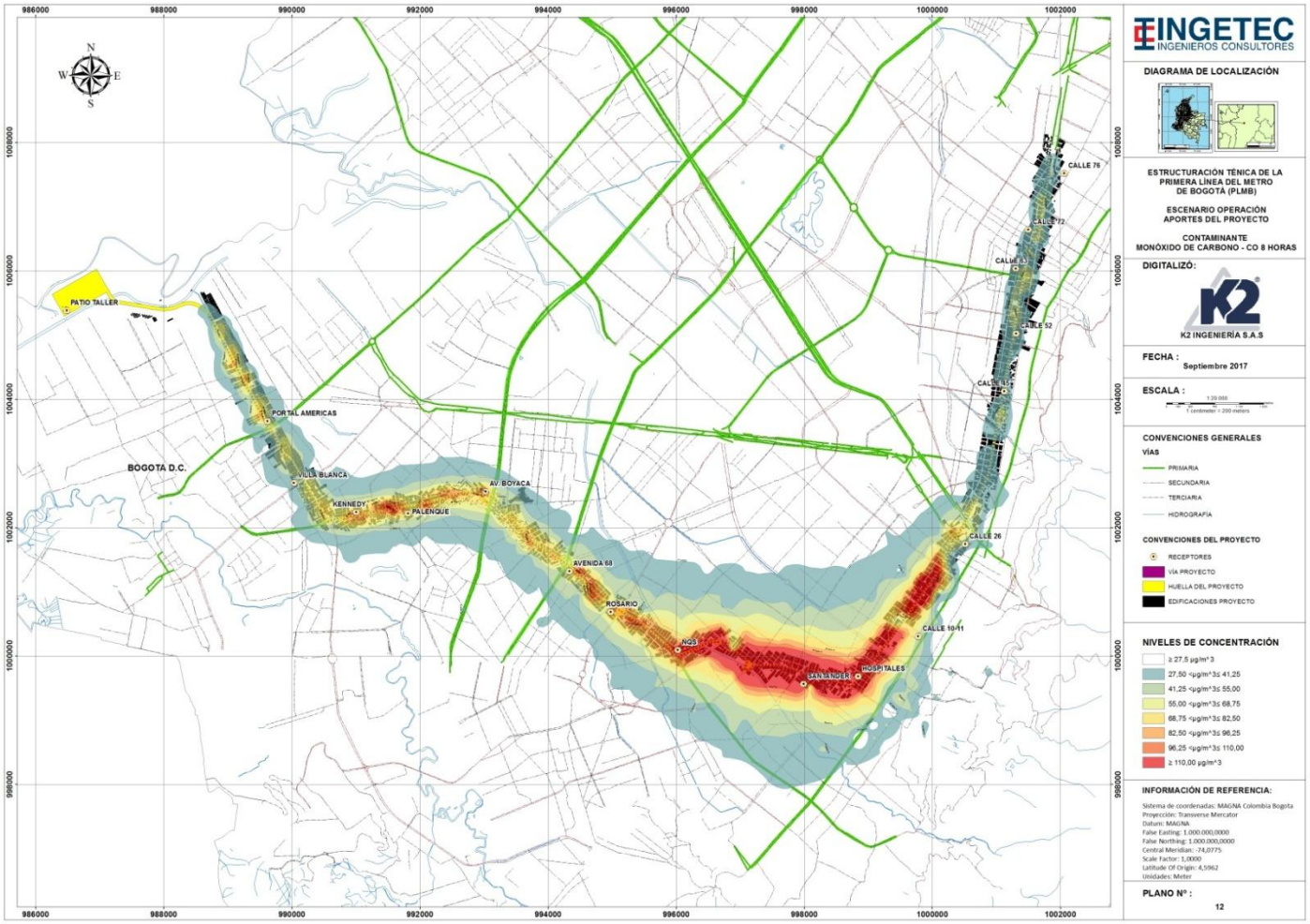


Figura 5.2.1-309 Isopleta CO 8 horas proyecto PLMB. Escenario 3

Fuente: K2 INGENIERÍA S.A.S

Resultados de modelación – Compuestos orgánicos volátiles (VOC)

A continuación, se presentan los resultados obtenidos para el caso de estudio, los valores de inmisión de los compuestos orgánicos volátiles (VOC) en los receptores de calidad del aire calculados mediante la modelación se encuentran consolidados en la Tabla.

Tabla 5.2.1-233 Aportes VOC24 horas y anual. Escenario 3

Estación	VOC (µg/m3)	
	24 horas*	Anual
Patio-Taller	0,8	0,2
Portal Américas	9,7	2,8
Villa Blanca	3,9	1,5
Kennedy	14,7	5,0
Palenque	12,5	3,6
Avenida Boyacá	18,2	6,4
Avenida 68	12,3	4,6
Rosario	15,5	4,8
NQS	20,7	6,8
Santander	23,5	6,4
Hospitales	25,3	7,8
Calle 10-11	7,7	1,8
Calle 26	4,9	0,7
Calle 45	4,4	1,4
Calle 52	4,1	1,3
Calle 63	4,7	1,5
Calle 72	4,5	1,4
Calle 76	2,0	0,6

*Corresponde al valor máximo de concentración estimado mediante modelación para cada receptor

Fuente: K2 INGENIERÍA S.A.S.

Los niveles de concentración anual de VOC estimados sobre los receptores discretos no representan un incremento de más de 8 µg/m^3. En el caso de los compuestos orgánicos volátiles no es posible comparar con la Resolución 610 de 2010, ya que no está regulado el nivel máximo permisible de concentración de VOC.

En la Tabla 5.2.1-234 se puede observar los resultados de la modelación de línea base y operación, así como el porcentaje de incremento de la operación respecto a línea base.

Tabla 5.2.1-234 Porcentaje incremento VOC24 anual. Escenario 3

Estación	VOC anual MD		
	Línea base (µg/m3)	Operación (µg/m3)	Línea base/ Operación
Patio-Taller	0,11	0,23	53,82%
Portal Américas	1,25	2,75	54,48%
Villa Blanca	0,68	1,50	54,41%
Kennedy	2,28	5,02	54,52%
Palenque	1,65	3,62	54,50%
Avenida Boyacá	2,92	6,43	54,52%

Estación	VOC anual MD		
	Línea base (µg/m3)	Operación (µg/m3)	Línea base/ Operación
Avenida 68	2,07	4,56	54,55%
Rosario	2,19	4,83	54,59%
NQS	3,09	6,84	54,75%
Santander	2,80	6,43	56,52%
Hospitales	3,14	7,78	59,67%
Calle 10-11	0,73	1,80	59,45%
Calle 26	0,30	0,67	55,60%
Calle 45	1,45	1,43	-1,67%
Calle 52	1,10	1,26	12,43%
Calle 63	1,27	1,53	16,87%
Calle 72	1,19	1,43	16,69%
Calle 76	0,43	0,55	20,97%

El porcentaje de incremento más alto se presenta en la estación Hospitales con un valor de 59.67% y el resultado más bajo fue una disminución del 1.67% en la Calle 45.

En la Figura 5.2.1-310 se puede apreciar los aportes de los compuestos orgánicos volátiles en las estaciones de calidad del aire.

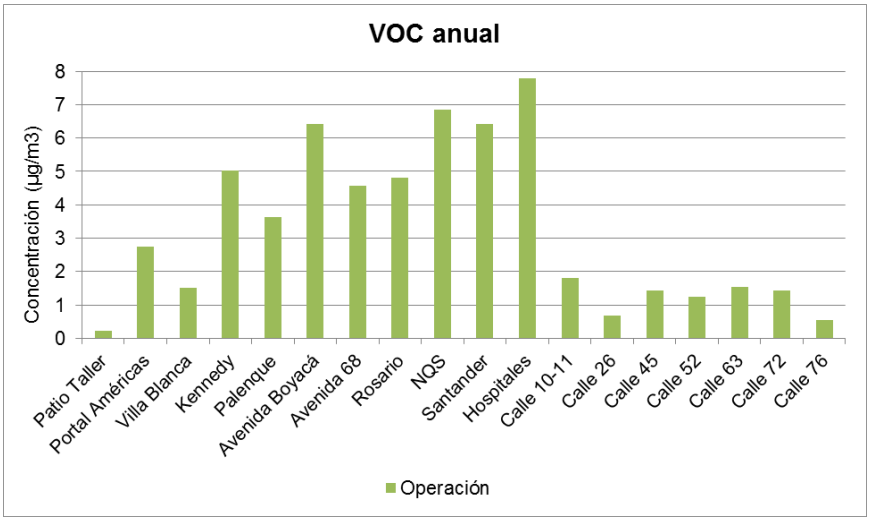


Figura 5.2.1-310 Aportes anuales VOC. Escenario 3
Fuente: K2 INGENIERÍA S.A.S.

La isopleta anual para VOC se presenta a continuación, posee un rango de concentración de 1.30 – 5.20 µg/m^3 de los compuestos orgánicos volátiles, las mayores concentraciones se observan entre el sector NQS y Calle 26.

Se recomienda en la etapa de construcción del proyecto continuar con un segundo modelo de dispersión y una campaña de monitoreo de calidad del aire; esto permitirá verificar la calidad del aire y la implementación de las medidas de control y mitigación de emisiones atmosféricas durante la etapa constructiva, como el cumplimiento normativo.

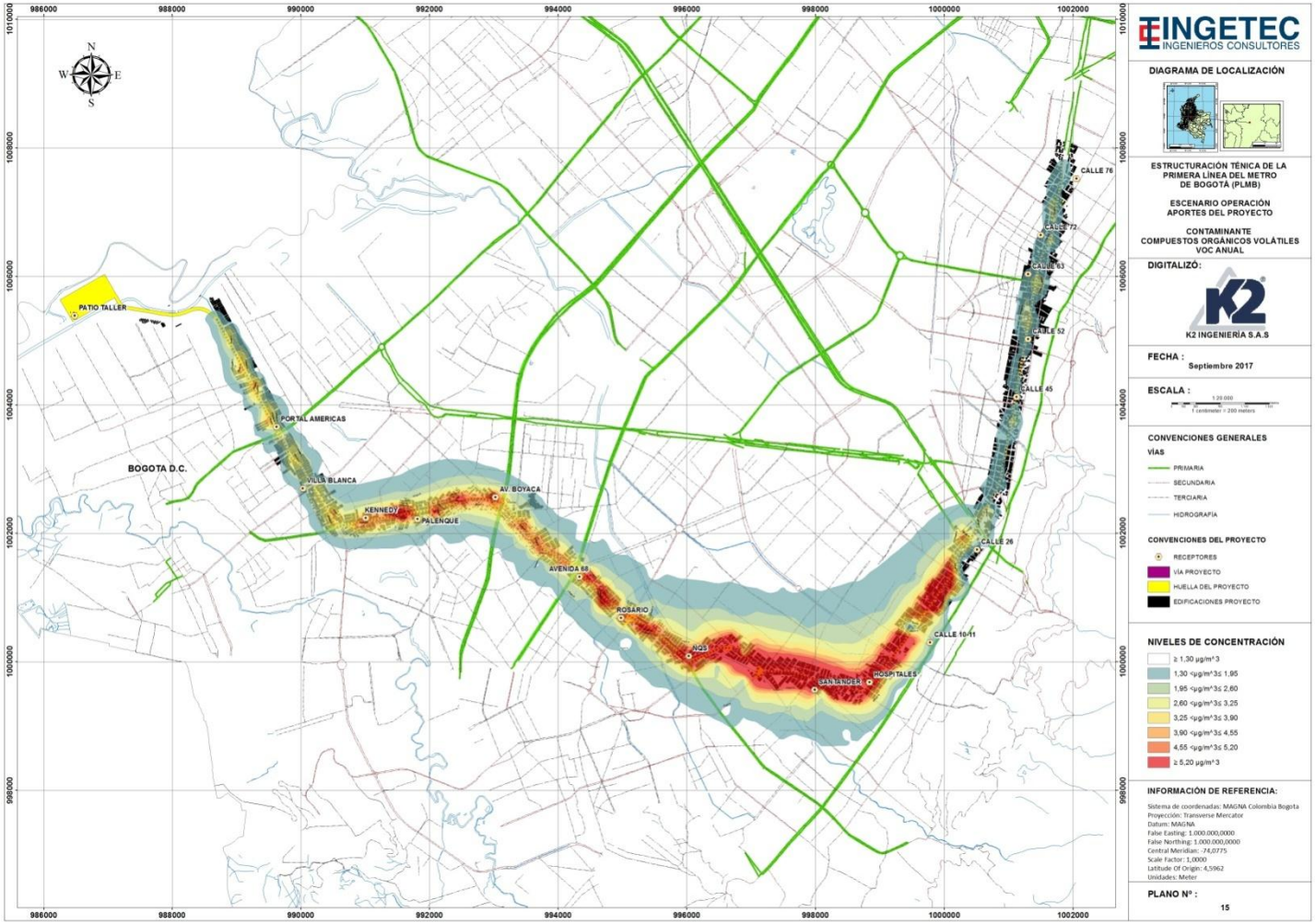


Figura 5.2.1-311 Isopleta anual VOC proyecto PLMB. Escenario 3
Fuente: K2 INGENIERÍA S.A.S

5.2.1.20.9.16 Emisiones resultantes para los escenarios con proyecto respecto con las concentraciones de fondo establecidas.

A continuación se presentan las emisiones en los escenarios de construcción y operación con las concentraciones de fondo para cada contaminante, para el periodo anual y 24 horas.

La estimación de la concentración de fondo se obtiene dela diferencia entre el promedio del valor medido directamente y los resultados de la modelación, en el caso de 24 horas se tomará el valor mayor registrado en los 18 días; En la Tabla 5.2.1-235 se pueden apreciar los fondos estimados 24 horas para los contaminantes PM_{10}, $PM_{2.5}$, NO_2 y SO_2.

Las isopletas presentadas con concentración de fondo se realizaron a una distancia de 500 metros a cada lado del viaducto de acuerdo a la representatividad que tienen las estaciones de medición de calidad del aire.

De acuerdo al protocolo para el monitoreo y seguimiento de la calidad del aire del Ministerio de ambiente, vivienda y desarrollo sostenible (Minambiente), el cual establece que dependiendo de la altura de la toma muestras, la distancia a la vía y el trafico promedio diario, se pueden clasificar en escala media, vecindario y escala urbana, dicho lo anterior para el presente estudio corresponde a la clasificación de escala media o micro escala con representatividad de las mediciones de 300 a 500 metros.

Se considera como concentración de fondo diario (24 horas), al promedio del valor medido en la campaña de monitoreo realizada por el Laboratorio K2 INGENIERÍA en el mes de agosto. En la Tabla 5.2.1-235 se presentan las concentraciones de fondo estimadas para un periodo de 24 horas de los parámetros PM_{10}, $PM_{2.5}$, NO_2 y SO_2.

Tabla 5.2.1-235 Concentraciones de fondo 24 Hr.

Estación		PM_{10}	$PM_{2.5}$	NO_2	SO_2
		24 Hr ($\mu g/m^3$)			
1	Patio-Taller	51.3	30.9	15.3	20.15
2	Portal Américas	76.0	37.4	14.2	17.06
3	Villa Blanca	57.6	22.2	18.7	17.09
4	Kennedy	42.7	27.7	15.8	16.94
5	Palenque	43.0	23.2	15.1	17.80
6	Avenida Boyacá	54.8	27.7	23.9	17.52
7	Avenida 68	35.4	18.4	18.5	14.89
8	Rosario	31.4	18.5	13.4	16.50
9	NQS	42.6	26.4	19.8	17.14
10	Santander	30.8	17.8	10.2	17.39
11	Hospitales	49.0	33.1	40.1	16.93
12	Calle 10-11	41.1	24.1	14.0	18.58
13	Calle 26	37.3	16.3	15.1	19.32
14	Calle 45	41.3	22.2	16.3	17.73
15	Calle 52	44.0	22.4	17.6	17.36
16	Calle 63	41.1	23.2	13.3	16.25
17	Calle 72	43.6	22.2	14.9	16.53
18	Calle 76	44.7	19.6	14.0	15.47

Fuente: K2 INGENIERÍA S.A.S., 2017

A continuación se presenta el cuadro resumen de los aportes resultantes entre los valores obtenidos en la modelación para los escenarios de construcción y operación con las concentraciones de fondo respectivas para 24 horas, así mismo se presenta su representatividad respecto los estándares normativos de Resolución 610 del 2006.

Tabla 5.2.1-236 Aportes resultantes escenario de construcción y operación - PM_{10} 24 Horas

RECEPTOR		Concentración de fondo 24 HR	Resultados Aermod PM10 24 HR		Porcentaje de incremento respecto la concentración de fondo 24HR		Res, 610/2006	Porcentaje respecto a la norma	
			Aportes totales PLMB (µg/m³)						
		µg/m³	Esc 2 Construcción	Esc 3 Operación	Esc 2 Construcción	Esc 3 Operación	Máx, Diario	Esc 2 Construcción	Esc 3 Operación
CA1	Patio-Taller	51,3	68,3	9,76	25%	-426%	100	68%	10%
CA2	Portal Américas	76	217	152,60	65%	50%	100	217%	153%
CA3	Villa Blanca	57,6	106,4	46,42	46%	-24%	100	106%	46%
CA4	Kennedy	42,7	131,2	131,64	67%	68%	100	131%	132%
CA5	Palenque	43	79,7	61,10	46%	30%	100	80%	61%
CA6	Av Boyacá	54,8	119,8	106,07	54%	48%	100	120%	106%
CA7	Avenida 68	35,4	141,6	89,36	75%	60%	100	142%	89%
CA8	Rosario	31,4	94,7	60,03	67%	48%	100	95%	60%
CA9	NQS	42,6	136,6	81,34	69%	48%	100	137%	81%
CA10	Santander	30,8	80,6	52,79	62%	42%	100	81%	53%
CA11	Hospitales	49	207,7	160,25	76%	69%	100	208%	160%
CA12	Calle 10-11	41,1	72,6	23,67	43%	-74%	100	73%	24%
CA13	Calle 26	37,3	66,7	26,41	44%	-41%	100	67%	26%
CA14	Calle 45	41,3	117,5	27,04	65%	-53%	100	118%	27%
CA15	Calle 52	44	158	40,86	72%	-8%	100	158%	41%
CA16	Calle 63	41,1	83,8	16,90	51%	-143%	100	84%	17%
CA17	Calle 72	43,6	83,6	16,19	48%	-169%	100	84%	16%
CA18	Calle 76	44,7	70,6	5,49	37%	-714%	100	71%	5%

Es de resaltar que el escenario de Operación contemplo la reducción del tráfico vehicular sobre la Avenida Caracas, modelándose la Avenida Caracas únicamente con el tránsito de buses y el 30% de los vehículos mixtos proyectados, presentados en el numeral de Variables Operativas Aplicadas. A partir de lo anterior, se obtiene reducción en las emisiones de material particulado respecto las concentraciones medidas.

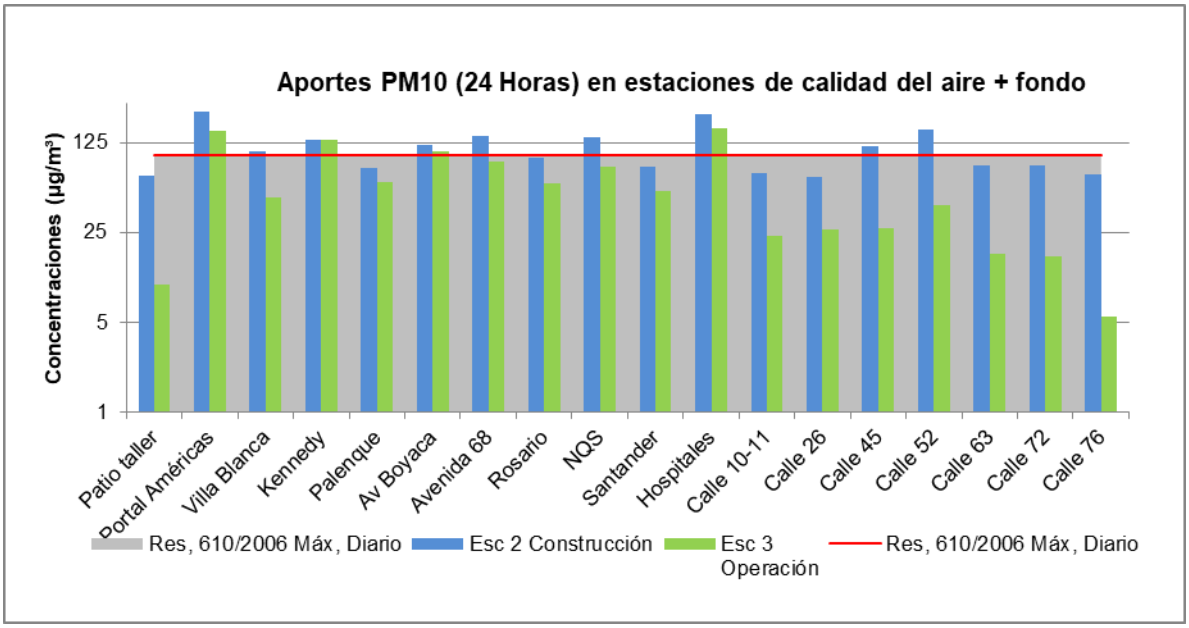


Figura 5.2.1-312 Aportes de PM10 Escenarios de construcción y operación respecto la norma

Tabla 5.2.1-237 Aportes resultantes escenario de construcción y operación – $PM_{2,5}$ 24 Horas

Receptor		Concentración de fondo 24 HR	Resultados Aermod PM2,5 24 HR		Porcentaje de incremento respecto la concentración de fondo 24HR		Res, 610/2006	Porcentaje respecto a la norma	
			Aportes totales PLMB (µg/m³)						
		µg/m³	Esc 2 Construcción	Esc 3 Operación	Esc 1 Construcción	Esc 2 Operación	Máx, Diario	Esc 1	Esc 2
CA1	Patio-Taller	30,9	38,9	31,3	21%	1%	50	78%	63%
CA2	Portal Américas	37,4	103,9	42,7	64%	12%	50	208%	85%
CA3	Villa Blanca	22,2	46,7	24,2	52%	8%	50	93%	48%
CA4	Kennedy	27,7	70,6	33,9	61%	18%	50	141%	68%
CA5	Palenque	23,2	40,1	28,4	42%	18%	50	80%	57%
CA6	Av Boyacá	27,7	59,4	35,8	53%	23%	50	119%	72%
CA7	Avenida 68	18,4	70,1	25,3	74%	27%	50	140%	51%
CA8	Rosario	18,5	48,4	27,2	62%	32%	50	97%	54%
CA9	NQS	26,4	68,3	37,8	61%	30%	50	137%	76%
CA10	Santander	17,8	40,4	27,7	56%	36%	50	81%	55%
CA11	Hospitales	33,1	108	43,5	69%	24%	50	216%	87%
CA12	Calle 10-11	24,1	39	27,4	38%	12%	50	78%	55%
CA13	Calle 26	16,3	30,6	18,3	47%	11%	50	61%	37%
CA14	Calle 45	22,2	61,1	24,2	64%	8%	50	122%	48%
CA15	Calle 52	22,4	81,7	24,3	73%	8%	50	163%	49%
CA16	Calle 63	23,2	45,2	25,4	49%	9%	50	90%	51%
CA17	Calle 72	22,2	42,9	24,3	48%	9%	50	86%	49%
CA18	Calle 76	19,6	32,9	20,5	40%	4%	50	66%	41%

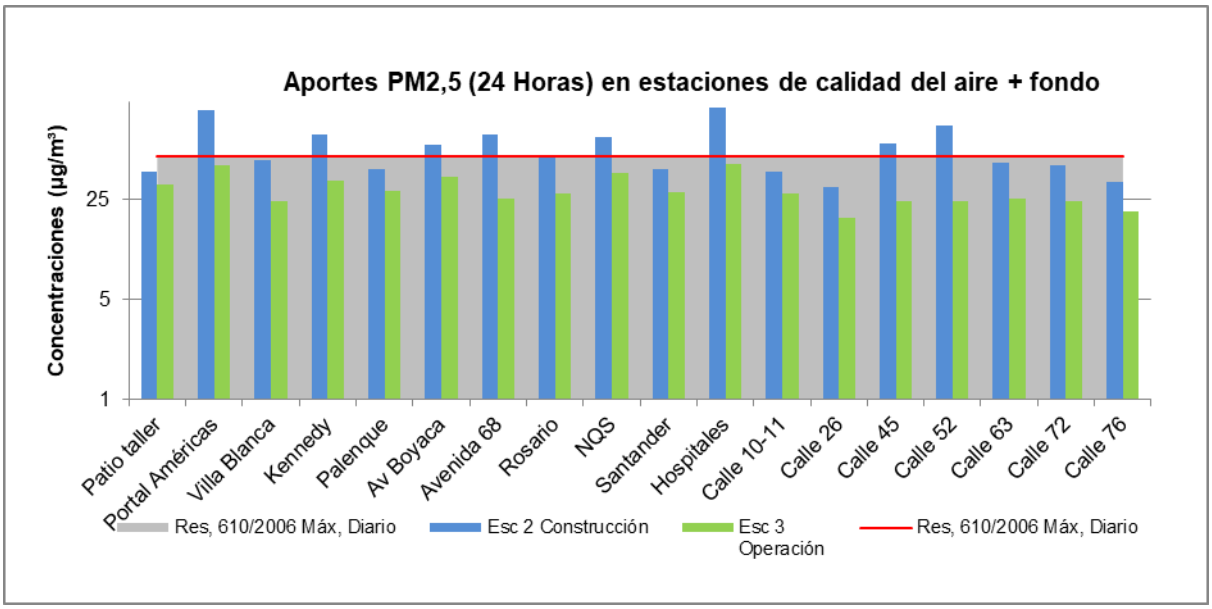


Figura 5.2.1-313 Aportes de PM10 Escenarios de construcción y operación respecto la norma

Tabla 5.2.1-238 Aportes resultantes escenario de construcción y operación – SO_2 Horas

Receptor		Concentración de fondo 24 HR	Resultados Aermod SO2 24 HR Aportes totales PLMB (µg/m³)		Porcentaje de incremento respecto la concentración de fondo 24HR		Res, 610/2006	Porcentaje respecto a la norma	
		µg/m³	Esc 2 Construcción	Esc 3 Operación	Esc 1 Construcción	Esc 2 Operación	Máx, Diario	Esc 1	Esc 2
CA1	Patio-Taller	20,15	20,34	20,27	1%	1%	50	41%	41%
CA2	Portal Américas	17,06	18,86	18,66	10%	9%	50	38%	37%
CA3	Villa Blanca	17,09	17,59	17,7	3%	3%	50	35%	35%
CA4	Kennedy	16,94	18,69	19,02	9%	11%	50	37%	38%
CA5	Palenque	17,8	18,76	19,55	5%	9%	50	38%	39%
CA6	Av Boyacá	17,52	18,54	20,06	6%	13%	50	37%	40%
CA7	Avenida 68	14,89	16,15	16,61	8%	10%	50	32%	33%
CA8	Rosario	16,5	17,66	18,67	7%	12%	50	35%	37%
CA9	NQS	17,14	19,31	20,08	11%	15%	50	39%	40%
CA10	Santander	17,39	19,43	21,22	10%	18%	50	39%	42%
CA11	Hospitales	16,93	22,91	20,66	26%	18%	50	46%	41%
CA12	Calle 10-11	18,58	19,57	19,7	5%	6%	50	39%	39%
CA13	Calle 26	19,32	19,96	20,01	3%	3%	50	40%	40%
CA14	Calle 45	17,73	18,39	18,44	4%	4%	50	37%	37%
CA15	Calle 52	17,36	17,83	18,03	3%	4%	50	36%	36%
CA16	Calle 63	16,25	16,59	17,03	2%	5%	50	33%	34%
CA17	Calle 72	16,53	16,85	17,27	2%	4%	50	34%	35%
CA18	Calle 76	15,47	15,65	15,8	1%	2%	50	31%	32%

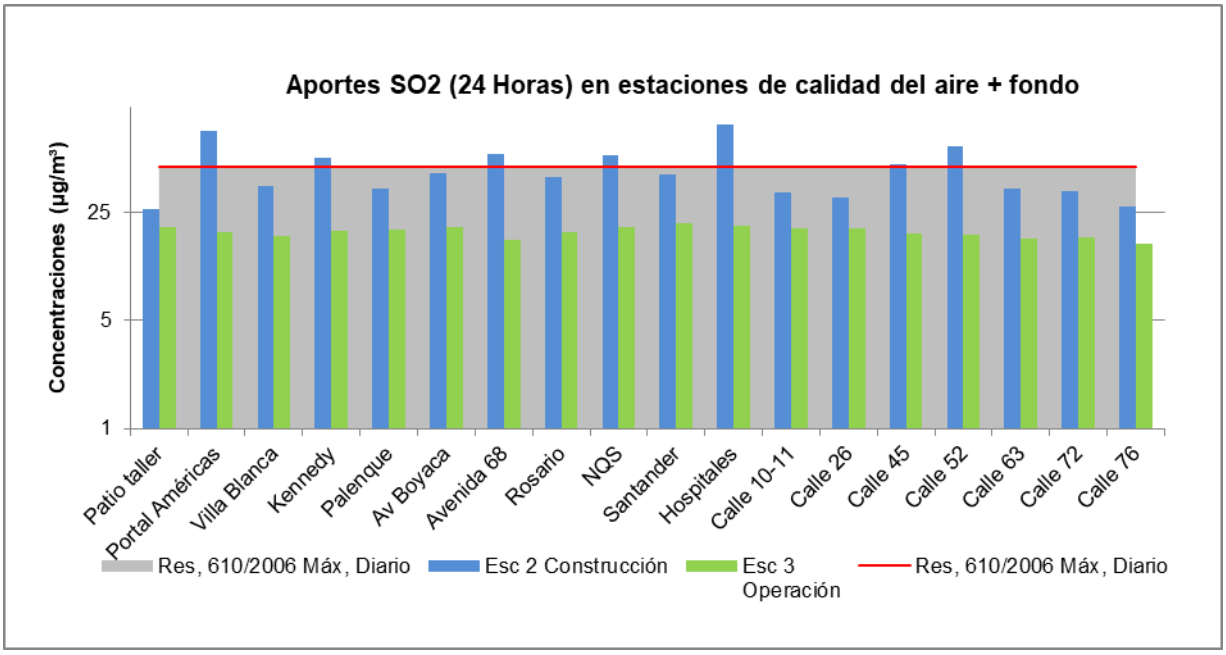


Figura 5.2.1-314 Aportes de SO_2 Escenarios de construcción y operación respecto la norma

Tabla 5.2.1-239 Aportes resultantes escenario de construcción y operación – NO_2 24 Horas

Receptor		Concentración de fondo 24 HR	Resultados Aermod NO2 24 HR		Porcentaje de incremento respecto la concentración de fondo 24HR		Res, 610/2006	Porcentaje respecto a la norma	
			Aportes totales PLMB (µg/m³)						
		µg/m³	Esc 2 Construcción	Esc 3 Operación	Esc 1 Construcción	Esc 2 Operación	Máx, Diario	Esc 1	Esc 2
CA1	Patio-Taller	15,3	15,49	16,3	1%	6%	150	10%	11%
CA2	Portal Américas	14,2	16	27,2	11%	48%	150	11%	18%
CA3	Villa Blanca	18,7	19,2	23,8	3%	21%	150	13%	16%
CA4	Kennedy	15,8	17,55	34,2	10%	54%	150	12%	23%
CA5	Palenque	15,1	16,06	30,7	6%	51%	150	11%	20%
CA6	Av Boyacá	23,9	24,92	46,6	4%	49%	150	17%	31%
CA7	Avenida 68	18,5	19,76	33,8	6%	45%	150	13%	23%
CA8	Rosario	13,4	14,56	32,7	8%	59%	150	10%	22%
CA9	NQS	19,8	21,97	45,8	10%	57%	150	15%	31%
CA10	Santander	10,2	12,24	41,5	17%	75%	150	8%	28%
CA11	Hospitales	40,1	46,08	72,4	13%	45%	150	31%	48%
CA12	Calle 10-11	14	14,99	23,8	7%	41%	150	10%	16%
CA13	Calle 26	15,1	15,74	21,2	4%	29%	150	10%	14%
CA14	Calle 45	16,3	16,96	22,1	4%	26%	150	11%	15%
CA15	Calle 52	17,6	18,07	23	3%	23%	150	12%	15%
CA16	Calle 63	13,3	13,64	19,6	2%	32%	150	9%	13%
CA17	Calle 72	14,9	15,22	20,9	2%	29%	150	10%	14%
CA18	Calle 76	14	14,18	16,7	1%	16%	150	9%	11%

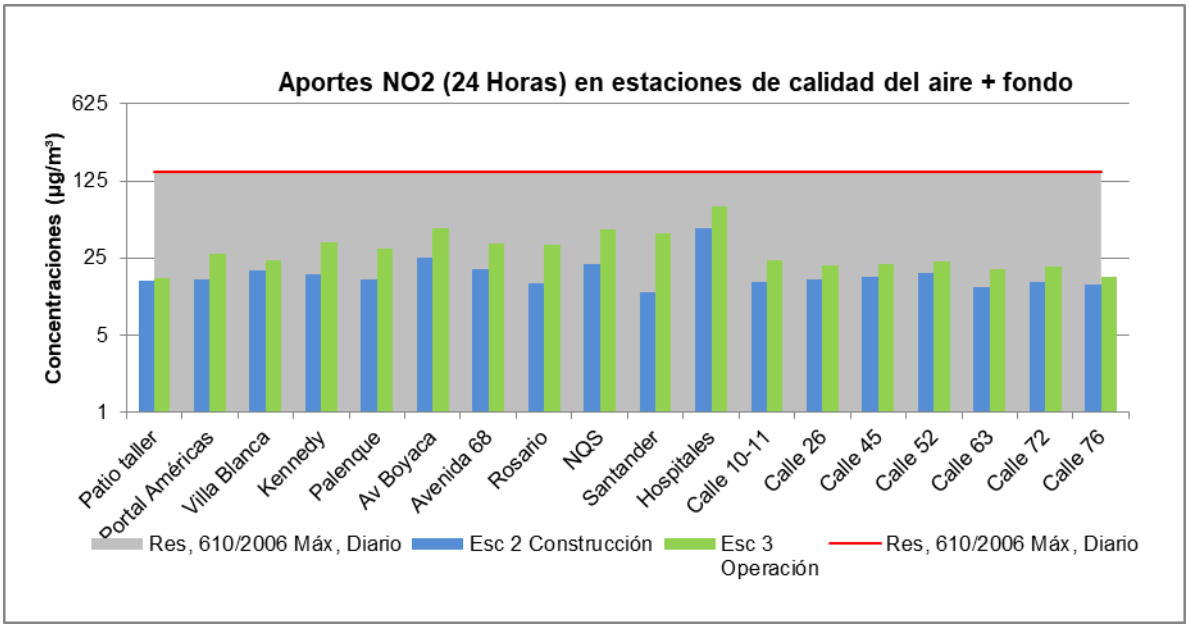


Figura 5.2.1-315 Aportes de NO_2 24 horas Escenarios de construcción y operación respecto la norma

Se considera como concentración de fondo anual, al promedio del valor medido en la campaña de monitoreo realizada por el Laboratorio K2 INGENIERÍA en el mes de agosto. En la Tabla 5.2.1-240 se presentan las concentraciones de fondo estimadas para un periodo anual de los parámetros PM_{10}, $PM_{2.5}$, NO_2 y SO_2.

Tabla 5.2.1-240 Concentraciones de fondo anual

Estación		PM_{10}	PM2,5	NO_2	SO_2
		Anual (µg/m³)			
1	Patio-Taller	51,3	30,9	15,3	20,15
2	Portal Américas	76	37,4	14,2	17,06
3	Villa Blanca	57,6	22,2	18,7	17,09
4	Kennedy	42,7	27,7	15,8	16,94
5	Palenque	43	23,2	15,1	17,8
6	Avenida Boyacá	54,8	27,7	23,9	17,52
7	Avenida 68	35,4	18,4	18,5	14,89
8	Rosario	31,4	18,5	13,4	16,5
9	NQS	42,6	26,4	19,8	17,14
10	Santander	30,8	17,8	10,2	17,39
11	Hospitales	49	33,1	40,1	16,93
12	Calle 10-11	41,1	24,1	14	18,58
13	Calle 26	37,3	16,3	15,1	19,32

Estación		PM_{10}	PM2,5	NO_2	SO_2
		Anual (µg/m^3)			
14	Calle 45	41,3	22,2	16,3	17,73
15	Calle 52	44	22,4	17,6	17,36
16	Calle 63	41,1	23,2	13,3	16,25
17	Calle 72	43,6	22,2	14,9	16,53
18	Calle 76	44,7	19,6	14	15,47

A continuación se presenta el cuadro resumen de los aportes resultantes entre los valores obtenidos en la modelación para los escenarios de construcción y operación con las concentraciones de fondo respectivas para un periodo anual, así mismo se presenta su representatividad respecto los estándares normativos de Resolución 610 del 2006.

Tabla 5.2.1-241 Aportes resultantes escenario de construcción y operación - PM_{10} Anual

RECEPTOR		Concentración de fondo 24 HR	Resultados Aermod PM10 ANUAL		Porcentaje de incremento respecto la concentración de fondo Anual		Res, 610/2006	Porcentaje respecto a la norma	
			Aportes totales PLMB (µg/m³)						
		µg/m³	Esc 2 Construcción	Esc 3 Operación	Esc 2 Construcción	Esc 3 Operación	Máx, Anual	Esc 2	Esc 3
CA1	Patio-Taller	51,3	54,7	3,80	6%	-1249%	50	109%	8%
CA2	Portal Américas	76	101,8	83,69	25%	9%	50	204%	167%
CA3	Villa Blanca	57,6	70,8	24,90	19%	-131%	50	142%	50%
CA4	Kennedy	42,7	72,7	70,94	41%	40%	50	145%	142%
CA5	Palenque	43	50,4	32,25	15%	-33%	50	101%	64%
CA6	Av Boyacá	54,8	69,7	57,14	21%	4%	50	139%	114%
CA7	Avenida 68	35,4	63,9	49,36	45%	28%	50	128%	99%
CA8	Rosario	31,4	47,5	32,87	34%	4%	50	95%	66%
CA9	NQS	42,6	74,4	44,01	43%	3%	50	149%	88%
CA10	Santander	30,8	41,1	27,54	25%	-12%	50	82%	55%
CA11	Hospitales	49	104	86,81	53%	44%	50	208%	174%
CA12	Calle 10-11	41,1	46,2	8,39	11%	-390%	50	92%	17%
CA13	Calle 26	37,3	39,9	13,10	7%	-185%	50	80%	26%
CA14	Calle 45	41,3	52,3	14,68	21%	-181%	50	105%	29%
CA15	Calle 52	44	62	22,16	29%	-99%	50	124%	44%
CA16	Calle 63	41,1	54,3	9,11	24%	-351%	50	109%	18%
CA17	Calle 72	43,6	55,8	8,70	22%	-401%	50	112%	17%
CA18	Calle 76	44,7	48,6	2,79	8%	-1502%	50	97%	6%

Es necesario mencionar que el escenario de Operación contemplo la reducción del tráfico vehicular sobre la Avenida Caracas, modelándose la Avenida Caracas únicamente con el tránsito de buses y el 30% de los vehículos mixtos proyectados, presentados en el numeral de Variables Operativas Aplicadas. A partir de lo anterior, se obtiene reducción en las emisiones de material particulado respecto las concentraciones medidas.

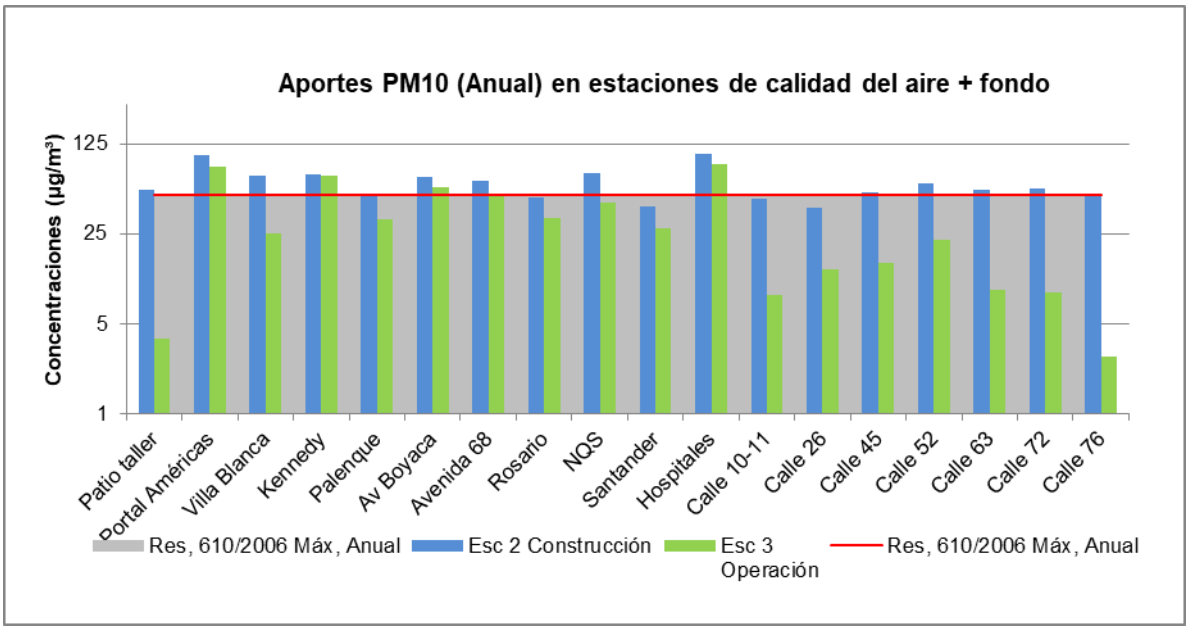


Figura 5.2.1-316 Aportes de PM_{10} Anual Escenarios de construcción y operación respecto la norma

Tabla 5.2.1-242 Aportes resultantes escenario de construcción y operación – $PM_{2,5}$ Anual

RECEPTOR		Concentración de fondo	Resultados Aermod PM2,5 anual Aportes totales PLMB (µg/m³)		Porcentaje de incremento respecto la concentración de fondo		Res, 610/2006	Porcentaje respecto a la norma	
		µg/m³	Esc 2 Construcción	Esc 3 Operación	Esc 2 Construcción	Esc 3 Operación	Máx, Anual	Esc 2	Esc 3
CA1	Patio-Taller	30,9	32,5	31	5%	0%	25	130%	124%
CA2	Portal Américas	37,4	49,4	38,9	24%	4%	25	198%	156%
CA3	Villa Blanca	22,2	28,7	23	23%	3%	25	115%	92%
CA4	Kennedy	27,7	42	29,8	34%	7%	25	168%	119%
CA5	Palenque	23,2	26,4	24,7	12%	6%	25	106%	99%
CA6	Av Boyacá	27,7	34,6	30,6	20%	9%	25	138%	122%
CA7	Avenida 68	18,4	31,9	21	42%	12%	25	128%	84%
CA8	Rosario	18,5	25,7	21,2	28%	13%	25	103%	85%
CA9	NQS	26,4	40,5	30,2	35%	13%	25	162%	121%
CA10	Santander	17,8	22,3	20,5	20%	13%	25	89%	82%
CA11	Hospitales	33,1	58,4	36,3	43%	9%	25	234%	145%
CA12	Calle 10-11	24,1	26,4	24,8	9%	3%	25	106%	99%
CA13	Calle 26	16,3	17,5	16,6	7%	2%	25	70%	66%
CA14	Calle 45	22,2	27,5	22,9	19%	3%	25	110%	92%
CA15	Calle 52	22,4	31,7	23	29%	3%	25	127%	92%
CA16	Calle 63	23,2	30	23,9	23%	3%	25	120%	96%
CA17	Calle 72	22,2	28,4	22,9	22%	3%	25	114%	92%
CA18	Calle 76	19,6	21,6	19,9	9%	2%	25	86%	80%

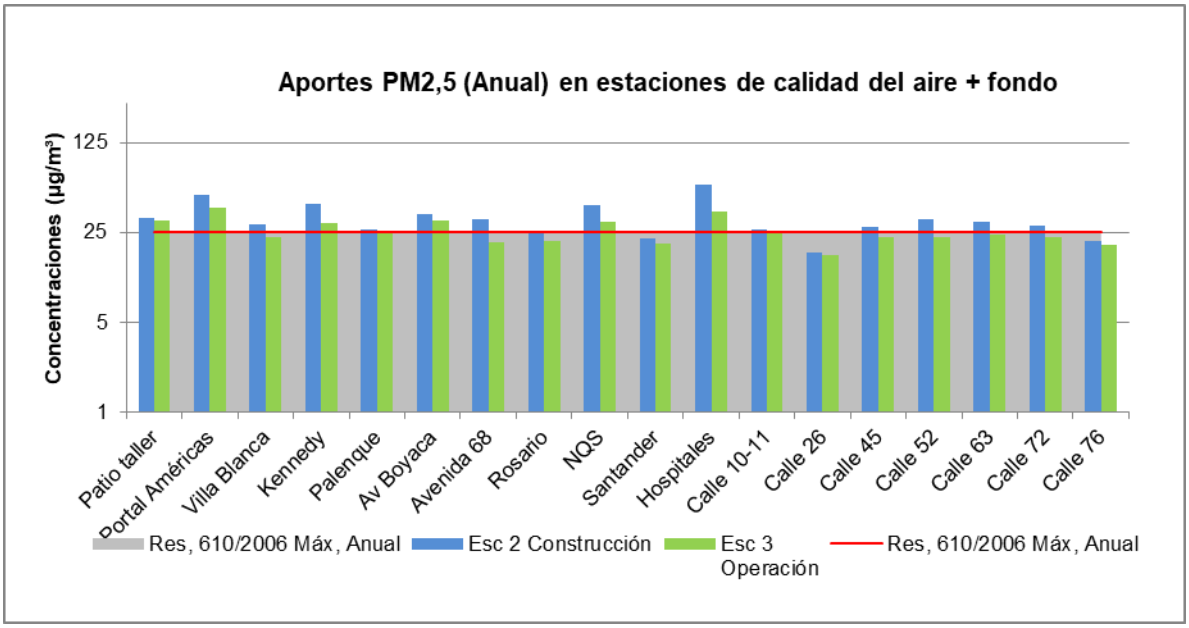


Figura 5.2.1-317 Aportes de $PM_{2,5}$ Anual Escenarios de construcción y operación respecto la norma

Tabla 5.2.1-243 Aportes resultantes escenario de construcción y operación – SO_2 Anual

RECEPTOR		Concentración de fondo	Resultados Aermod SO2 anual Aportes totales PLMB (µg/m³)		Porcentaje de incremento respecto la concentración de fondo		Res, 610/2006	Porcentaje respecto a la norma	
		µg/m³	Esc 2 Construcción	Esc 3 Operación	Esc 2 Construcción	Esc 3 Operación	Máx, Anual	Esc 2	Esc 3
CA1	Patio-Taller	20,15	20,21	20,19	0%	0%	25	81%	81%
CA2	Portal Américas	17,06	17,5	17,51	3%	3%	25	70%	70%
CA3	Villa Blanca	17,09	17,26	17,32	1%	1%	25	69%	69%
CA4	Kennedy	16,94	17,57	17,64	4%	4%	25	70%	71%
CA5	Palenque	17,8	18,07	18,31	1%	3%	25	72%	73%
CA6	Av Boyacá	17,52	17,87	18,42	2%	5%	25	71%	74%
CA7	Avenida 68	14,89	15,34	15,53	3%	4%	25	61%	62%
CA8	Rosario	16,5	16,86	17,18	2%	4%	25	67%	69%
CA9	NQS	17,14	17,89	18,11	4%	5%	25	72%	72%
CA10	Santander	17,39	17,95	18,44	3%	6%	25	72%	74%
CA11	Hospitales	16,93	19,08	18,07	11%	6%	25	76%	72%
CA12	Calle 10-11	18,58	18,81	18,84	1%	1%	25	75%	75%
CA13	Calle 26	19,32	19,4	19,42	0%	1%	25	78%	78%
CA14	Calle 45	17,73	17,95	17,96	1%	1%	25	72%	72%
CA15	Calle 52	17,36	17,47	17,57	1%	1%	25	70%	70%
CA16	Calle 63	16,25	16,36	16,5	1%	2%	25	65%	66%
CA17	Calle 72	16,53	16,64	16,77	1%	1%	25	67%	67%
CA18	Calle 76	15,47	15,51	15,56	0%	1%	25	62%	62%

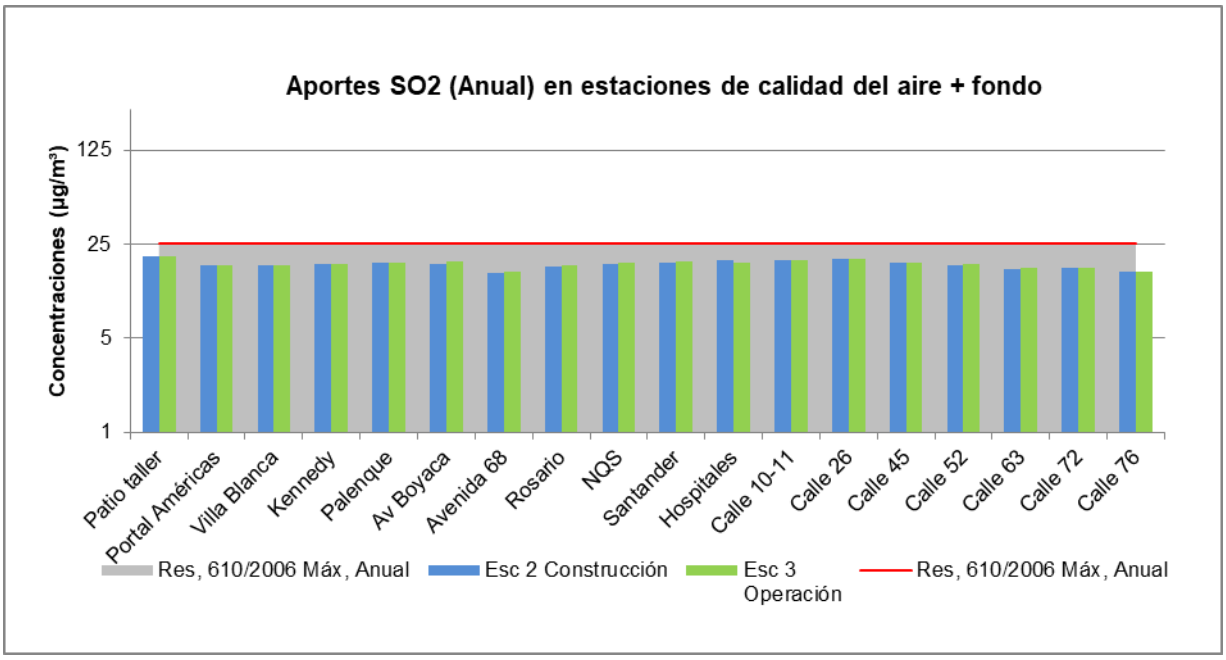


Figura 5.2.1-318 Aportes de SO_2 Anual Escenarios de construcción y operación respecto la norma

Tabla 5.2.1-244 Aportes resultantes escenario de construcción y operación – NO_2 Anual

RECEPTOR		Concentración de fondo	Resultados Aermod NO2 anual Aportes totales PLMB (µg/m³)		Porcentaje de incremento respecto la concentración de fondo		Res, 610/2006	Porcentaje respecto a la norma	
		µg/m³	Esc 2 Construcción	Esc 3 Operación	Esc 2 Construcción	Esc 3 Operación	Máx, Anual	Esc 2	Esc 3
CA1	Patio-Taller	15,3	16,8	15,6	9%	2%	100	17%	16%
CA2	Portal Américas	14,2	26,2	17,9	46%	21%	100	26%	18%
CA3	Villa Blanca	18,7	24,3	20,7	23%	10%	100	24%	21%
CA4	Kennedy	15,8	29,8	22,1	47%	29%	100	30%	22%
CA5	Palenque	15,1	19,1	19,6	21%	23%	100	19%	20%
CA6	Av Boyacá	23,9	30,8	31,9	22%	25%	100	31%	32%
CA7	Avenida 68	18,5	31,8	24,2	42%	24%	100	32%	24%
CA8	Rosario	13,4	20,3	19,4	34%	31%	100	20%	19%
CA9	NQS	19,8	33,8	28,4	41%	30%	100	34%	28%
CA10	Santander	10,2	16,5	18,8	38%	46%	100	17%	19%
CA11	Hospitales	40,1	68,7	50	42%	20%	100	69%	50%
CA12	Calle 10-11	14	16,8	16,3	17%	14%	100	17%	16%
CA13	Calle 26	15,1	16,3	15,9	7%	5%	100	16%	16%
CA14	Calle 45	16,3	22	18,2	26%	10%	100	22%	18%
CA15	Calle 52	17,6	25,7	19,3	32%	9%	100	26%	19%
CA16	Calle 63	13,3	19,5	15,3	32%	13%	100	20%	15%
CA17	Calle 72	14,9	20,6	16,8	28%	11%	100	21%	17%
CA18	Calle 76	14	15,9	14,7	12%	5%	100	16%	15%

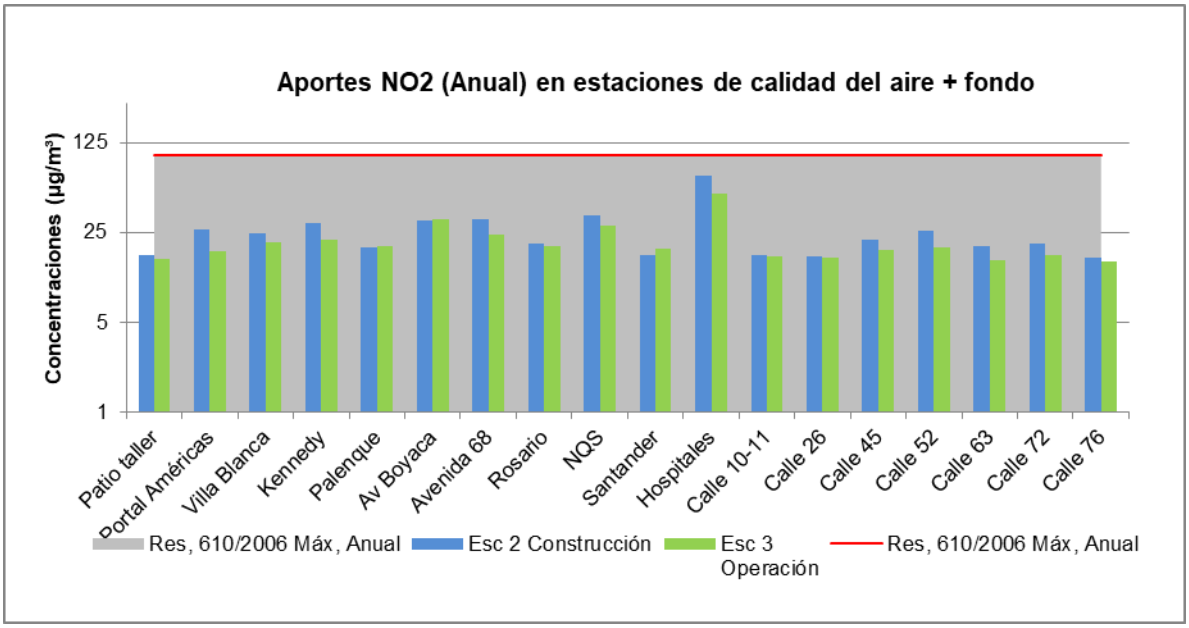


Figura 5.2.1-319 Aportes de NO_2 Anual Escenarios de construcción y operación respecto la norma

Escenario construcción

Para el escenario de la etapa de construcción, los resultados corresponden a la proyección del tráfico vehicular y los diferentes procesos involucrados en este escenario como la construcción de las fuentes: columnas, estaciones y vías.

Material Particulado (PM_{10} y $PM_{2.5}$):

A continuación se muestra la distribución de curvas de concentración – Isopletas para PM_{10} y $PM_{2.5}$ estimadas para el escenario de línea base en el periodo 24 horas y anual, como resultado de la modelación más la inclusión de la concentración fondo.

Para PM_{10} 24 horas, el rango de concentración de la isopleta es de 60 – 300 µg/m³, donde se presentaron los valores más altos entre el sector Patio-Taller y Portal Américas, Santander, Hospitales y entre Calle 26 a Calle 45. La isopleta anual de PM_{10} posee un rango de 30 a 110 µg/m³ y las mayores concentraciones se observan en los mismos sectores que la isopleta 24 horas.

Como puede apreciarse en las curvas de concentración de $PM_{2.5}$, los mayores aportes se presentan entre el sector Patio-Taller hasta el Portal Américas y los menores se observan en la zona de la Avenida 68 y Rosario y desde la Calle 10-11 hasta la Calle 26, con un rango de concentración de 30 a 150 µg/m³ y de 15 – 60 µg/m³ para la isopleta 24 horas y anual, respectivamente.

Las concentraciones de material particulado- PM_{10} y $PM_{2.5}$ presentan valores superiores a la norma anual de calidad del aire, 50 µg/m³ para PM_{10} y de 25 µg/m³ para $PM_{2.5}$, así como hubo valores que superaron las normas de 24 horas para ambos casos.

.

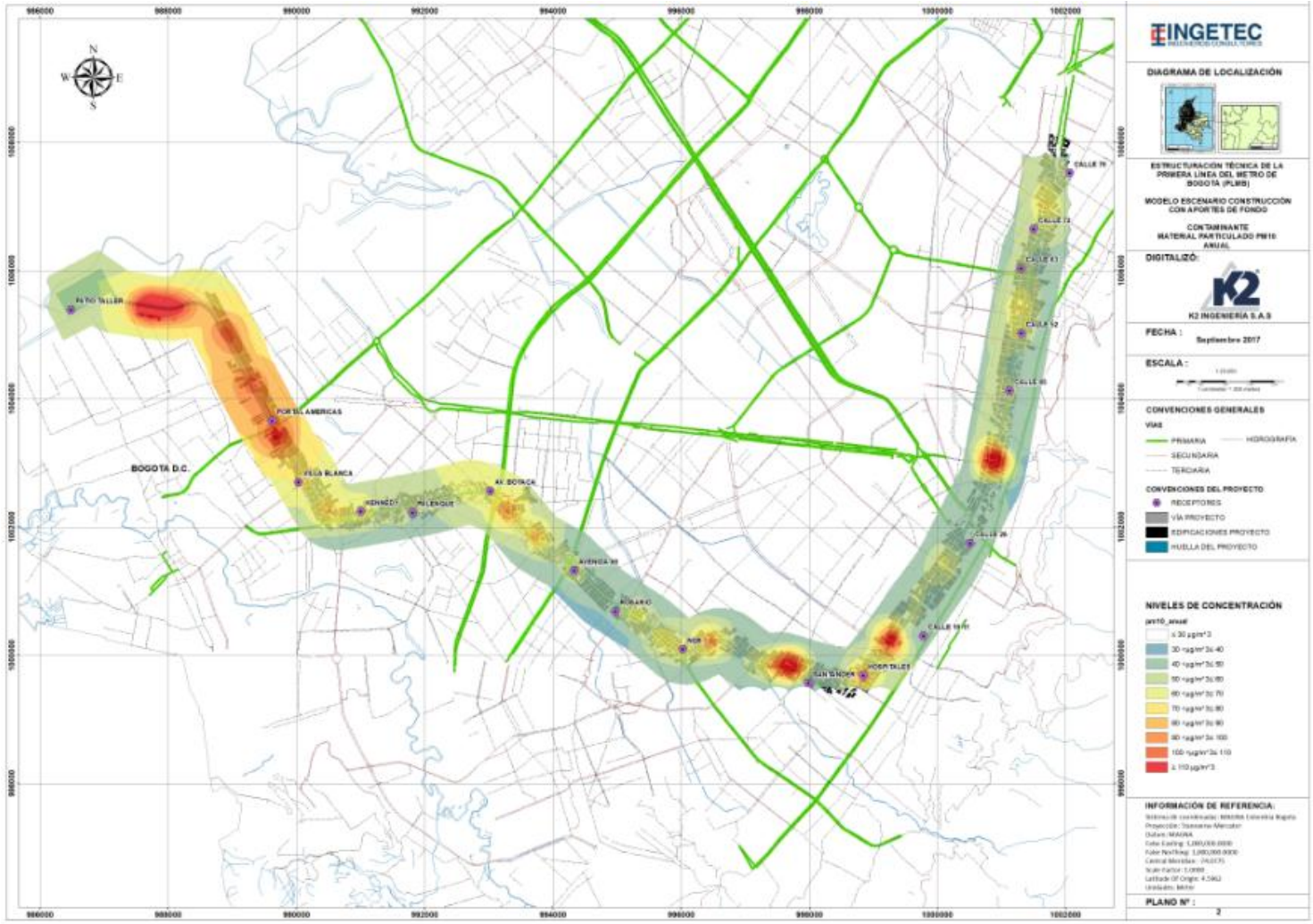


Figura 5.2.1-320 Isopleta anual PM_{10} proyecto PLMB. Escenario Construcción más Fondos
Fuente: K2 INGENIERÍA S.A.S

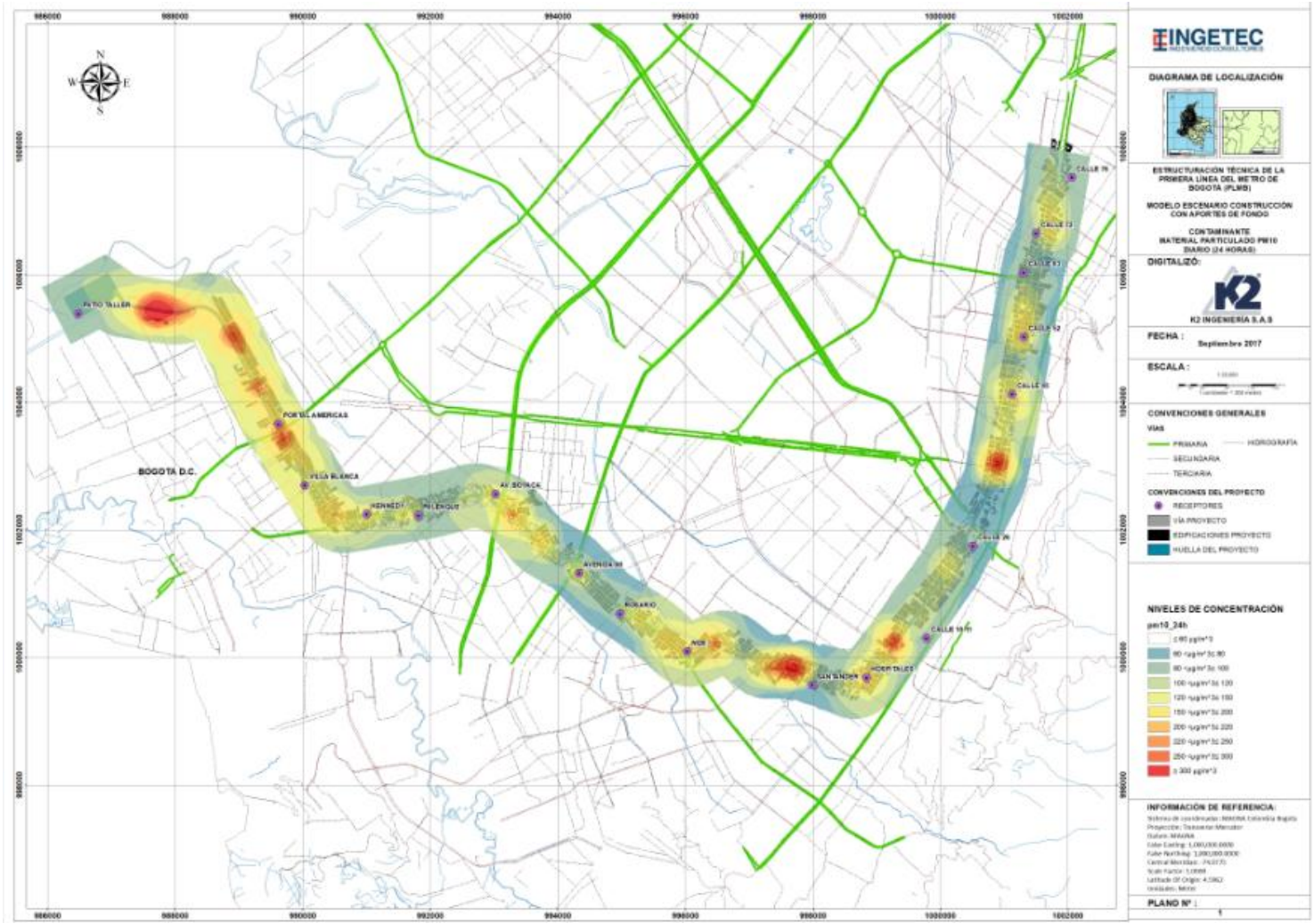


Figura 5.2.1-321 Isopleta 24Horas PM_{10} proyecto PLMB. Escenario Construcción más Fondos
Fuente: K2 INGENIERÍA S.A.S

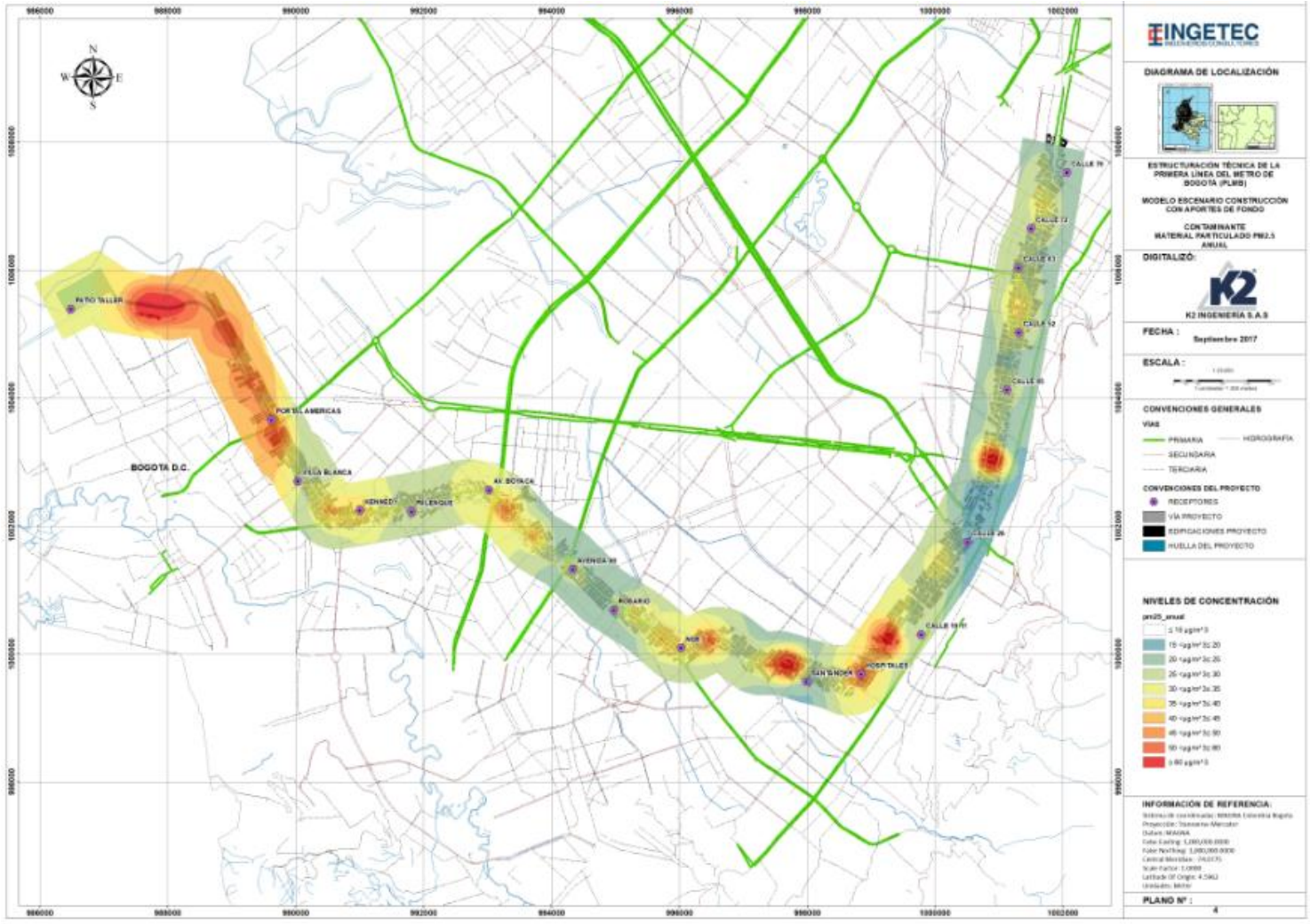


Figura 5.2.1-322 Isopleta anual $PM_{2.5}$ proyecto PLMB. Escenario Construcción más Fondos
Fuente: K2 INGENIERÍA S.A.S

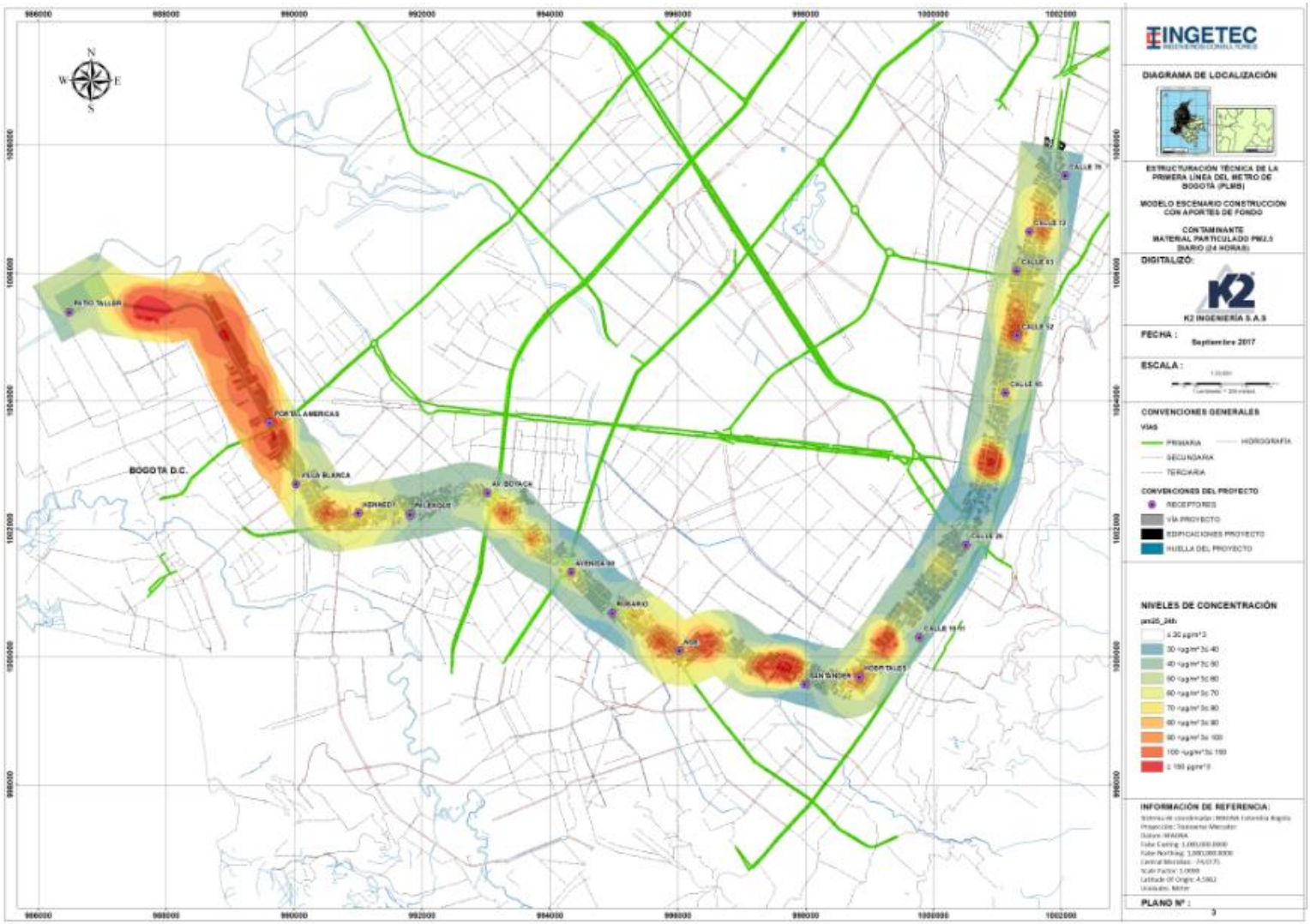


Figura 5.2.1-323 Isopleta 24 horas $PM_{2.5}$ proyecto PLMB. Escenario Construcción más Fondos
Fuente: K2 INGENIERÍA S.A.S

Dióxido de Nitrógeno (NO_2):

A continuación se observan las isopletas de concentración 24 horas y anual de NO_2, se obtiene un rango de concentración de 20 – 120 µg/m^3.y de 10 a 45 µg/m^3 para 24 horas y anual, respectivamente. Las isopletas no exceden la norma anual de 100 µg/m^3 ni la norma de 24 horas de 150 µg/m^3. Se puede observar que las mayores concentraciones se presentan en Patio-Taller, entre Santander y Hospitales, y entre Calle 26 a Calle 45.

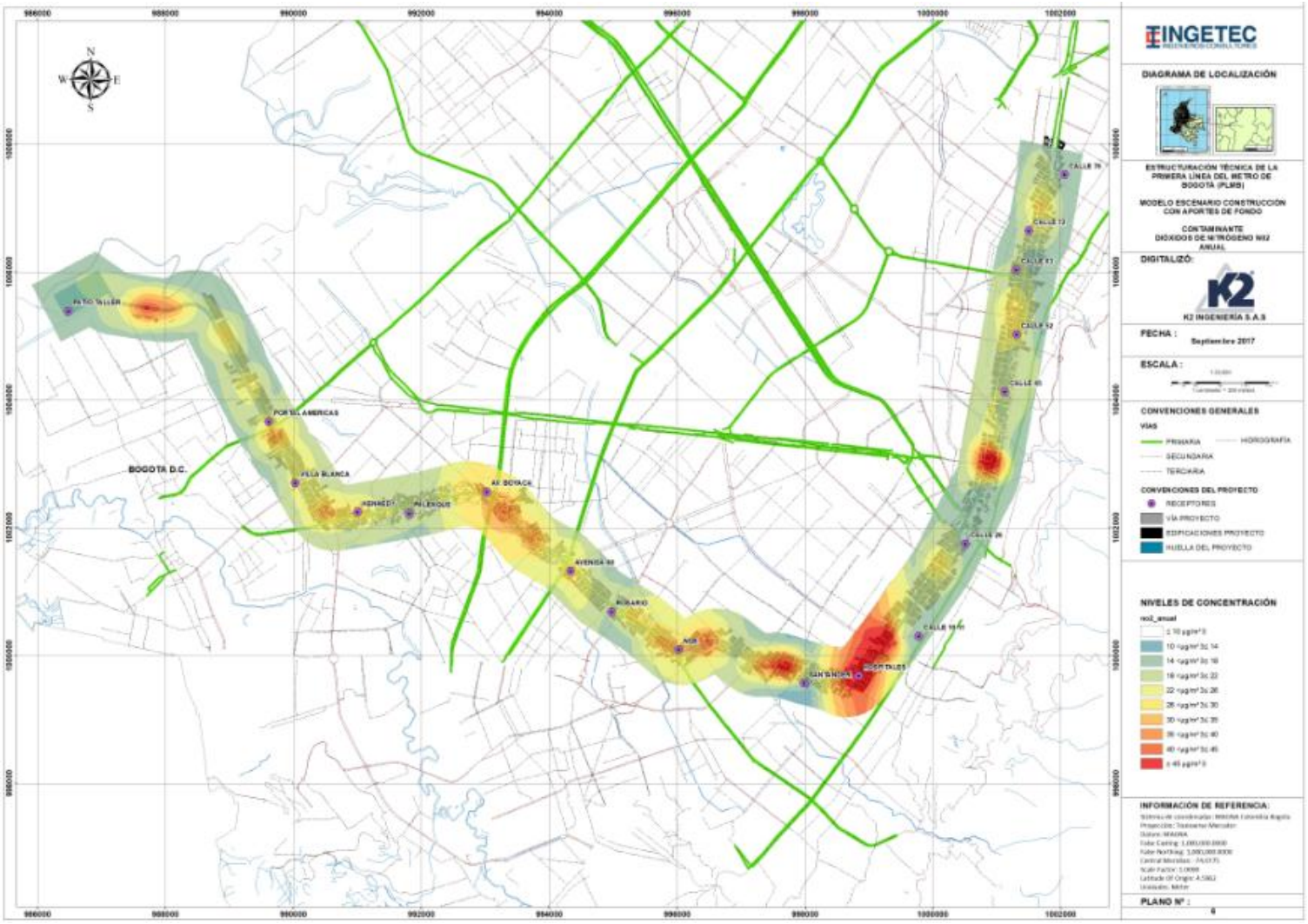


Figura 5.2.1-324 Isopleta anual NO_2 proyecto PLMB. Escenario Construcción más Fondos

Fuente: K2 INGENIERÍA S.A.S

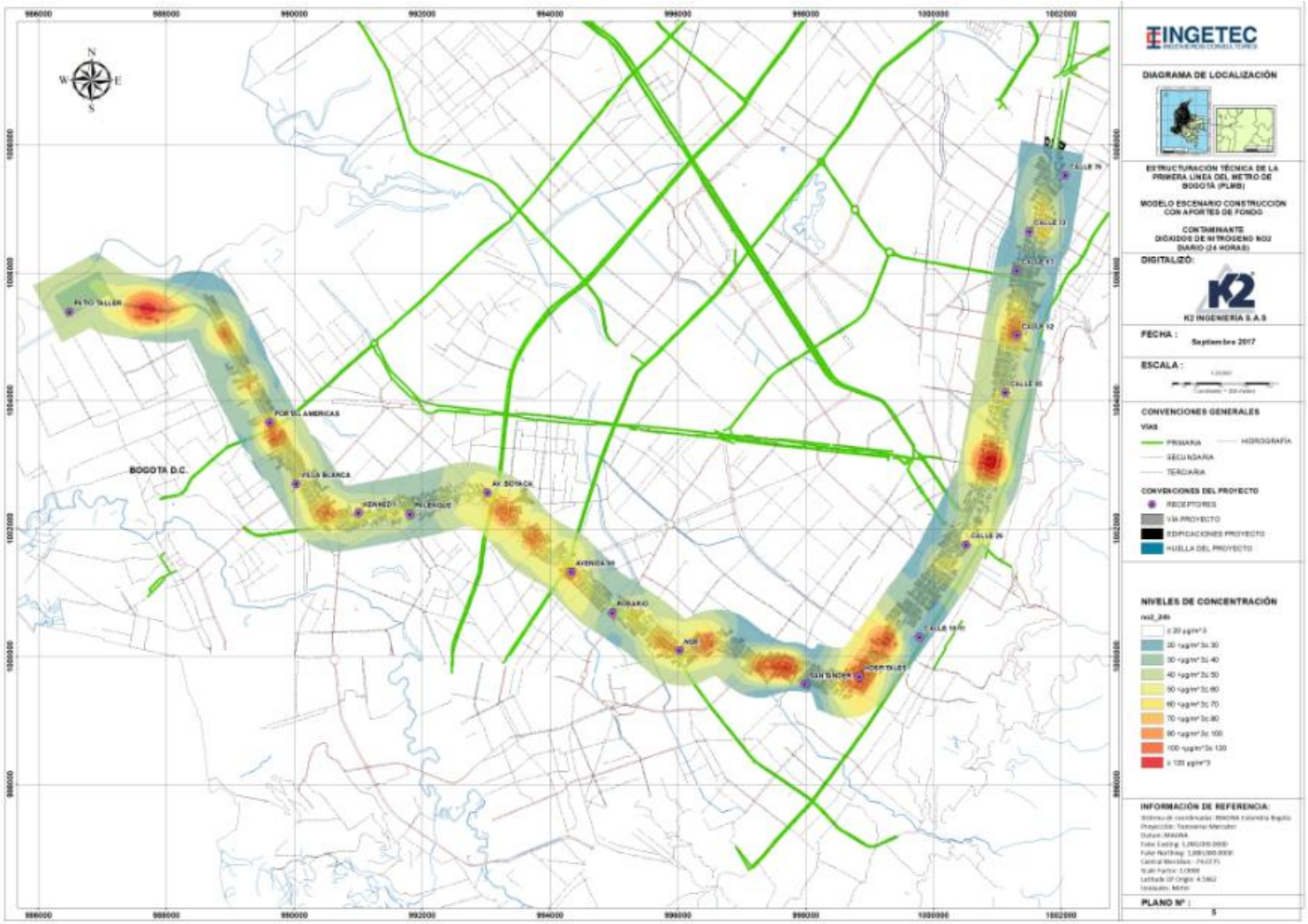


Figura 5.2.1-325 Isopleta 24horas NO_2 proyecto PLMB. Escenario Construcción más Fondos
Fuente: K2 INGENIERÍA S.A.S

Dióxido de Azufre (SO2):

El periodo 24 horas presenta un rango entre 13 y 50 µg/m3, mientras que la isopleta anual posee un rango de 14.5 a 19.5 µg/m3, no se exceden las normas 24 horas y anual de 250 y 80 µg/m3, respectivamente. Se puede observar que las mayores concentraciones se presentan en Patio-Taller y entre los sectores Calle 10-11 hasta la Calle 45.

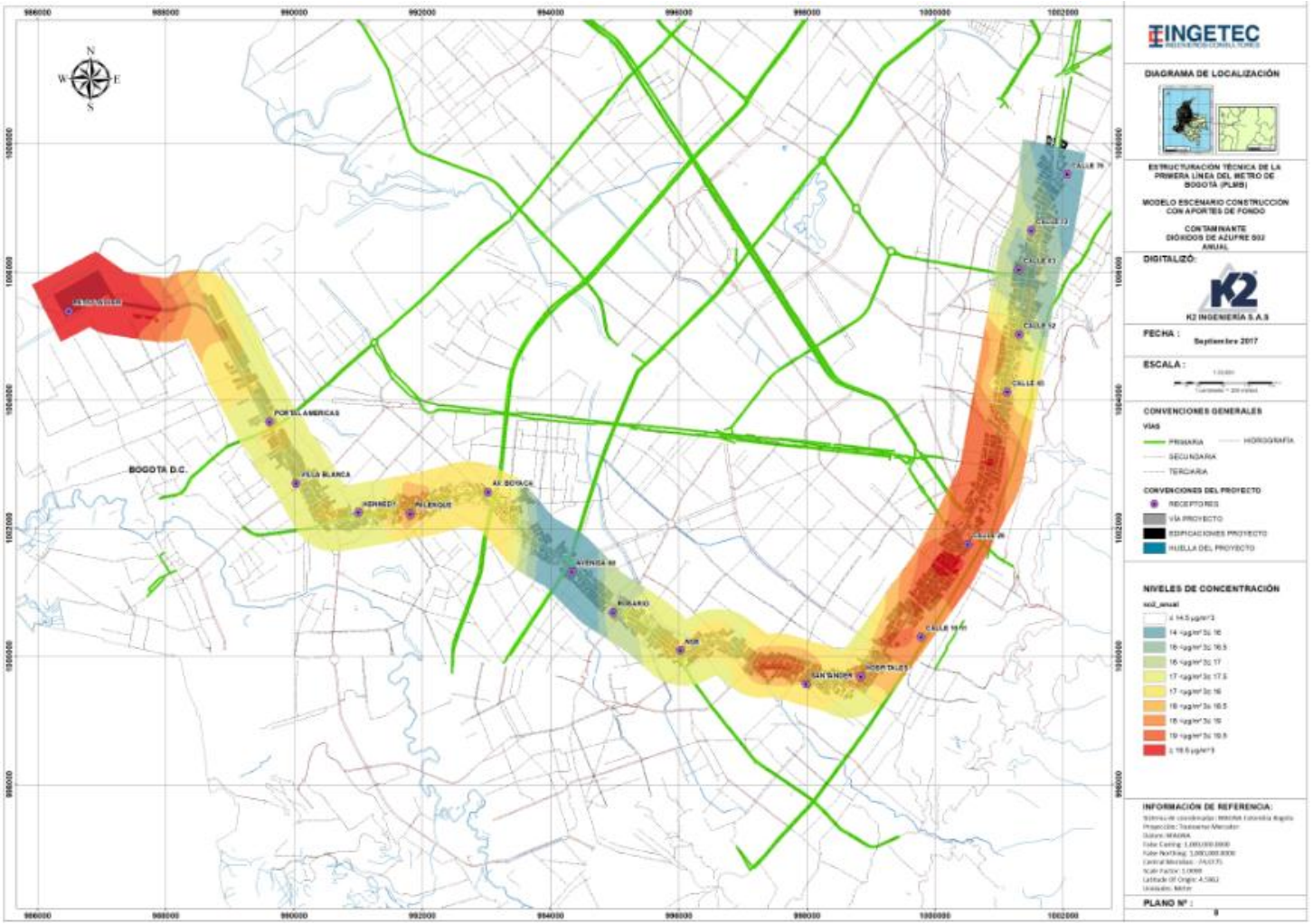


Figura 5.2.1-326 Isopleta anual SO_2 proyecto PLMB. Escenario Construcción más Fondos
Fuente: K2 INGENIERÍA S.A.S

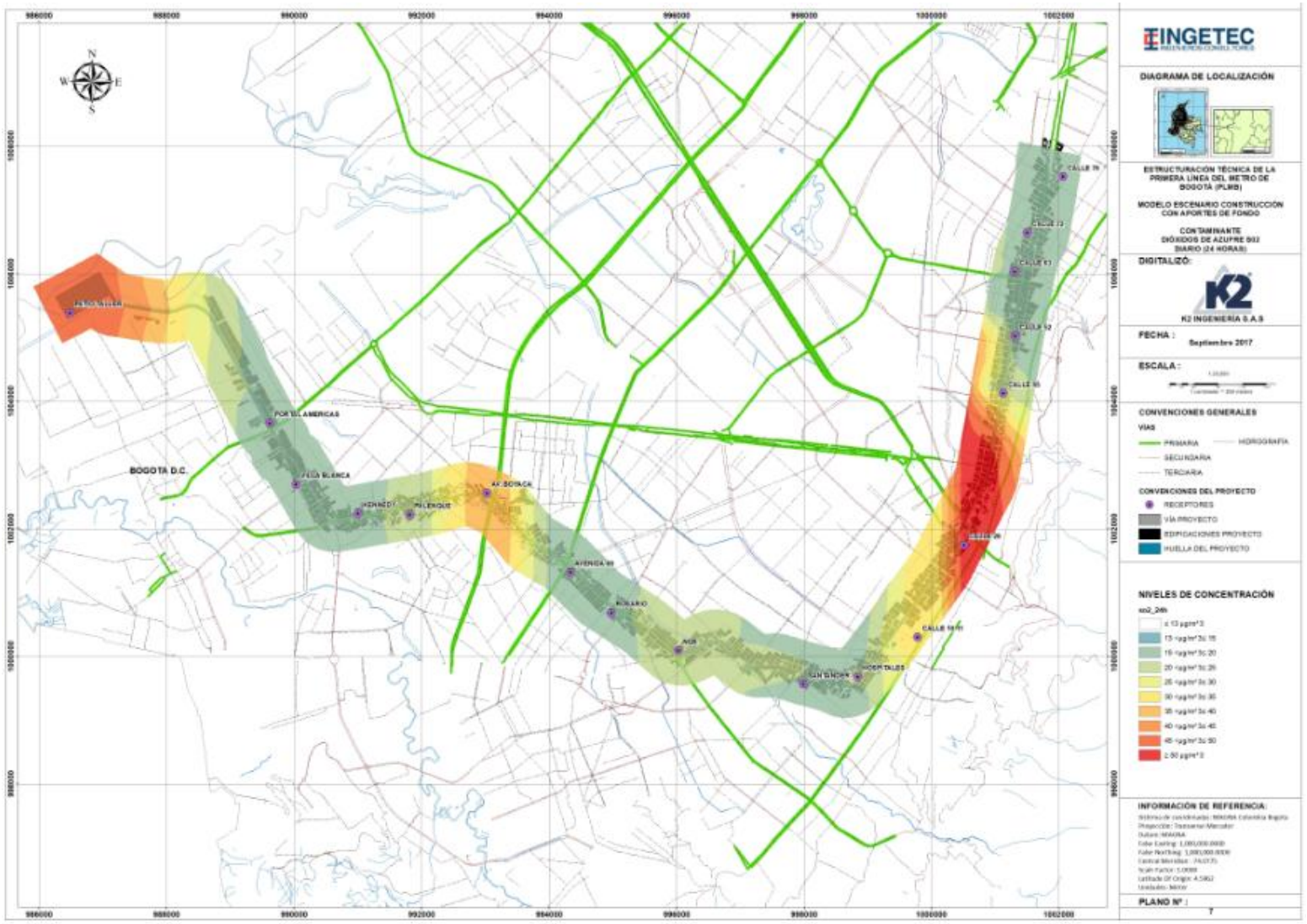
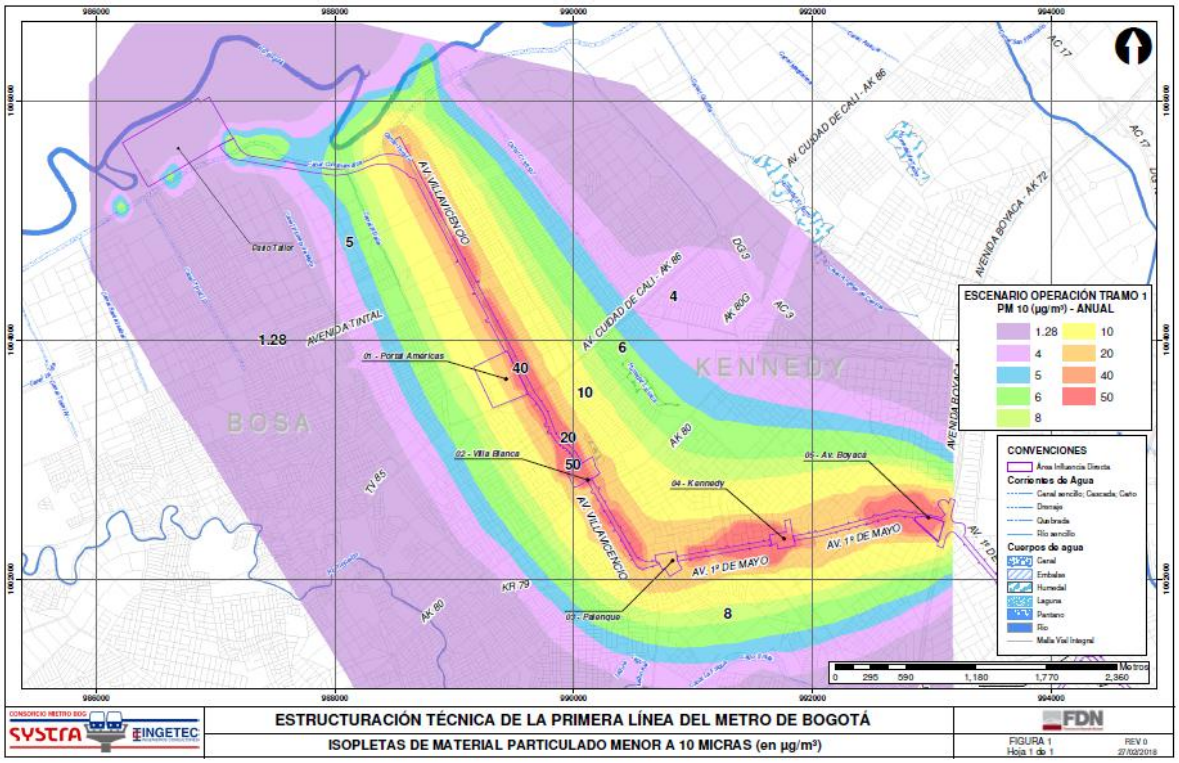


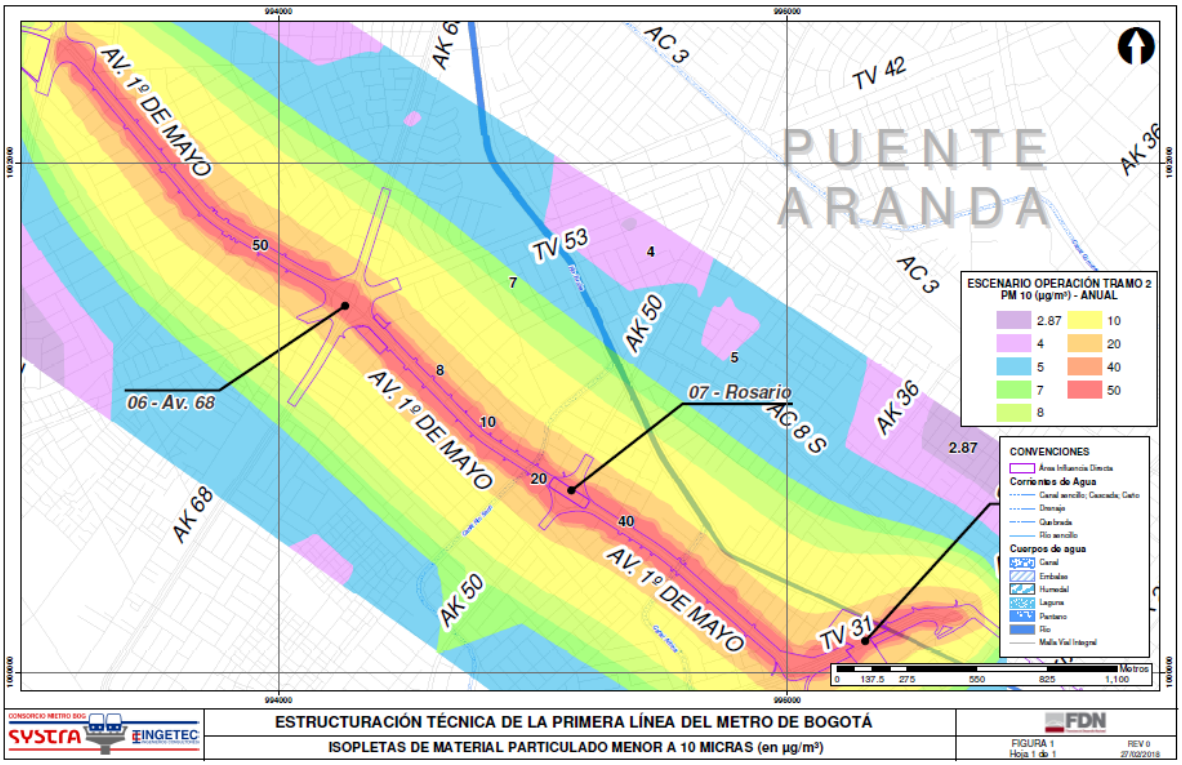
Figura 5.2.1-327 Isopleta 24 horas SO_2 proyecto PLMB. Escenario Construcción más Fondos
Fuente: K2 INGENIERÍA S.A.S

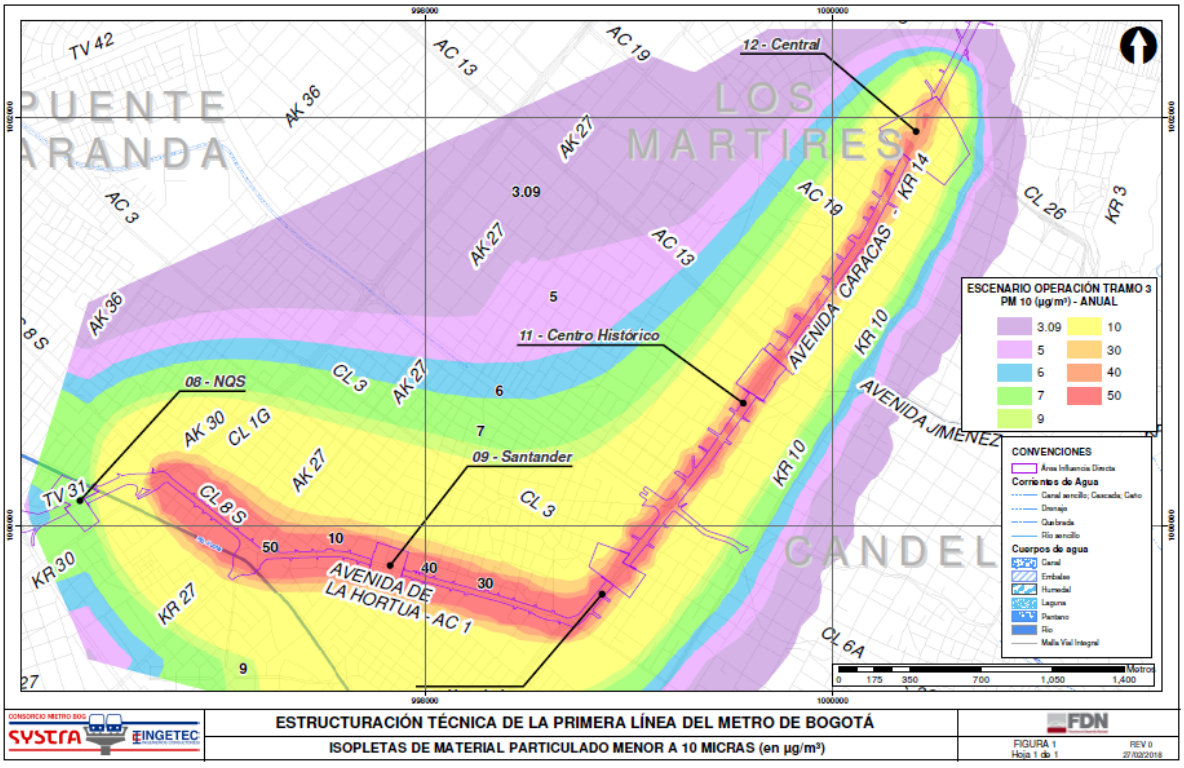
Escenario operación

Material Particulado (PM_{10} y $PM_{2.5}$):

A continuación se muestra la distribución de curvas de concentración – Isopletas para PM_{10} estimadas para el escenario de operación en el periodo 24 horas y anual, como resultado de la modelación con concentraciones de fondo, se presentan por tramos del trazado.




PUENTE ARANDA
AV. 1º DE MAYO
AK 6
AC 3
TV 42
AK 36
TV 53
AK 50
AC 8 S
06 - Av. 68
07 - Rosario
AK 68
TV 31
ESCENARIO OPERACIÓN TRAMO 2
PM 10 (µg/m³) - ANUAL
2.87
4
5
7
8
10
20
40
50
CONVENCIONES
Corrientes de Agua
Cuerpos de agua
Metros
0 137.5 275 550 825 1,100
ESTRUCTURACIÓN TÉCNICA DE LA PRIMERA LÍNEA DEL METRO DE BOGOTÁ
ISOPLETAS DE MATERIAL PARTICULADO MENOR A 10 MICRAS (en µg/m³)
FIGURA 1
Hoja 1 de 1
REV 0
27/02/2018


PUENTE ARANDA
LOS MARTIRES
CANDELARIA
TV 42
AC 13
AC 19
12 - Central
AK 36
AK 27
AC 3
3.09
AK 30
CL 1G
CL 3
CL 8 S
08 - NQS
11 - Centro Histórico
09 - Santander
AVENIDA CARACAS
KR 14
KR 10
CL 26
KR 3
AVENIDA JIMENEZ
AVENIDA DE LA HORTUA - AC 1
KR 30
KR 27
CL 6A
ESCENARIO OPERACIÓN TRAMO 3
PM 10 (µg/m³) - ANUAL
3.09
5
6
7
9
10
30
40
50
CONVENCIONES
Corrientes de Agua
Cuerpos de agua
Metros
0 175 350 700 1,050 1,400
ESTRUCTURACIÓN TÉCNICA DE LA PRIMERA LÍNEA DEL METRO DE BOGOTÁ
ISOPLETAS DE MATERIAL PARTICULADO MENOR A 10 MICRAS (en µg/m³)
FIGURA 1
Hoja 1 de 1
REV 0
27/02/2018

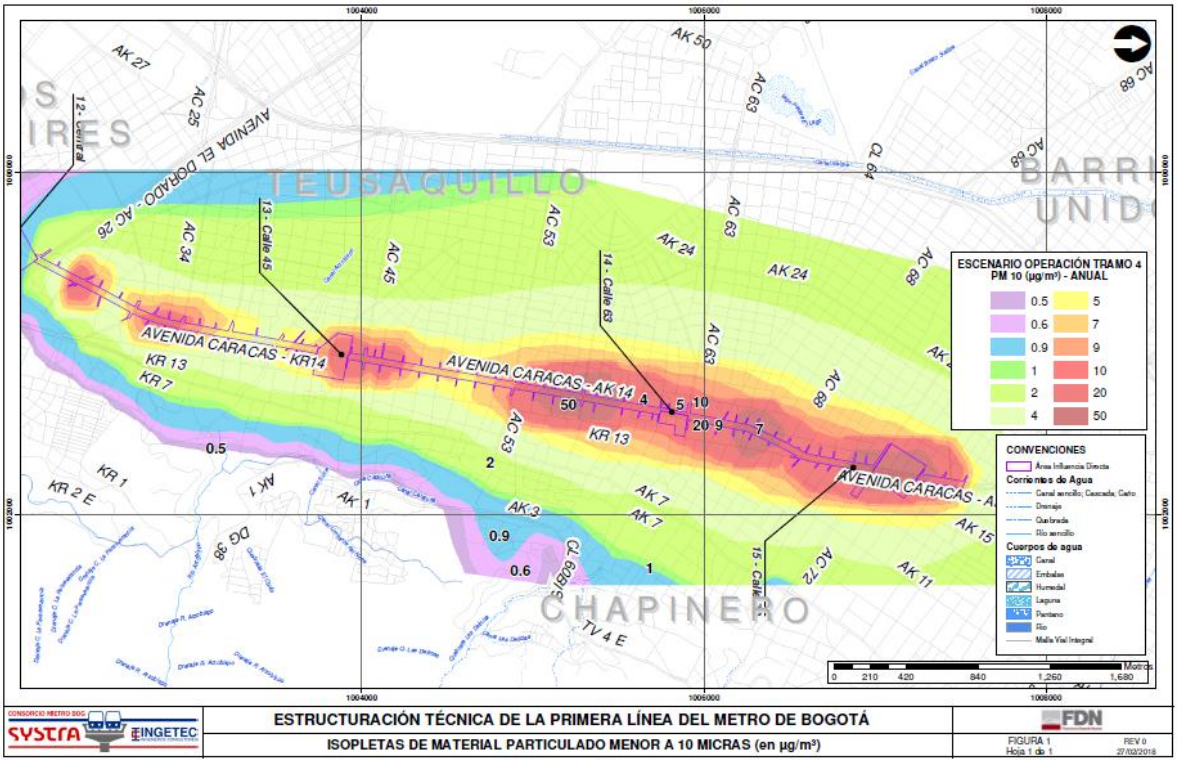
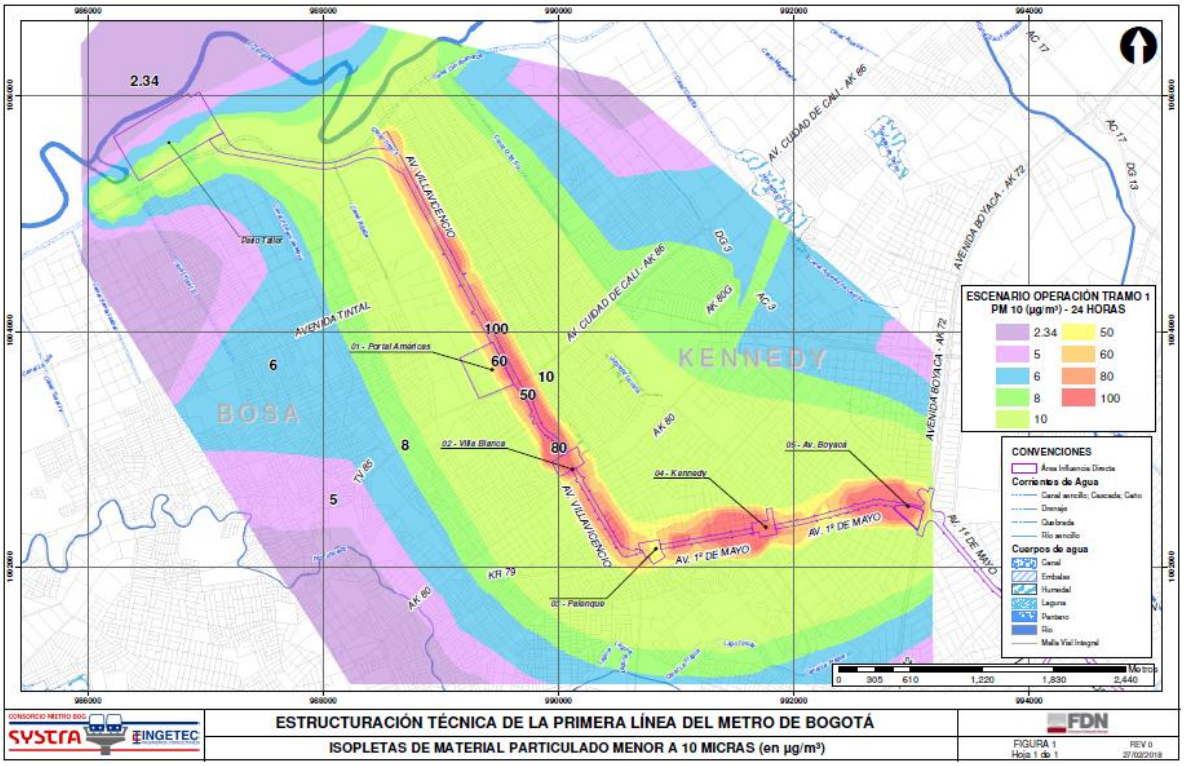
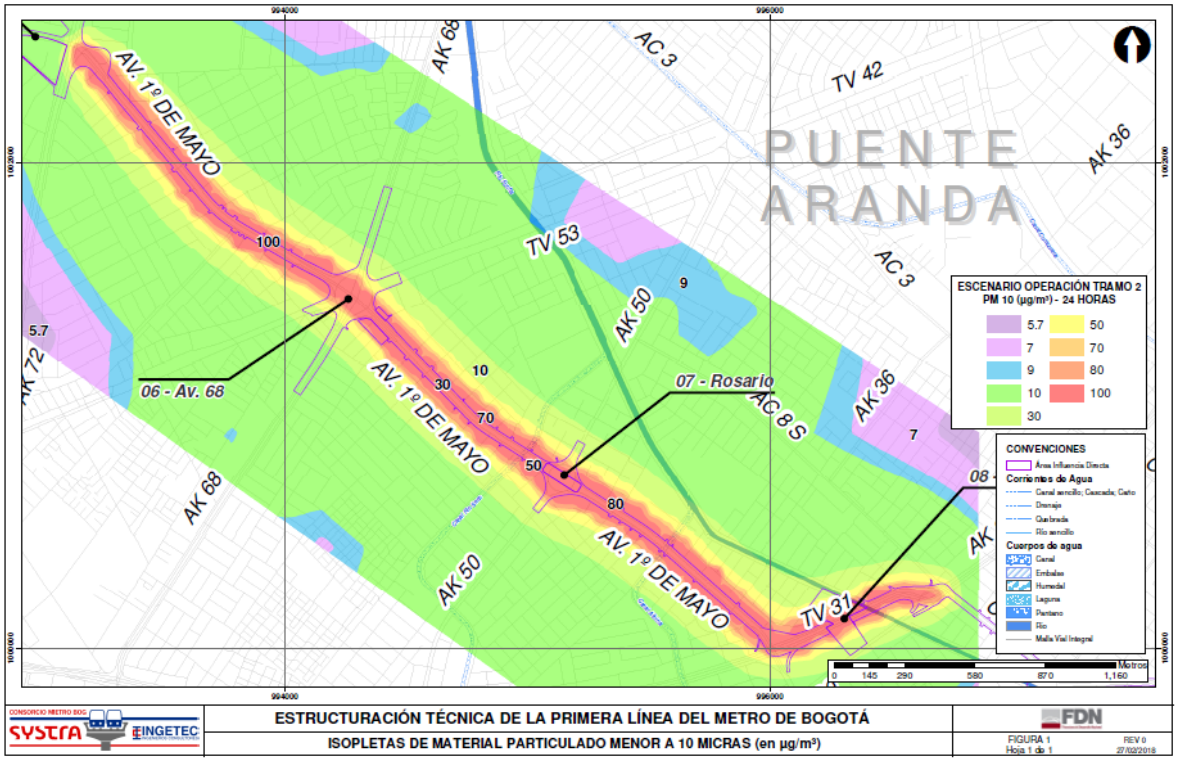
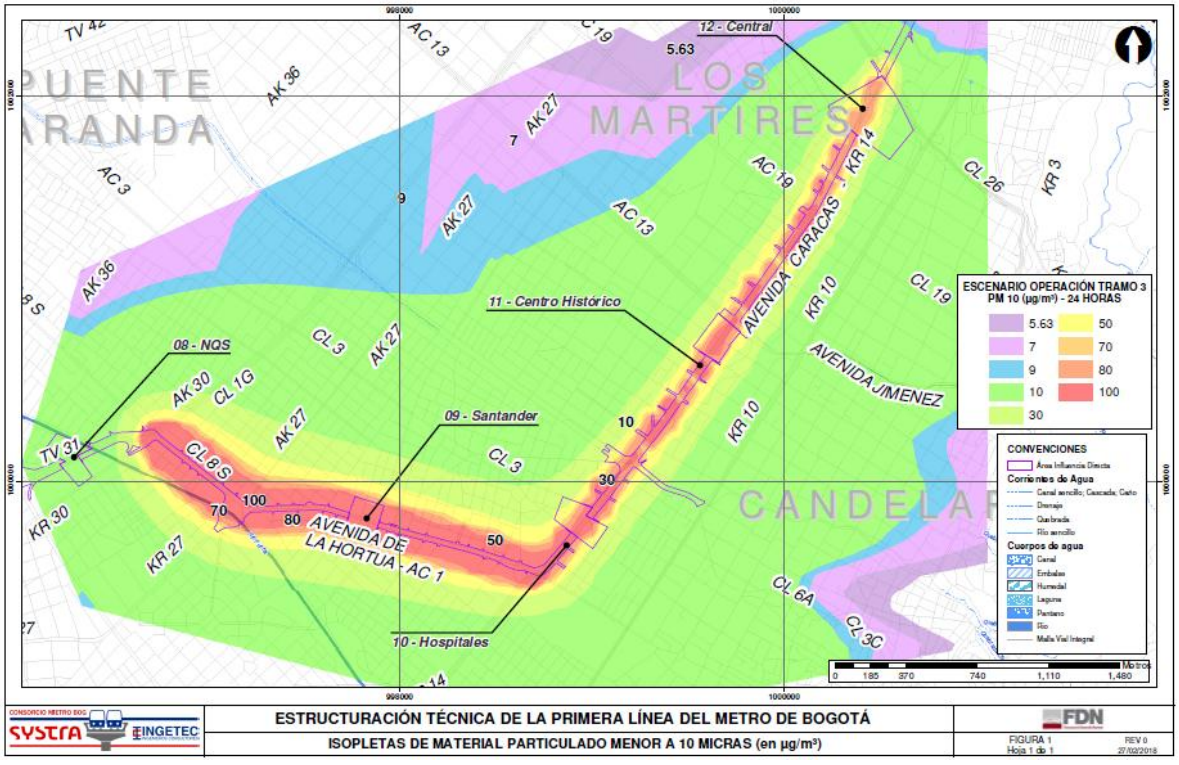


Figura 5.2.1-328 Isopletas PM_{10} anual por tramos Escenario Operación




AV. 1º DE MAYO
AK 68
AC 3
TV 42
PUENTE ARANDA
AK 36
TV 53
AK 50
AC 3
AC 8 S
AK 72
06 - Av. 68
07 - Rosario
08 -
TV 31
ESCENARIO OPERACIÓN TRAMO 2
PM 10 (µg/m³) - 24 HORAS
5.7
7
9
10
30
50
70
80
100
CONVENCIONES
Área Influencia Directa
Corrientes de Agua
Canal sencillo; Cascada; Caño
Drenaje
Quebrada
Río sencillo
Cuerpos de agua
Canal
Embalse
Humedal
Laguna
Pantano
Río
Malla Vial Integral
Metros
0 145 290 580 870 1,160
ESTRUCTURACIÓN TÉCNICA DE LA PRIMERA LÍNEA DEL METRO DE BOGOTÁ
ISOPLETAS DE MATERIAL PARTICULADO MENOR A 10 MICRAS (en µg/m³)
FDN
FIGURA 1
Hoja 1 de 1
REV 0
27/02/2018


PUENTE ARANDA
AK 36
AC 3
AC 13
AK 27
LOS MARTIRES
12 - Central
5.63
AC 19
KR 14
CL 26
KR 3
AVENIDA CARACAS
KR 10
CL 19
AVENIDA JIMENEZ
11 - Centro Histórico
08 - NQS
CL 3
AK 30
CL 1G
CL 8 S
09 - Santander
TV 31
KR 30
KR 27
AVENIDA DE LA HORTUA - AC 1
CANDELARIA
CL 6A
CL 3C
10 - Hospitales
ESCENARIO OPERACIÓN TRAMO 3
PM 10 (µg/m³) - 24 HORAS
5.63
7
9
10
30
50
70
80
100
CONVENCIONES
Área Influencia Directa
Corrientes de Agua
Canal sencillo; Cascada; Caño
Drenaje
Quebrada
Río sencillo
Cuerpos de agua
Canal
Embalse
Humedal
Laguna
Pantano
Río
Malla Vial Integral
Metros
0 185 370 740 1,110 1,480
ESTRUCTURACIÓN TÉCNICA DE LA PRIMERA LÍNEA DEL METRO DE BOGOTÁ
ISOPLETAS DE MATERIAL PARTICULADO MENOR A 10 MICRAS (en µg/m³)
FDN
FIGURA 1
Hoja 1 de 1
REV 0
27/02/2018

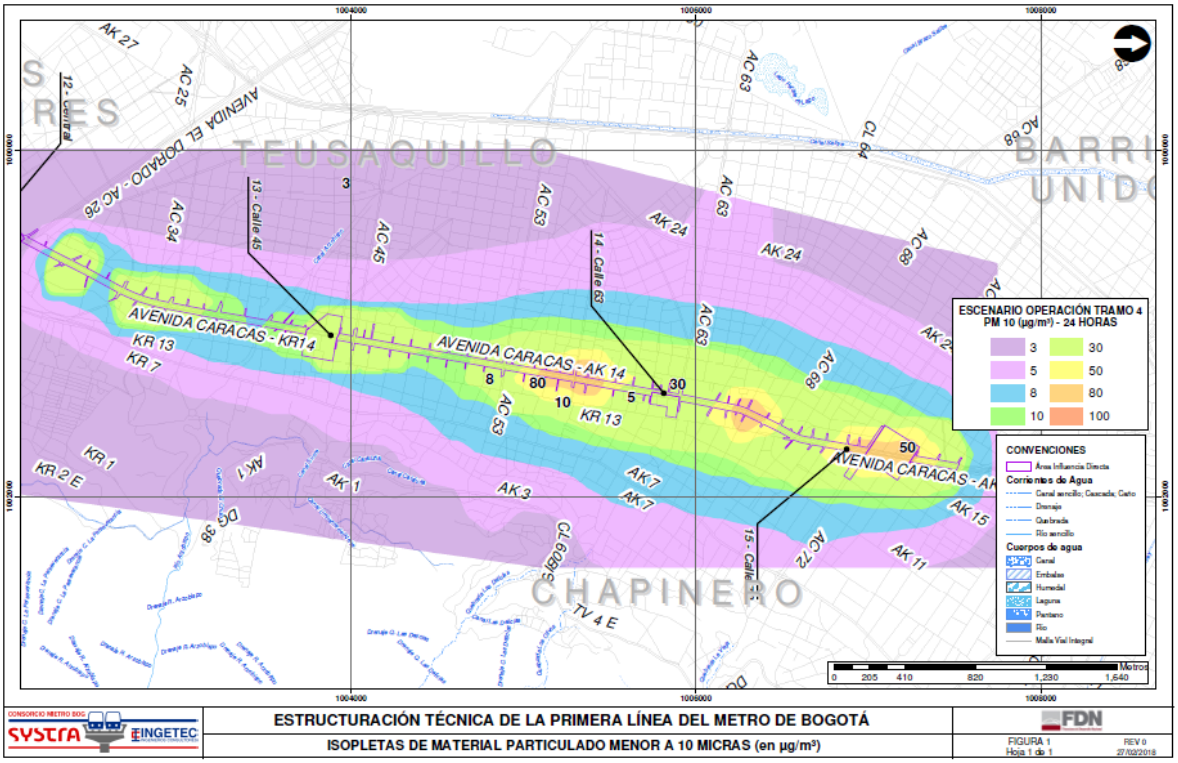


Figura 5.2.1-329 Isopletas PM_{10} 24Horas por tramos Escenario Operación

A continuación se presenta las isopletas de $PM_{2.5}$ Anuales y 24 Horas estimadas para el escenario de operación, como resultado de la modelación al cual se le incluyeron las concentraciones de fondo.

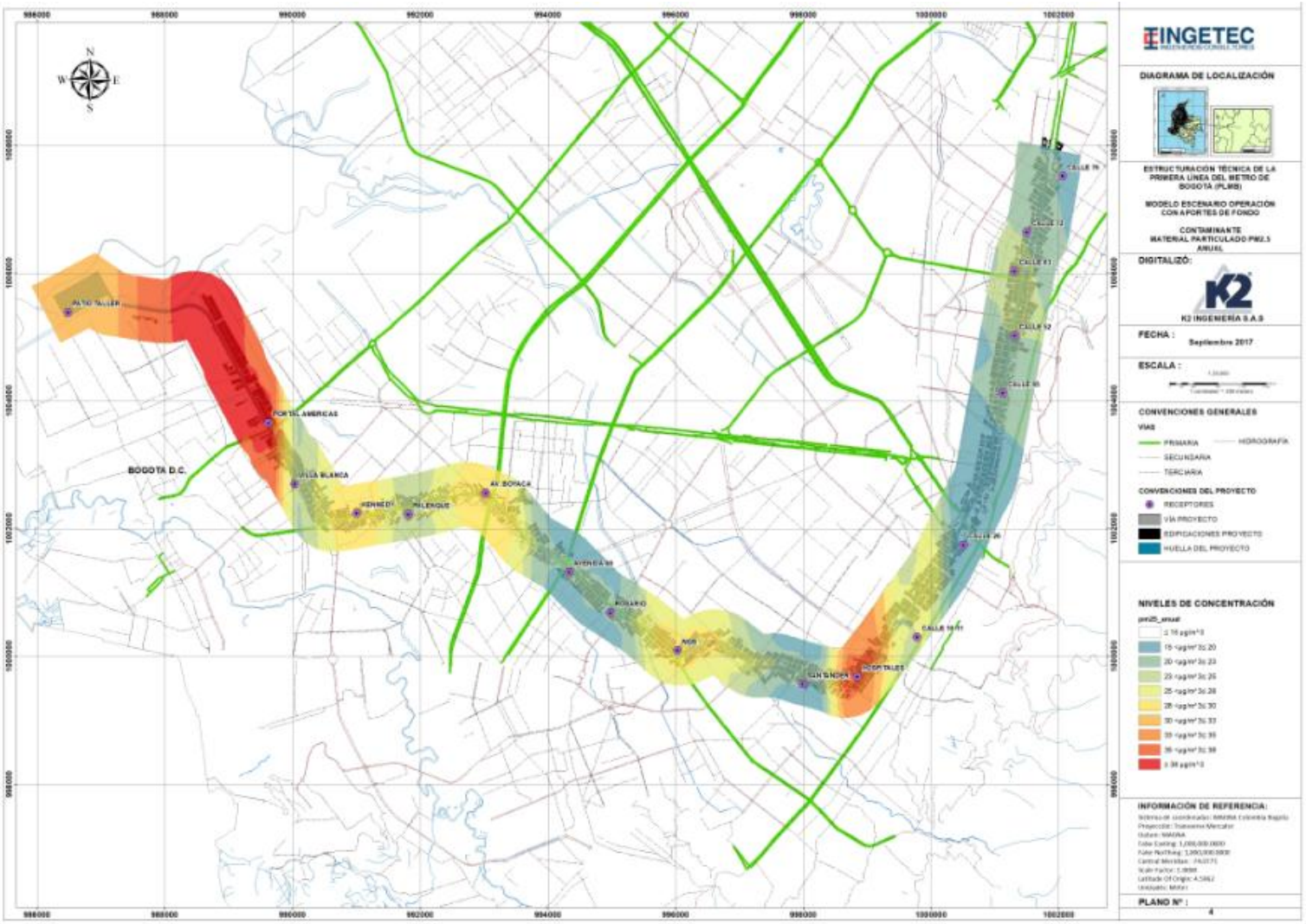


Figura 5.2.1-330 Isopletas $PM_{2,5}$ Anual Escenario Operación en todo el trazado

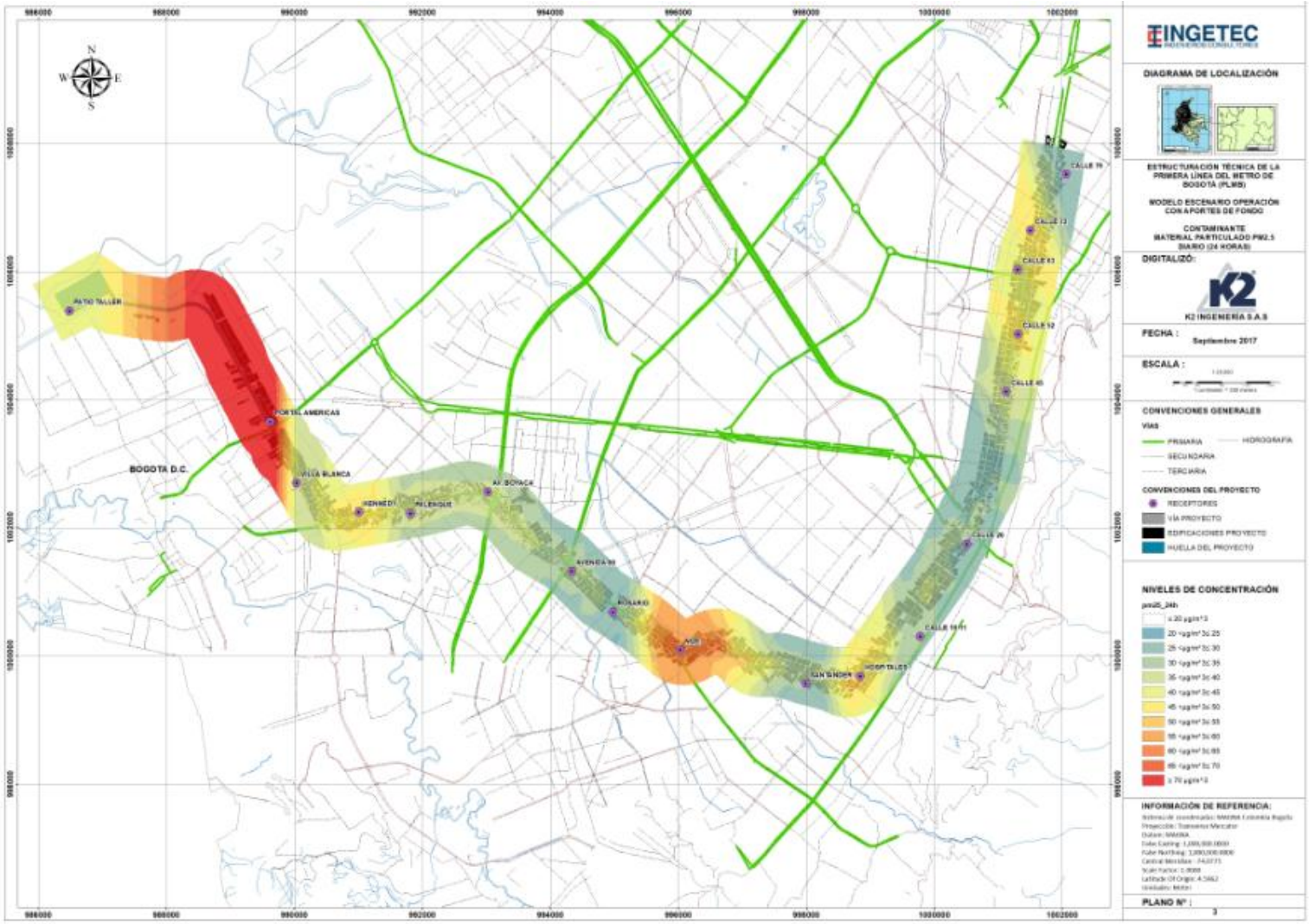


Figura 5.2.1-331 Isopletas $PM_{2,5}$ 24Horas Escenario Operación en todo el trazado

Dióxido de nitrógeno (NO_2)

En la Figura 5.2.1-332 y Figura 5.2.1-333 se observan las isopletas de concentración 24 horas y anual de NO_2, se obtiene un rango de concentración de 5 – 55 µg/m^3.y de 10 a 40 µg/m^3 para 24 horas y anual, respectivamente. Las isopletas exceden la norma anual de 100 µg/m^3 ni la norma de 24 horas de 150 µg/m^3.

Se puede observar que las mayores concentraciones se presentan entre Avenida 68 y hospitales para la isopleta 24 horas, por otro lado para la isopleta anual se obtienen las mayores concentraciones entre el sector Santander y Hospitales.

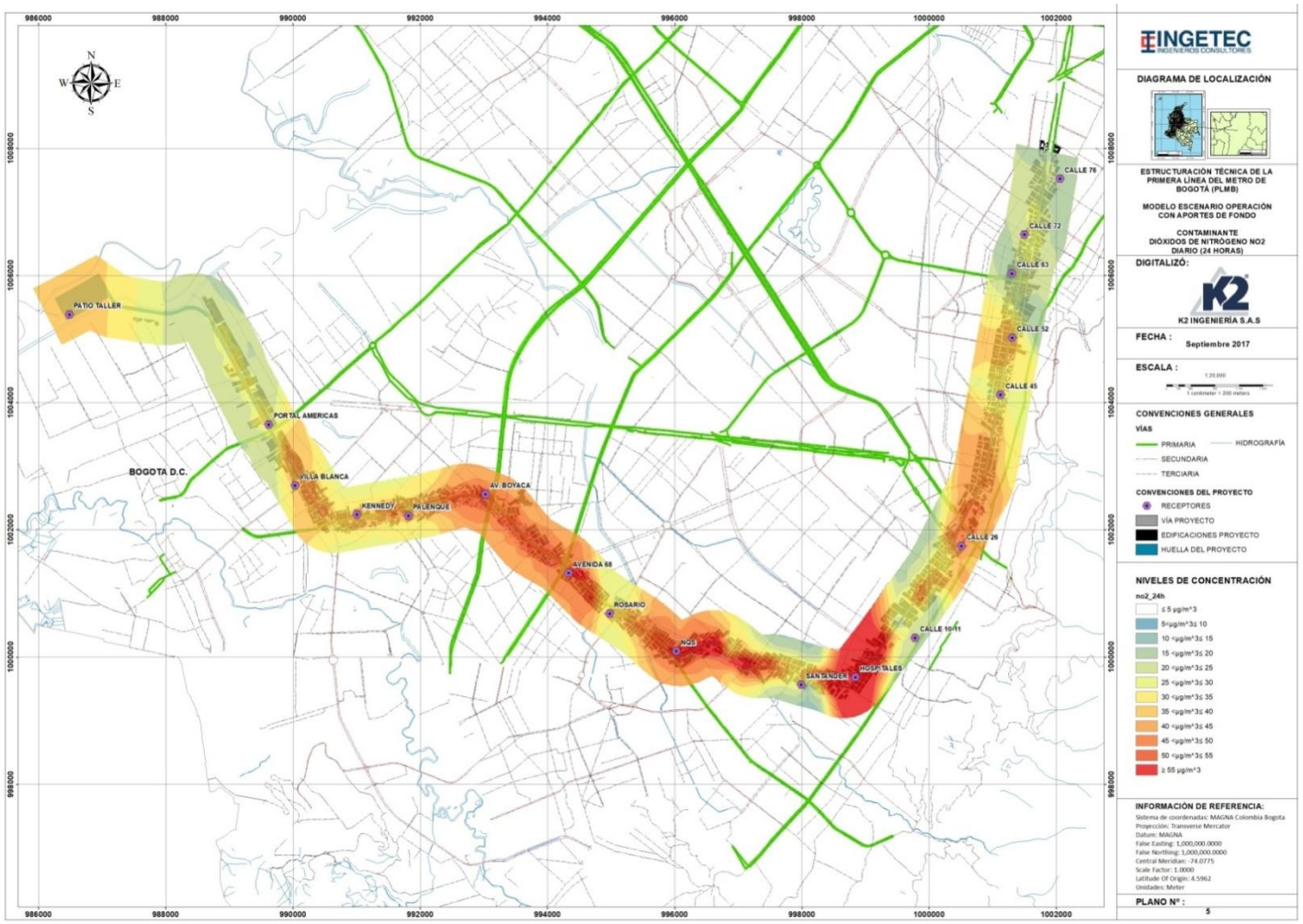


Figura 5.2.1-332 Isopleta24 horasNO_2 proyecto PLMB Escenario operación más Fondos. Escenario 3
Fuente: K2 INGENIERÍA S.A.S.

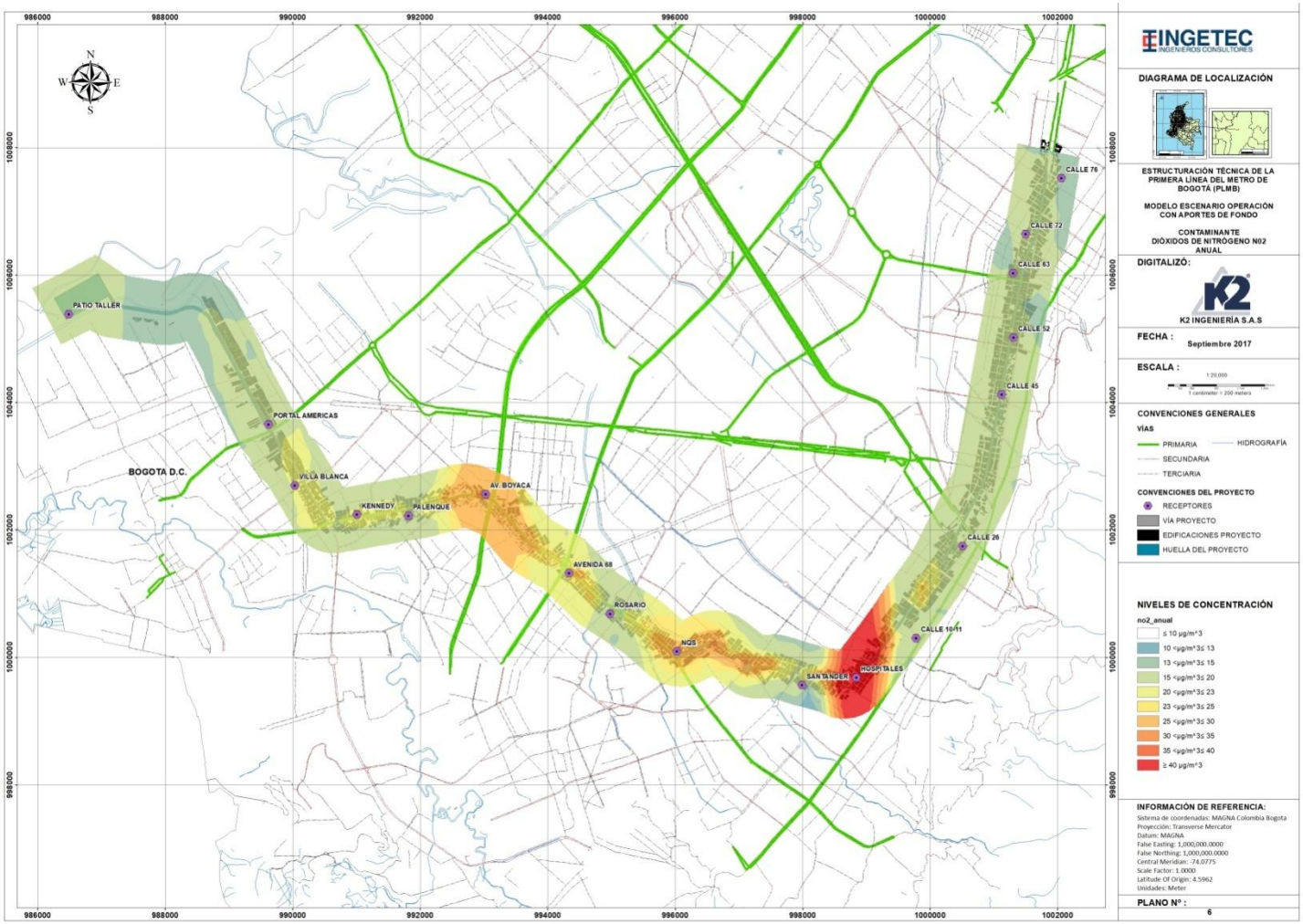


Figura 5.2.1-333 Isopleta anual NO_2 proyecto PLMB más Fondos. Escenario 3
Fuente: K2 INGENIERÍA S.A.S.

Dióxido de azufre (SO_2)

El periodo 24 horas presenta un rango entre 15 y 50 µg/m^3, mientras que la isopleta anual posee un rango de 14 a 20 µg/m^3. No se exceden las normas 24 horas y anual de 250 y 80 µg/m^3, respectivamente. Se puede observar que las mayores concentraciones se presentan en Patio-Taller y entre los sectores Calle 26 y Calle 45.

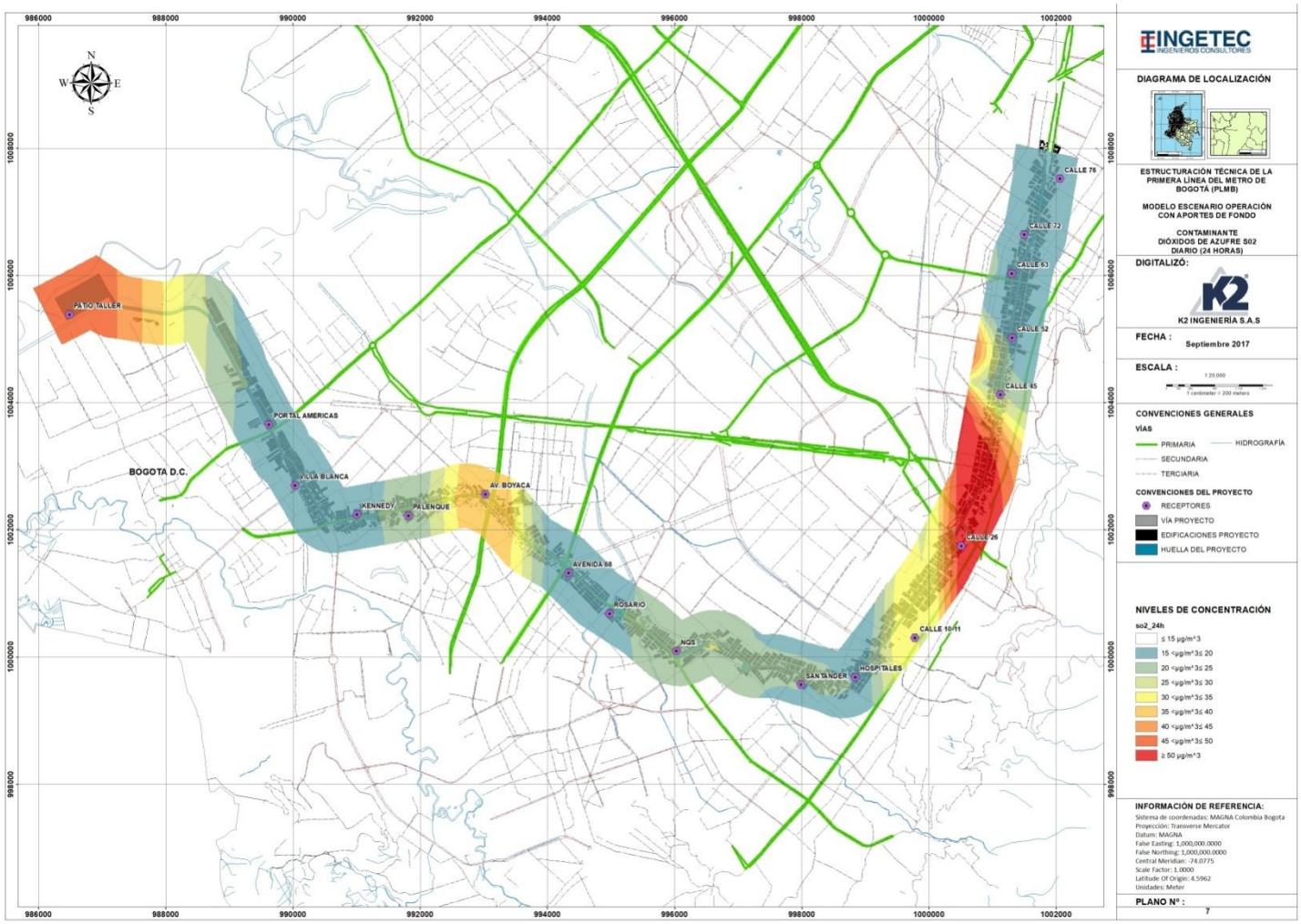


Figura 5.2.1-334 Isopleta24 horasSO_2 proyecto PLMB más Fondos. Escenario 3
Fuente: K2 INGENIERÍA S.A.S.

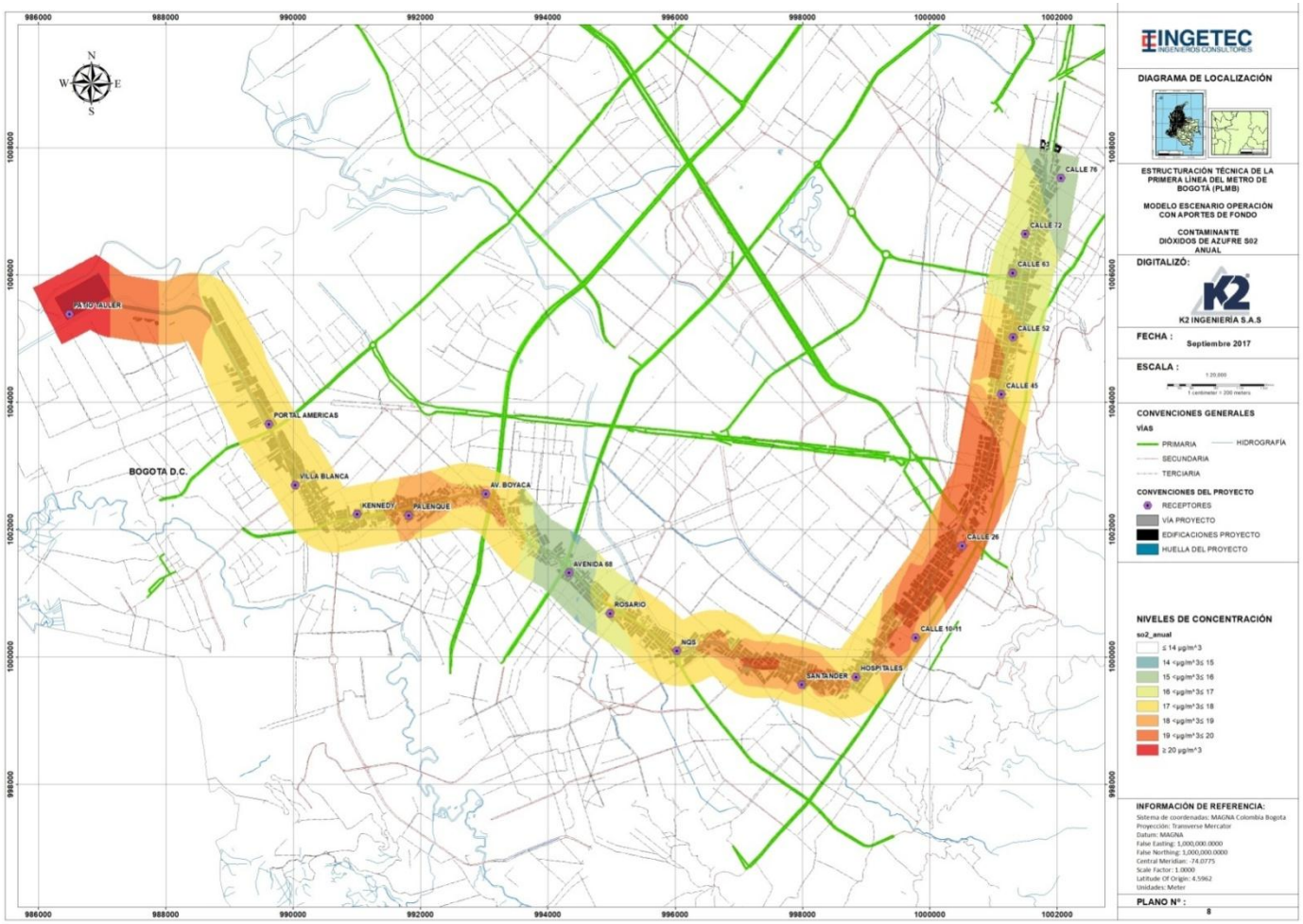


Figura 5.2.1-335 Isopleta anual SO_2 proyecto PLMB más Fondos. Escenario 3
Fuente: K2 INGENIERÍA S.A.S.

5.2.1.20.9.17 Aporte del proyecto en cuanto a las emisiones de PM_{10} Anual y 24 Horas

Con el fin de estimar el aporte del proyecto en cuanto a las emisiones de material particulado PM_{10} en su fase de operación respecto a la línea base, a continuación se presentan los resultados de las modelaciones para el escensario de Operación (año 2042) con el 70% de reducción del tráfico sobre la Av. Caracas y el 100% del trafico rodado.

Tabla 5.2.1-245 Resultado de modealción – Aporte de PM_{10} Escenario Operación ANUAL

Receptor		Concentración de fondo	Resultados Aermod PM10 ANUAL			
			Aportes totales PLMB (µg/m³)			
		µg/m³	Esc 3 Operación Con Proyecto	Esc 3 Operación Sin Proyecto	Esc 3 Emisiones del proyecto	Emisiones totales Esc Operación respecto Linea Base
CA1	Patio taller	51,3	3,80	3,82	0,01	51,31
CA2	Portal Américas	76	83,69	83,90	0,21	76,21
CA3	Villa Blanca	57,6	24,90	24,98	0,08	57,68
CA4	Kennedy	42,7	70,94	71,14	0,20	42,90
CA5	Palenque	43	32,25	32,35	0,11	43,11
CA6	Av Boyaca	54,8	57,14	57,30	0,16	54,96
CA7	Avenida 68	35,4	49,36	49,40	0,03	35,43
CA8	Rosario	31,4	32,87	32,93	0,06	31,46
CA9	NQS	42,6	44,01	44,13	0,12	42,72
CA10	Santander	30,8	27,54	29,03	1,49	32,29
CA11	Hospitales	49	86,81	101,98	15,17	64,17
CA12	Calle 10-11	41,1	8,39	15,02	6,63	47,73
CA13	Calle 26	37,3	13,10	24,78	11,69	48,99
CA14	Calle 45	41,3	14,68	17,79	3,11	44,41
CA15	Calle 52	44	22,16	28,14	5,98	49,98
CA16	Calle 63	41,1	9,11	11,56	2,46	43,56
CA17	Calle 72	43,6	8,70	11,05	2,35	45,95
CA18	Calle 76	44,7	2,79	3,59	0,80	45,50
			Escenario modelado sin concetración de fondo, con el trafico del año 2042, asumiendo la reducción del 70% del trafico sobre la Caracas	Escenario modelado sin concetración de fondo, con el trafico del año 2042, asumiendo el 100% del trafico sobre la Caracas	Diferencia entre el escenario con proyecto y sin proyecto (Sin concentración de fondo) esta concetración seria el incremento a la linea base	Sumatoria Linea base + emisiones del proyecto (sin trafico del 2042 y sin fondo)

Fuente: METROBOG, 2018.

De acuerdo con la tabla anterior los aportes del proyecto estimados para el año 2042 respecto a la tendencia del trafico vehícular de la zona, considerando que el cambio significativo se presentaría únicamente sobre la Avenida Caracas por la reducción del 70% de trafico mixto y el 100% de buses a causa de la eliminación del carril mixto, se determina que los aportes en términos de emisión de material particulado PM_{10} presetarian concetraciones entre el 0,80 y 15,17 µg/m³. Obteniéndose mayor aporte en el sector de Hospitales, Calle 10-11, Calle 26 y Calle 52

En Cuanto los aportes de emisiones de PM_{10} 24 horas, se observa que los aportes sobre la Avenida caracas presenta concetraciones entre 1,54 y 28,63 µg/m³, obteniendo el mayor aporte en el sector de Hospitales, Calle 10-11, Calle 26 y Calle 52. Estos aportes se asocian al cambio en el trafico vehícular que se realizará sobre la Av. Caracas de acuerdo con los requerimientos de diseño y constructivos del proyecto.

Tabla 5.2.1-246 Resultado de modealción – Aporte de PM_{10} Escenario Operación 24 HORAS

Receptor		Concentración de fondo 24 HR	Resultados Aermod PM10 24 HR			
			Aportes totales PLMB (µg/m³)			
		µg/m³	Esc 3 Operación Con Proyecto	Esc 3 Operación Sin Proyecto	Esc 3 Emisiones del proyecto	Emisiones totales Esc Operación respecto Linea Base
CA1	Patio taller	51,30	9,76	9,78	0,03	51,33
CA2	Portal Américas	76,00	152,60	152,65	0,04	76,04
CA3	Villa Blanca	57,60	46,42	46,48	0,05	57,65
CA4	Kennedy	42,70	131,64	131,68	0,03	42,73
CA5	Palenque	43,00	61,10	61,12	0,02	43,02
CA6	Av Boyaca	54,80	106,07	106,10	0,03	54,83
CA7	Avenida 68	35,40	89,36	88,90	0,46	35,86
CA8	Rosario	31,40	60,03	60,08	0,05	31,45
CA9	NQS	42,60	81,34	81,38	0,04	42,64
CA10	Santander	30,80	52,79	55,82	3,03	33,83
CA11	Hospitales	49,00	160,25	188,88	28,63	77,63
CA12	Calle 10-11	41,10	23,67	37,64	13,97	55,07
CA13	Calle 26	37,30	26,41	49,22	22,81	60,11
CA14	Calle 45	41,30	27,04	32,72	5,67	46,97
CA15	Calle 52	44,00	40,86	51,75	10,89	54,89
CA16	Calle 63	41,10	16,90	21,42	4,51	45,61
CA17	Calle 72	43,60	16,19	20,52	4,33	47,93
CA18	Calle 76	44,70	5,49	7,03	1,54	46,24

Receptor	Concentración de fondo 24 HR	Resultados Aermod PM10 24 HR			
		Aportes totales PLMB (µg/m³)			
	µg/m³	Esc 3 Operación Con Proyecto	Esc 3 Operación Sin Proyecto	Esc 3 Emisiones del proyecto	Emisiones totales Esc Operación respecto Linea Base
		Escenario modelado sin concetración de fondo, con el trafico del año 2042, asumiendo la reducción del 70% del trafico sobre la Caracas	Escenario modelado sin concetración de fondo, con el trafico del año 2042, asumiendo el 100% del trafico sobre la Caracas	Diferencia entre el escenario con proyecto y sin proyecto (Sin concentración de fondo) esta concetración seria el incremento a la linea base	Sumatoria Linea base + emisiones del proyecto (sin trafico del 2042 y sin fondo)

Fuente: METROBOG, 2018.

5.2.1.20.9.18 Conclusiones

- En todos los escenarios simulados los valores de concentración predichos sobre los receptores discretos mediante el modelo de dispersión de las actividades que tendrían lugar en el proyecto, muestran el cumplimiento de las normas de calidad del aire establecidas para dióxido de nitrógeno (NO_2), dióxido de azufre (SO_2) y monóxido de carbono (CO) en los diferentes periodos de exposición aplicables; la información de mediciones de calidad del aire permitió considerar concentraciones anuales de fondo (indicativo) para los contaminantes PM_{10}, $PM_{2.5}$, NO_2, SO_2 y CO.

- Las emisiones de material particulado (PM_{10} y $PM_{2.5}$), en los escenarios de Operación y Construcción presentaron excedencias del estándar normativo Anual y 24 Horas en las estaciones Portal Américas, Kennedy, Av. Boyacá y Hospitales, los incrementos obtuvieron equivalencias entre el 14% y 74%.

- De acuerdo con los resultados obtenidos, las concentraciones máximas simuladas en el Escenario Línea Base respecto a las concentraciones obtenidas en la campaña de monitoreo para un tiempo de exposición igual a 24 horas representan una desviación menor e igual al 22% para PM_{10}, 58% para $PM_{2,5}$, por lo cual representa confiabilidad entre el 50 – 78%.

- Las emisiones de gases en la línea base obtienen las mayores concentraciones en los sectores NQS, Santander y Hospitales mientras que el aporte de la modelación con respecto a calidad del aire es diferente para cada contaminante, en el caso de NO_2 el mayor aporte se da en Santander con 26,8%, para el SO_2 en Hospitales con 2,66%, el CO presenta un 94,2% en la estación Avenida 68 y por último el VOC no es posible comparar con la calidad del aire debido a que está expresada como BTX.

- El escenario 3 (operación) presenta los resultados de modelación en donde los aportes más altos se presenta en la estación NQS para material particulado, gases (NO_2, SO_2 y VOC) en la estación Hospitales y CO en Santander.

- Las emisiones atmosféricas obtenidas en los modelos de los tres escenarios se atribuyen principalmente a fuentes externas, es decir al tráfico vehicular en la zona de estudio.

- Para los gases (NO_2 y SO_2) los resultados con la inclusión de concentración de fondo no presentan excedencias en las normas establecidas en la resolución 610 del 2010.

- Las emisiones de material particulado y gases generados por el tráfico vehicular y las actividades del proyecto tienen mayor influencia sobre las estaciones Kennedy, Avenida 68, Hospitales y Calle 52.

- Se recomienda en la etapa de construcción del proyecto continuar con un segundo modelo de dispersión y una campaña de monitoreo de calidad del aire; esto permitirá verificar la calidad del aire y la implementación de las medidas de control y mitigación de emisiones atmosféricas durante la etapa constructiva, como el cumplimiento normativo.

5.2.1.21 Ruido

Con el fin de realizar un diagnóstico actual de las condiciones de ruido ambiental para el área de influencia del proyecto Estructuración Técnica de la Primera Línea del Metro de Bogotá (PLMB). Por medio del laboratorio K2 INGENIERIA S.A.S., acreditado ante el IDEAM, se realizó una campaña de monitoreo de ruido ambiental en horario diurno y nocturno para un día ordinario y un día dominical en 18 puntos de monitoreo seleccionados, las mediciones se llevaron a cabo entre 13 y 19 de agosto del año 2017. Entre las acciones específicas a desarrollar se encontraron:

- ✓ Identificar las fuentes de emisión de ruido y puntos de monitoreo, que sean significativos a lo largo del trazado del proyecto.

- ✓ Realizar a través de un laboratorio certificado la cuantificación de los niveles de ruido ambiental en decibeles (dBA) que se presentan en el área de influencia del proyecto.

- ✓ Realizar la comparación de los resultados obtenidos con la normatividad colombiana, la Resolución 627 de 2006 del antiguo MAVDT ahora MADS.

5.2.1.21.1 Criterios de selección de los puntos de muestreo

El criterio técnico tomado para la ubicación de los puntos de muestreo obedece a la identificación de las áreas sensibles (áreas habitadas) y la clasificación de los usos del suelo para la PLMB. Cabe anotar, que la determinación de los mismos tiene en cuenta los límites permisibles por la Resolución 627 del 2006 donde se establece los niveles máximos y mínimos de emisiones de ruido ambiental en horario día y noche para el territorio nacional.

La Figura 5.2.1-336 identifica los sectores de acuerdo a los niveles de ruido definidos en la Resolución 627 de 2006.

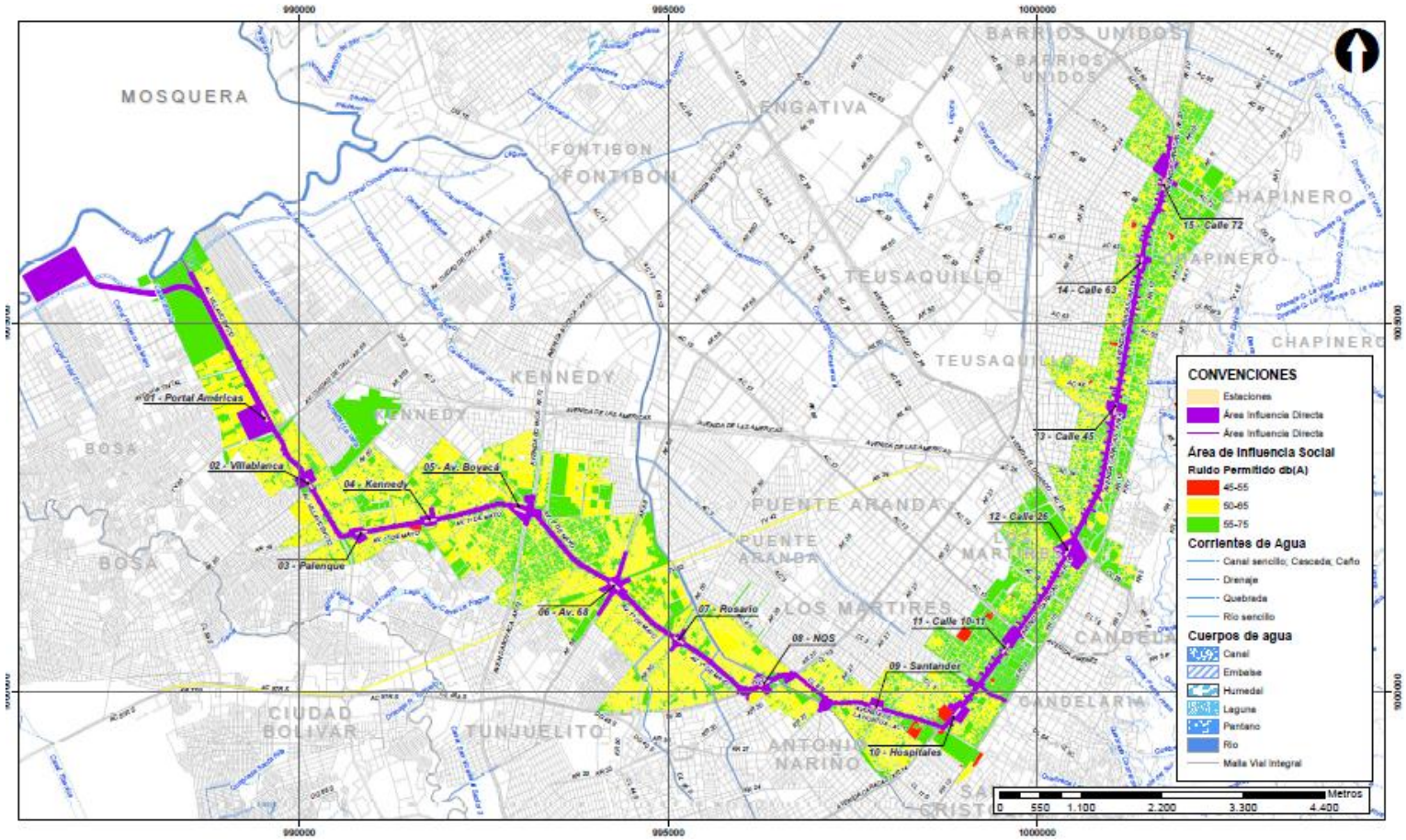


Figura 5.2.1-336 Sectores por nivel de presión sonora permitido – Trazado PLMB

En total se eligieron 18 puntos de monitoreo los cuales se distribuyeron a lo largo del trazado teniendo en cuenta los grupos de receptores anteriormente identificados, a continuación se presenta la descripción de cada uno de los puntos identificados.

Como se describe en el 5.2.1.19.1, En el área se identificaron dos sectores de mayor sensibilidad (Sector A. Tranquilidad y Silencio), correspondientes a la zona adyacente a la estación Hospitales y Keneddy, por la presencia de centros de atención a la salud especializada.

5.2.1.21.2 Puntos de Monitoreo

La Tabla 5.2.1-247 describe cada uno de los puntos definidos para el monitoreo de ruido ambiental, ubicados y puestos en operación, especificando su georeferenciación en coordenadas planas MAGNA Colombia Bogotá , un registro fotográfico, descripción de la ubicación y equipos utilizados:

Tabla 5.2.1-247 Descripción técnica de las estaciones de monitoreo de ruido ambiental

Punto No. 1:	**Nombre:**	**Patio-Taller**	
	Ubicación:	Punto ubicado en el sector Corzo, cerca de la entrada de la finca Cañaveralejo	
	Coordenadas: Magna Sirgas Origen Bogotá:	X = 986516,59	Y = 1005372,91
	Sector uso de Suelo según Resolución 627/2006:	Sector D. Zona Suburbana o Rural de Tranquilidad y Ruido Moderado	
	Subsector uso de Suelo según Resolución 627/2006:	Residencial suburbana.	
	Equipo:	FUSION 01 dB # SERIAL: 10428 CALIBRADOR # SERIAL: 34344468	
	Estándar Permisible:	Día: 55	Noche: 45
Punto No. 2:	**Nombre:**	**Portal Las Américas**	
	Ubicación:	Punto ubicado en un lavadero de carros en la dirección calle 43 sur con carrera 86ª.	
	Coordenadas Magna Sirgas Origen Bogotá:	X = 989635,47	Y = 1003636,92
	Sector uso de Suelo según Resolución 627/2006:	Sector C. Ruido Intermedio Restringido	
	Subsector uso de Suelo según Resolución 627/2006:	Zonas con usos permitidos comerciales, como centros comerciales, almacenes, locales o instalaciones de tipo comercial, talleres de mecánica automotriz e industrial, centro deportivos y recreativos, gimnasios, restaurantes, bares, tabernas, discotecas, bingos, casinos.	

	Equipo:	FUSION 01 dB # SERIAL: 10428 CALIBRADOR # SERIAL: 34344468	
	Estándar Permisible:	Día: 70	Noche: 55

Punto No. 3:	**Nombre:**	**Villa Blanca**	
	Ubicación:	Punto ubicado en la esquina izquierda de la carrera 80 con 43 sur.	
	Coordenadas Magna Sirgas Origen Bogotá::	X = 990066,89	Y = 1002884,3
	Sector uso de Suelo según Resolución 627/2006:	Sector C. Ruido Intermedio Restringido	
	Subsector uso de Suelo según Resolución 627/2006:	Zonas con usos permitidos comerciales, como centros comerciales, almacenes, locales o instalaciones de tipo comercial, talleres de mecánica automotriz e industrial, centro deportivos y recreativos, gimnasios, restaurantes, bares, tabernas, discotecas, bingos, casinos.	
	Equipo:	FUSION 01 dB # SERIAL: 10428 CALIBRADOR # SERIAL: 34344468	
	Estándar Permisible:	Día: 70	Noche: 55
Punto No. 4:	**Nombre:**	**Kennedy**	
	Ubicación:	Punto ubicado en la esquina del parque con dirección transversal 78h sur con calle 41^{b} sur.	
	Coordenadas Magna Sirgas Origen Bogotá::	X = 991127,1	Y = 1002285,19
	Sector uso de Suelo según Resolución 627/2006:	Sector B. Tranquilidad y Ruido Moderado	
	Subsector uso de Suelo según Resolución 627/2006:	Zonas residenciales o exclusivamente destinadas para desarrollo habitacional, hotelería y hospedajes.	
	Equipo:	FUSION 01 dB # SERIAL: 10428 CALIBRADOR # SERIAL: 34344468	
	Estándar Permisible:	Día: 65	Noche: 50

Punto No. 5:	**Nombre:**	**Palenque**	
	Ubicación:	Punto ubicado en la plazoleta de un parque con dirección calla 39ª sur con calle 73ᶜ.	
	Coordenadas Magna Sirgas Origen Bogotá::	X = 991826,76	Y = 1002214,46
	Sector uso de Suelo según Resolución 627/2006:	Sector B. Tranquilidad y Ruido Moderado	
	Subsector uso de Suelo según Resolución 627/2006:	Parques en zonas urbanas diferentes a los parques mecánicos al aire libre.	
	Equipo:	FUSION 01 dB # SERIAL: 10428 CALIBRADOR # SERIAL: 34344468	
	Estándar Permisible:	Día: 65	Noche: 50
Punto No. 6:	**Nombre:**	**Avenida Boyacá**	
	Ubicación:	Punto ubicado en la zona verde que se encuentra en la calle 6 sur con carrera 72ª.	
	Coordenadas Magna Sirgas Origen Bogotá::	X = 993028,87	Y = 1002579,88
	Sector uso de Suelo según Resolución 627/2006:	Sector B. Tranquilidad y Ruido Moderado	
	Subsector uso de Suelo según Resolución 627/2006:	Parques en zonas urbanas diferentes a los parques mecánicos al aire libre.	
	Equipo:	FUSION 01 dB # SERIAL: 10428 CALIBRADOR # SERIAL: 34344468	
	Estándar Permisible:	Día: 65	Noche: 50

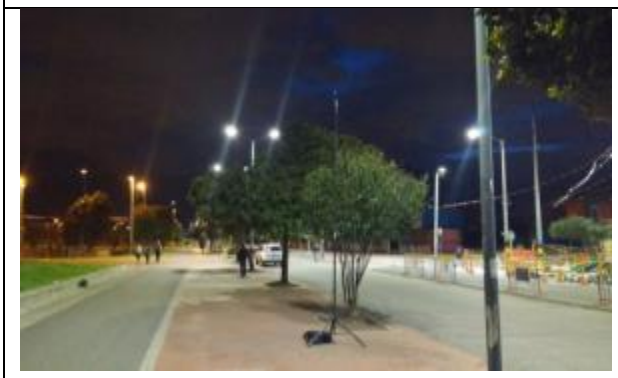
Punto No. 7:	**Nombre:**	**Avenida 68**	
	Ubicación:	Punto ubicado en esquina calle 27 con carrera 54.	
	Coordenadas Magna Sirgas Origen Bogotá::	X = 994326,4	Y = 1001311,16
	Sector uso de Suelo según Resolución 627/2006:	Sector B. Tranquilidad y Ruido Moderado	
	Subsector uso de Suelo según Resolución 627/2006:	Zonas residenciales o exclusivamente destinadas para desarrollo habitacional, hotelería y hospedajes.	
	Equipo:	FUSION 01 dB # SERIAL: 11377-10428 CALIBRADOR # SERIAL: 34375238 FUSION 01 dB # SERIAL: 10428 CALIBRADOR # SERIAL: 34344468	
	Estándar Permisible:	Día: 65	Noche: 50

Punto No. 8:	**Nombre:**	**Rosario**	
	Ubicación:	Punto ubicado en calle 29 sur con carrera 50^b esquina.	
	Coordenadas Magna Sirgas Origen Bogotá::	X = 994992,13	Y = 1000690,63
	Sector uso de Suelo según Resolución 627/2006:	Sector B. Tranquilidad y Ruido Moderado	
	Subsector uso de Suelo según Resolución 627/2006:	Zonas residenciales o exclusivamente destinadas para desarrollo habitacional, hotelería y hospedajes.	
	Equipo:	FUSION 01 dB # SERIAL: 11377 CALIBRADOR # SERIAL: 34375238 FUSION 01 dB # SERIAL: 10428 CALIBRADOR # SERIAL: 34344468	
	Estándar Permisible:	Día: 65	Noche: 50

Punto No. 9:	**Nombre:**	**NQS**	
	Ubicación:	Punto ubicado en esquina calle 18 sur con carrera 34c.	
	Coordenadas Magna Sirgas Origen Bogotá::	X = 996040,09	Y = 1000097,73
	Sector uso de Suelo según Resolución 627/2006:	Sector B. Tranquilidad y Ruido Moderado	
	Subsector uso de Suelo según Resolución 627/2006:	Zonas residenciales o exclusivamente destinadas para desarrollo habitacional, hotelería y hospedajes.	
	Equipo:	FUSION 01 dB # SERIAL: 11377 CALIBRADOR # SERIAL: 34375238 FUSION 01 dB # SERIAL: 10428 CALIBRADOR # SERIAL: 34344468	
	Estándar Permisible:	Día: 65	Noche: 50

Punto No. 10:	**Nombre:**	**Santander**	
	Ubicación:	Punto ubicado en carrera 99 con 3ª sur.	
	Coordenadas Magna Sirgas Origen Bogotá::	X = 1002454,43	Y = 999553,98
	Sector uso de Suelo según Resolución 627/2006:	Sector B. Tranquilidad y Ruido Moderado	
	Subsector uso de Suelo según Resolución 627/2006:	Zonas residenciales o exclusivamente destinadas para desarrollo habitacional, hotelería y hospedajes.	
	Equipo:	FUSION 01 dB # SERIAL: 10431 CALIBRADOR # SERIAL: 34744575 FUSION 01 dB # SERIAL: 11377 CALIBRADOR # SERIAL: 34375238	
	Estándar Permisible:	Día: 65	Noche: 50

Punto No. 11:	Nombre:	Hospitales	
	Ubicación:	Punto ubicado frente a estación de servicio con dirección avenida 14 con calle 2, Diagonal a hospital la Misericordia.	
	Coordenadas Magna Sirgas Origen Bogotá::	X = 998915,89	Y = 999704,46
	Sector uso de Suelo según Resolución 627/2006:	Sector C. Ruido Intermedio Restringido	
	Subsector uso de Suelo según Resolución 627/2006:	Zonas con usos permitidos comerciales, como centros comerciales, almacenes, locales o instalaciones de tipo comercial, talleres de mecánica automotriz e industrial, centro deportivos y recreativos, gimnasios, restaurantes, bares, tabernas, discotecas, bingos, casinos.	
	Equipo:	FUSION 01 dB # SERIAL: 10431 CALIBRADOR # SERIAL: 34744575 FUSION 01 dB # SERIAL: 11377 CALIBRADOR # SERIAL: 34375238	
	Estándar Permisible:	Día: 70	Noche: 55

Punto No. 12:	Nombre:	Calle 10-11	
	Ubicación:	Punto ubicado frente al parqueadero del centro comercial el GranSan	
	Coordenadas Magna Sirgas Origen Bogotá::	X = 990498,08	Y = 1000248,72
	Sector uso de Suelo según Resolución 627/2006:	Sector C. Ruido Intermedio Restringido	
	Subsector uso de Suelo según Resolución 627/2006:	Zonas con usos permitidos comerciales, como centros comerciales, almacenes, locales o instalaciones de tipo comercial, talleres de mecánica automotriz e industrial, centro deportivos y recreativos, gimnasios, restaurantes, bares, tabernas, discotecas, bingos, casinos.	
	Equipo:	FUSION 01 dB # SERIAL: 11377 CALIBRADOR # SERIAL: 34375238 FUSION 01 dB # SERIAL: 10428 CALIBRADOR # SERIAL: 34344468	
	Estándar Permisible:	Día: 70	Noche: 55

Punto No. 13:	**Nombre:**	**Calle 26**	
	Ubicación:	Punto ubicado en dirección calle 24ª #13-94, sector Universidad Inca.	
	Coordenadas Magna Sirgas Origen Bogotá::	X = 1000494,04	y = 1001771,72
	Sector uso de Suelo según Resolución 627/2006:	Sector B. Tranquilidad y Ruido Moderado	
	Subsector uso de Suelo según Resolución 627/2006:	Universidades, colegios, escuelas, centros de estudio e investigación.	
	Equipo:	FUSION 01 dB # SERIAL: 11377 CALIBRADOR # SERIAL: 34375238 FUSION 01 dB # SERIAL: 10428 CALIBRADOR # SERIAL: 34344468 FUSION 01 dB # SERIAL: 10431 CALIBRADOR # SERIAL: 34744575	
	Estándar Permisible:	Día: 65	Noche: 50

Punto No. 14:	**Nombre:**	**Calle 45**	
	Ubicación:	Punto ubicado en la entrada de la Universidad Católica Avenida Caracas #46-72 sede 3.	
	Coordenadas Magna Sirgas Origen Bogotá::	X = 1001147,44	y = 1004195,3
	Sector uso de Suelo según Resolución 627/2006:	Sector B. Tranquilidad y Ruido Moderado	
	Subsector uso de Suelo según Resolución 627/2006:	Universidades, colegios, escuelas, centros de estudio e investigación.	
	Equipo:	FUSION 01 dB # SERIAL: 11377 CALIBRADOR # SERIAL: 34375238 FUSION 01 dB # SERIAL: 10428 CALIBRADOR # SERIAL: 34344468 FUSION 01 dB # SERIAL: 10431 CALIBRADOR # SERIAL: 34744575	
	Estándar Permisible:	Día: 65	Noche: 50

Punto No. 15:	**Nombre:**	**Calle 52**	
	Ubicación:	Punto ubicado en la entrada vehicular de la secretaria de ambiente.	
	Coordenadas Magna Sirgas Origen Bogotá::	X = 1001289,21	Y = 1005089,17
	Sector uso de Suelo según Resolución 627/2006:	Sector C. Ruido Intermedio Restringido	
	Subsector uso de Suelo según Resolución 627/2006:	Sector C. Zonas con usos institucionales.	
	Equipo:	FUSION 01 dB # SERIAL: 11377 CALIBRADOR # SERIAL: 34375238 FUSION 01 dB # SERIAL: 10428 CALIBRADOR # SERIAL: 34344468	
	Estándar Permisible:	Día: 65	Noche: 50

Punto No. 16:	**Nombre:**	**Calle 63**	
	Ubicación:	Punto ubicado en la entrada fundación Universitaria los Libertadores, sede Bolívar.	
	Coordenadas Magna Sirgas Origen Bogotá::	X = 1001233,71	y = 1006127,41
	Sector uso de Suelo según Resolución 627/2006:	Sector B. Tranquilidad y Ruido Moderado	
	Subsector uso de Suelo según Resolución 627/2006:	Universidades, colegios, escuelas, centros de estudio e investigación.	
	Equipo:	FUSION 01 dB # SERIAL: 11377 CALIBRADOR # SERIAL: 34375238 FUSION 01 dB # SERIAL: 10428 CALIBRADOR # SERIAL: 34344468	
	Estándar Permisible:	Día: 65	Noche: 50

Punto No. 17:	**Nombre:**	**Calle 72**	
	Ubicación:	Punto ubicado en cra. 15 #68-94 en frente del parqueadero	
	Coordenadas Magna Sirgas Origen Bogotá::	X = 1001483,35	Y = 1006674,18
	Sector uso de Suelo según Resolución 627/2006:	Sector C. Ruido Intermedio Restringido	
	Subsector uso de Suelo según Resolución 627/2006:	Zonas con usos permitidos comerciales, como centros comerciales, almacenes, locales o instalaciones de tipo comercial, talleres de mecánica automotriz e industrial, centro deportivos y recreativos, gimnasios, restaurantes, bares, tabernas, discotecas, bingos, casinos.	
	Equipo:	FUSION 01 dB # SERIAL: 11377 CALIBRADOR # SERIAL: 34375238 FUSION 01 dB # SERIAL: 10428 CALIBRADOR # SERIAL: 34344468	
	Estándar Permisible:	Día: 70	Noche: 55

Punto No. 18:	**Nombre:**	**Calle 76**	
	Ubicación:	Punto ubicado en entrada del centro de alta tecnología Puerta 2, calle 77 con carrera 15.	
	Coordenadas Magna Sirgas Origen Bogotá::	X = 1002093,58	Y = 1007491,27
	Sector uso de Suelo según Resolución 627/2006:	Sector C. Ruido Intermedio Restringido	
	Subsector uso de Suelo según Resolución 627/2006:	Zonas con usos permitidos comerciales, como centros comerciales, almacenes, locales o instalaciones de tipo comercial, talleres de mecánica automotriz e industrial, centro deportivos y recreativos, gimnasios, restaurantes, bares, tabernas, discotecas, bingos, casinos.	
	Equipo:	FUSION 01 dB # SERIAL: 11377 CALIBRADOR # SERIAL: 34375238 FUSION 01 dB # SERIAL: 10428 CALIBRADOR # SERIAL: 34344468	
	Estándar Permisible:	Día: 70	Noche: 55

De acuerdo con el procedimiento de medición establecido en la Resolución 627 del 2006 Anexo 3 Capítulo II, el sonómetro se ubicó a cuatro metros de altura (4 m) medidos desde el suelo, con distancias equidistantes entre las barreras u obstáculos o a los límites del espacio público.

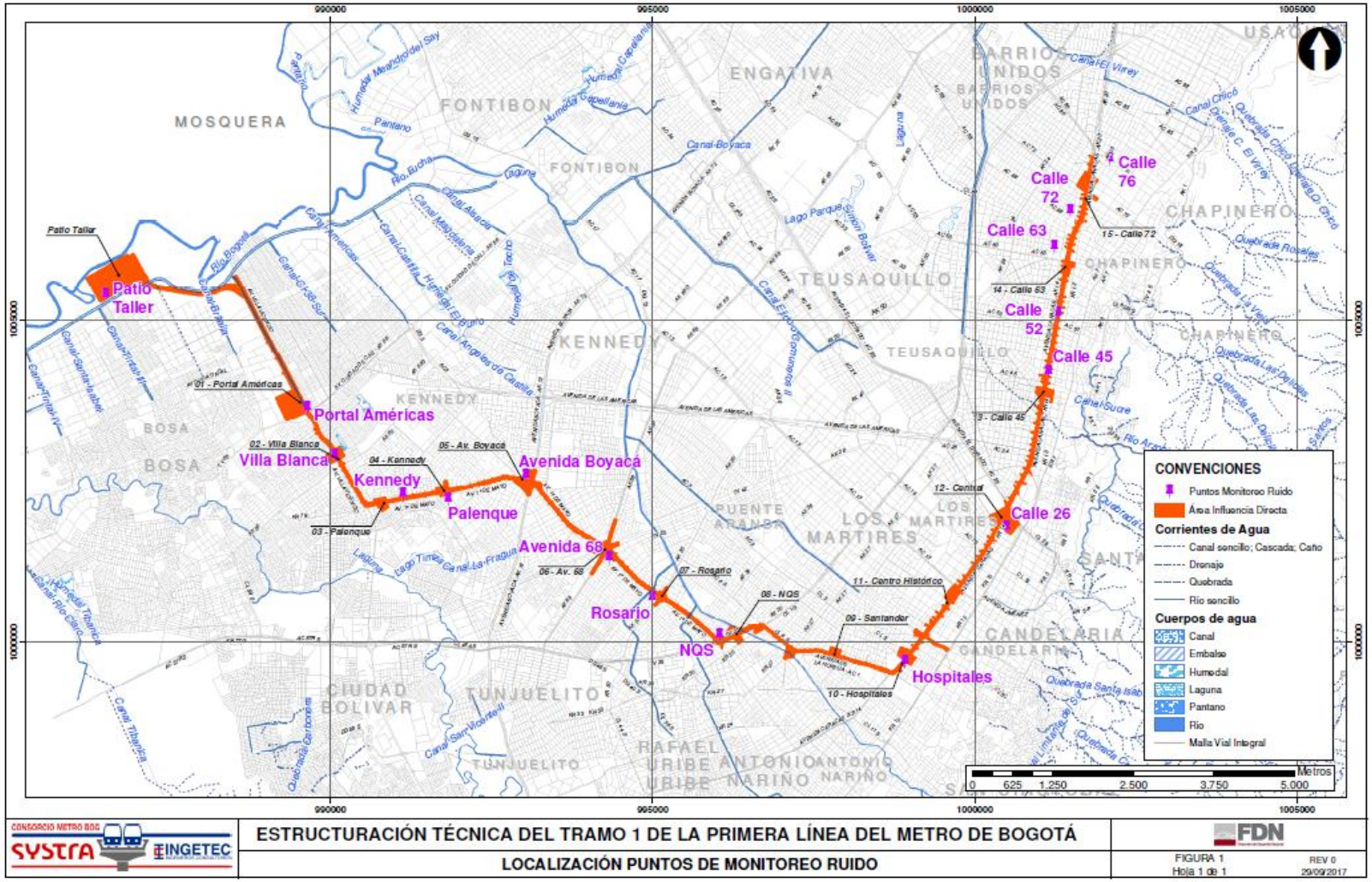


Figura 5.2.1-337 Puntos de Monitoreo de Ruido Ambiental

5.2.1.21.3 Metodología de muestreo

La metodología para el desarrollo de los muestreos de Ruido Ambiental, contiene el protocolo, los parámetros y procedimientos aplicados, Ver Anexo 5.2.1.4 Ruido Ambiental.

Trabajo de campo

La metodología contemplada en la norma UNE-ISO 1996, está aprobada en el inciso b del capítulo II de la resolución 0627 de 2006: “Las medidas de niveles de ruido ambiental con ponderación A, se efectúan teniendo en consideración la norma ISO 1996 o aquella norma que la adicione, modifique o sustituya”. De igual manera en el artículo 1° de la misma norma define: “…Los términos técnicos no definidos expresamente, deberán asumirse de acuerdo con el glosario publicado por la International Standard Organization (ISO), en especial las definiciones contempladas en la ISO 1996”. K2 Ingeniería presentó en noviembre del año 2016 esta metodología para acreditación ante el IDEAM, y recibió el aval con la resolución 1313 del 16 de junio de 2017. En el Anexo 5.2.1.4 Ruido Ambiental, se presenta la acreditación vigente obtenida para mediciones de ruido bajo la resolución 0627 de 2006 (resolución 1695 del 4 de agosto de 2016 producto de la renovación y la respectiva extensión del alcance de la resolución de acreditación).

El muestreo espacial consistió en mediciones de ruido ambiental de 15 minutos de duración, para obtener la información de ruido ambiental del sector asociado a los diferentes tipos de fuentes. Estos registros se tomaron en quince (15) puntos dentro de cada zona de especial atención para un día ordinario y para un día domingo diferenciando los periodos diurno y nocturno de conformidad con la Resolución 0627 de abril de 2006 expedida por el antes Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial (MAVDT) hoy Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible (MADS) y teniendo en cuenta las consideraciones metodológicas de la norma UNE-ISO 1996:2009 (Acústica - Descripción, medición y evaluación del ruido ambiental Parte 2: Determinación de los niveles de Ruido Ambiental). Para las fuentes con predominancia nocturna los fines de semana, las mediciones del día ordinario se realizaron entre jueves, viernes y sábado entre las 21:01 horas y las 2:00 horas como periodos de máxima emisión.

En todos los casos el micrófono del sonómetro se ubicó a cuatro (4) metros en dirección vertical (micrófono omnidireccional) teniendo en cuenta la norma UNE-ISO 1996-1:2005. Las mediciones de ruido ambiental fueron ejecutadas por dos equipos de trabajo (cada uno conformado por dos técnicos) bajo la supervisión de un consultor, estos se distribuyeron las actividades en horarios diurno (de 7:01 a las 21:00 horas) y nocturno (de 21:01 a las 7:00 horas).

Antes de cada medición, el sonómetro se verificó con su respectivo calibrador acústico, de igual manera, se procuró un mínimo número de personas alrededor del sonómetro, siendo como mínima la presencia del operador del equipo. Las lecturas fueron tomadas con el filtro de ponderación de frecuencia A y respuesta lenta (Slow), a fin de cuantificar los niveles equivalentes de presión sonora, y filtro frecuencial 1/3 de octavas, paralelamente el sonómetro también realizó la medición con respuesta Impulse.

En el Anexo 5.2.1.4 Ruido Ambiental se presenta el informe desarrollado por K2 INGENIERÍA S.A.S, que incluye la descripción de los equipos utilizados durante las mediciones, formatos de campo de monitoreo de ruido ambiental en los cuales se registra la hora de las verificaciones realizadas antes y después de cada jornada de medición.

Inventario de fuentes

Para la realización del inventario de fuentes se realizó un recorrido por el área de influencia del proyecto cubriendo el periodo diurno y nocturno, se utilizó una hoja de campo registrando la información para cada fuente en el siguiente orden:

- Consecutivo
- Código de la fuente
- Tipo de fuente
- Nombre
- Dirección
- Coordenadas (Latitud, longitud y altura)
- Descripción
- Horario de operación.

En el Anexo 5.2.1.4 Ruido Ambiental/Informe Monitoreo, Formatos de campo, se presentan las hojas diligenciadas por los técnicos del laboratorio. Junto a las hojas de campo se utilizó un plano (mapa impreso) con la delimitación de la línea Base del proyecto Metro de Bogotá (PLMB), en el plano de ubicaron los puntos de ruido ambiental los cuales fueron las áreas identificadas como receptores sensibles, así, con el mayor detalle, los técnicos del laboratorio K2 INGENIERÍA S.A.S. posicionaron en el plano cada fuente fija de emisión con el mismo consecutivo y código registrados en la hoja de campo.

Posteriormente, se realizó un recorrido en la zona distribuido en 5 grupos de trabajo en diferentes periodos de tiempo para verificar el comportamiento sonoro de cada sector, evaluando las diferentes fuentes de ruido activas y en operación diurna, nocturna, y mixta, categorizando cada tipo de fuente en busca de un mayor nivel de detalle con el objeto de poder enfocar las mediciones de ruido ambiental y de emisión hacia los tipos de fuente con mayor predominancia en cada zona.

Tabla 5.2.1-248 Codificación de fuentes de ruido

Categoría de Fuente	Impacto	Tipo de Fuente	Código
Actividad Comercial	Bajo	Tiendas	1
	Bajo	Supermercados	2
	Alto	Discotecas/Bares/Tabernas	3
	Alto	Perifoneo	4
	Alto	Amplificación de sonido	5
	Alto	Muestras artísticas en espacio público	8
Actividad Industrial	Alto	Fábrica	9
	Alto	Planta de Producción	10
	Alto	Carpinterías	11
	Alto	Taller	12
Actividad de Servicios	Bajo	Hospitales	13
	Alto	Alarmas	14
	Bajo	Colegios	15

Categoría de Fuente	Impacto	Tipo de Fuente	Código
	Bajo	Universidades	16
	Alto	Iglesias	17
	Alto	Estadios	18
	Bajo	Coliseos	19
	Alto	Salas de Culto	20
	Alto	Lavaderos	21
	Alto	Obras en construcción	22
	Alto	Trabajos de carga/descarga	23
	Alto	Conciertos	24
	Alto	Carnavales/Desfiles	25
	Bajo	Teatros	26
	Alto	Estaciones de servicio	27
	Alto	Motobombas	28
	Alto	Plantas eléctricas	29
	Bajo	Complejos deportivos	6
	Bajo	Parques	7
	Bajo	Parqueaderos	30

Fuente: K2 Ingeniería S.A.S., 2017.

Procedimiento de Cálculo

Para el cálculo de los niveles de presión sonora corregidos que se registran en las mediciones, se desarrolla la metodología de ajustes por tonos e impulsos establecidos en la Res. 627 de 2006, teniendo en consideración la metodología de la Norma Internacional UNE-ISO 1996-1:2005, ver Anexo 5.2.1.4 Ruido Ambiental / Informe Monitoreo. Formatos de cálculo.

Respecto a los ajustes, las mediciones se corrigieron por tono (K_T) y por impulso (K_I). Se debe resaltar que los niveles corregidos de presión sonora, corresponden a los valores objeto de comparación con los estándares máximos permisibles de ruido ambiental y emisión de ruido como se establece en el Artículo 6 “ajustes” parágrafo segundo de la Resolución 627 de 2006.

Se seleccionó el mayor valor de K entre K_I, K_T, K_S, y K_R:

Ecuación 3

$$L_{R\,A(X),T} = L_{A(X),T} + (K_I, K_T, K_S, K_R)$$

Dónde:

KI es un ajuste por impulsos (dBA(A))

KT es un ajuste por tono y contenido de información (dBA(A))

KR es un ajuste por la hora del día (dBA(A))

KS es un ajuste (positivo o negativo) para ciertas fuentes y situaciones, por ejemplo bajas frecuencias (dBA(A))

(X) corresponde a LAeq resultante de la medición para este estudio

El nivel de presión sonora continuo equivalente ponderado A, solo se corrige por un solo factor K, el de mayor valor en dBA(A).

5.2.1.21.4 Normatividad Aplicable de Ruido Ambiental

Mediante la Resolución 627 de 2006 expedida por el actual MADS, el Artículo 9 del Capítulo II establece los estándares máximos permisibles de ruido ambiental diferenciados por uso de suelo y horario de medición, ver Tabla 5.2.1-249 y Tabla 5.2.1-250.

Tabla 5.2.1-249 Horarios Establecidos por la Resolución 0627 de 2006

Tipo de Horario	Hora de Inicio	Hora Final
Diurno	7:01 a.m.	9:00 p.m.
Nocturno	9:01 p.m.	7:00 a.m.

Tabla 5.2.1-250 Estándares Máximos Permisibles para Ruido Ambiental

Sector	Subsector	Máximos Permisibles Ruido Ambiental, dBA	
		Día	Noche
Sector A. Tranquilidad y Silencio	Hospitales, bibliotecas, guarderías, sanatorios, hogares geriátricos.	55	45
Sector B. Tranquilidad y Ruido Moderado	Zonas residenciales o exclusivamente destinadas para desarrollo habitacional, hotelería y hospedajes.	65	50
	Universidades, colegios, escuelas, centros de estudio e investigación.		
	Parques en zonas urbanas diferentes a los parques mecánicos al aire libre.		
Sector C. Ruido Intermedio Restringido	Zonas con usos permitidos industriales, como industrias en general, zonas portuarias, parques industriales, zonas francas.	75	70
	Zonas con usos permitidos comerciales, como centros comerciales, almacenes, locales o instalaciones de tipo comercial, talleres de mecánica automotriz e industrial, centros deportivos y recreativos, gimnasios, restaurantes, bares, tabernas, discotecas, bingos, casinos.	70	55
	Zonas con usos permitidos de oficinas.	65	50
	Zonas con usos institucionales.		
	Zonas con otros usos relacionados, como parques mecánicos al aire libre, áreas destinadas a espectáculos públicos al aire libre, vías troncales, autopistas, vías arterias, vías principales.	80	70
Sector D. Zona Suburbana o Rural de Tranquilidad y Ruido Moderado	Residencial suburbana.	55	45
	Rural habitada destinada a explotación agropecuaria.		
	Zonas de Recreación y descanso, como parques naturales y reservas naturales.		

Fuente: Res. 627 del 07 de abril del 2006 del actual MADS

5.2.1.21.5 Resultados

A continuación se presenta la calificación de los sectores y subsectores de cada punto de monitoreo localizados, adicionalmente se presentan los resultados obtenidos en el periodo Diurno y Nocturno para el día ordinario y día dominical.

- Clasificación sectores y subsectores:

Como se mencionó en el numeral 5.2.1.21.4, la Tabla 5.2.1-251 presenta la clasificación asignada para cada uno de los puntos evaluados.

Tabla 5.2.1-251 Clasificación por sectores de cada uno de los puntos de monitoreo

Punto de medición	Zona	Subsector según la resolución 627/2006	Sector según la resolución 627/2006
P1_Patio-Taller	Rural	Residencial suburbana	Sector D. Zona Suburbana o Rural de Tranquilidad y Ruido Moderado
P2_Portal América	Urbano	Zonas con usos permitidos comerciales, como centros comerciales, almacenes, locales o instalaciones de tipo comercial, talleres de mecánica automotriz e industrial, centro deportivos y recreativos, gimnasios, restaurantes, bares, tabernas, discotecas, bingos, casinos.	Sector C. Ruido Intermedio Restringido
P3_Villablanca	Urbano		
P11_Hospitales	Urbano		
P12_Calle10-11	Urbano		
P17_Calle72	Urbano		
P18_Calle76	Urbano		
P15_Calle52	Urbano	Zona con usos institucional	
P4_Kennedy	Urbano	Zonas residenciales o exclusivamente destinadas para desarrollo habitacional, hotelería y hospedajes	Sector B. Tranquilidad y Ruido Moderado
P7_Av. 68	Urbano		
P8_Rosario	Urbano		
P9_NQS	Urbano		
P10_Santander	Urbano		
P5_Palenque	Urbano	Parques en zonas urbanas diferentes a los parques mecánicos al aire libre	
P6_Av. Boyacá	Urbano		
P13_Calle26	Urbano	Universidades, colegios, escuelas, centros de estudio e investigación	
P14_Calle45	Urbano	Universidades, colegios, escuelas, centros de estudio e investigación	
P16_Calle63	Urbano	Universidades, colegios, escuelas, centros de estudio e investigación	

Fuente: K2 Ingeniería S.A.S., 2017.

Respecto a los puntos localizados en las zonas del hospital de Kennedy (Punto P4_Kennedy) y HOMI (P11_Hospitales), se desarrolla una segunda valoración con el nivel de presión sonoro más restrictivo establecido en la Resolución 627 del 2006 como se presenta en la Tabla 5.2.1-252.

Tabla 5.2.1-252 Clasificación sectores de los puntos con mayor sensibilidad

Punto de medición	Zona	Subsector según la resolución 627/2006	Sector según la resolución 627/2006
P4_Kennedy	Urbano	Hospitales, bibliotecas, guardería s, sanatorios, hogares geriátricos.	Sector A. Tranquilidad y Silencio
P11_Hospitales	Urbano		

Resultados mediciones día ordinario

En la Tabla 5.2.1-253 se presentan los resultados corregidos del nivel de presión sonora equivalente ponderado total (LAeq) obtenidos en el día ordinario para cada horario de medición y se compara con los valores máximos establecidos en la Resolución 627 de 2006 para el uso del suelo clasificado.

- Sector B

Tabla 5.2.1-253 Resultados monitoreo de ruido ambiental – Ordinario Sector B

PUNTO	LRAeq Ruido día Corregido Día (dBA)	Valor Permitido Resolución 627-2006 LAeq Día	LRAeq Ruido Corregido Noche (dBA)	Valor Permitido Resolución 627-2006 LAeq Noche
P4_Kennedy	65,6	65	56	50
P5_Palenque	58,2	65	45	50
P6_Av. Boyacá	64,3	65	54,5	50
P7_Av. 68	63,4	65	50,2	50
P8_Rosario	60,9	65	55,7	50
P9_NQS	64,2	65	56	50
P10_Santander	69,4	65	65,9	50
P13_Calle26	69	65	69	50
P14_Calle45	70,8	65	75,6	50
P16_Calle63	72,4	65	52,5	50

Fuente: K2 Ingeniería S.A.S., 2017.

Como se puede observar en la Figura 5.2.1-338 y la Figura 5.2.1-339 Los puntos clasificados como Sector B zonas urbanas, presentan niveles de presión sonora por encima de los estándares permitidos (65 dB en el día y 50 dB en la noche), donde el máximo valor se reporta en el P16_Calle 76 y en la noche el valor más alto se presentó en el P14_Calle 45, en el cual se encuentra influenciado directamente por el flujo vehicular sobre la avenida caracas con 46. No obstante en el punto P5_Palenque se da cumplimiento en la normatividad para los dos periodos.

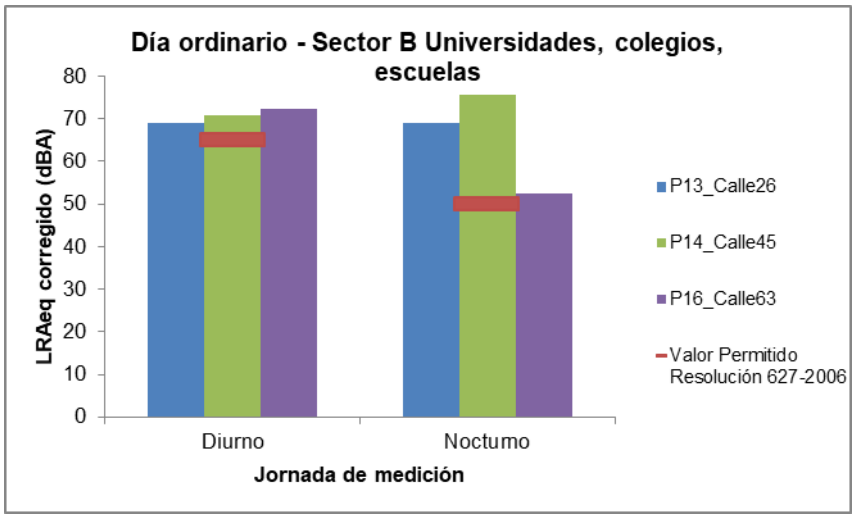


Figura 5.2.1-338 Resultados de niveles sonoros Sector B universidades, colegios, escuelas– Ordinario

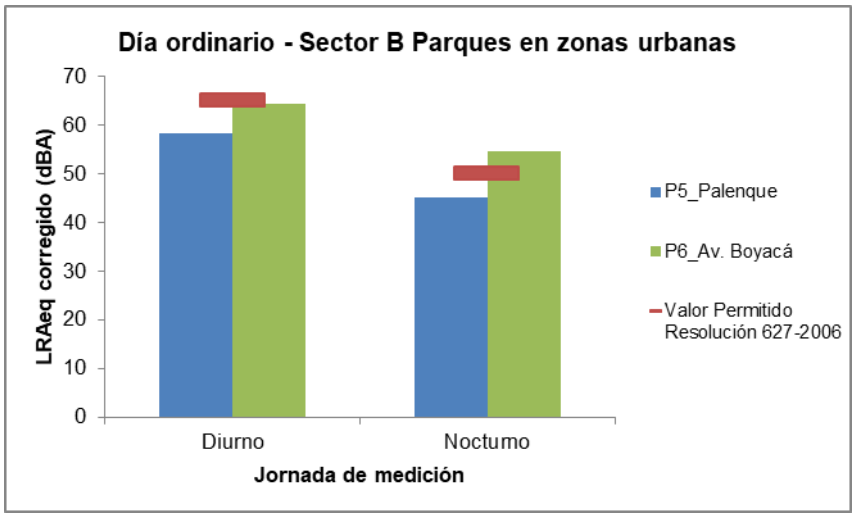


Figura 5.2.1-339 Resultados de niveles sonoros Sector B parques en zonas urbanas – Ordinario

Como se observa en la Figura 5.2.1-340, los puntos clasificados como Sector B zonas residenciales, para el periodo diurno los niveles de presión sonora se encuentra por debajo del límite normativo establecido en la Resolución 267 de 2006, exceptuando el punto P10_Santander el cual registró 69,4 dB(A). En cuanto al periodo nocturno, se observa que los puntos de medición registraron niveles de presión sonora por encima del límite normativo, a excepción del punto P7_Av.68 (50,2dB (A).

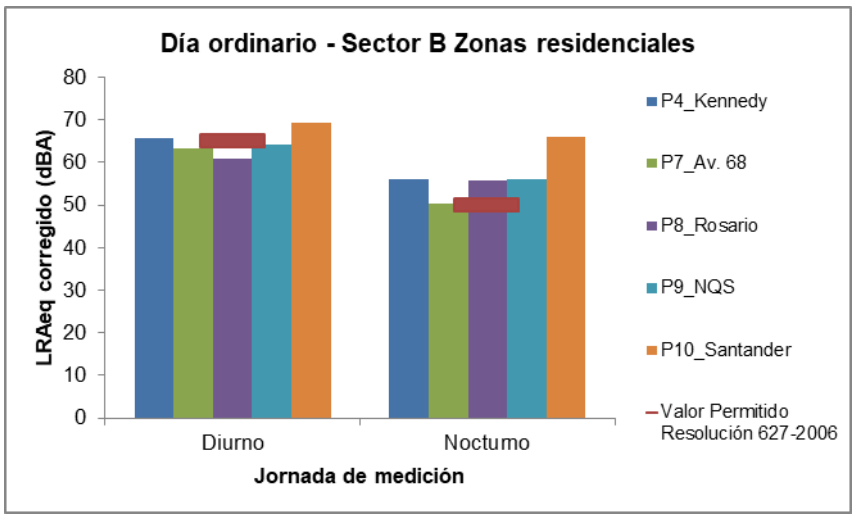


Figura 5.2.1-340 Resultados de niveles sonoros Sector B zonas residenciales – Ordinario

- Sector C

La Tabla 5.2.1-254 presenta los resultados obtenidos del monitoreo de ruido ambiental para los puntos identificados como sector B.

Tabla 5.2.1-254 Resultados monitoreo de ruido ambiental – Ordinario Sector C

Punto	LRAeq Ruido día Corregido Día (dBA)	Valor Permitido Resolución 627-2006 LAeq Día	LRAeq Ruido Corregido Noche (dBA)	Valor Permitido Resolución 627-2006 LAeq Noche
P2_Portal América	71,6	70	73,1	55
P3_Villablanca	68,1	70	66,1	55
P11_Hospitales	76,6	70	71,8	55
P12_Calle10-11	66,7	70	60,3	55
P15_Calle52	73,7	65	68,6	50
P17_Calle72	72	70	50	55
P18_Calle76	75,5	70	66	55

Fuente: K2 Ingeniería S.A.S., 2017.

En la Figura 5.2.1-341 y la Figura 5.2.1-342 se muestra los niveles de presión sonora para horario diurno encontrados en los puntos ubicados en sector C. El nivel más alto se presentó en el P11_Hospitales para el horario diurno encontrándose por encima de los límites máximos permisibles; los puntos P3_Villa Blanca y P11_Calle 10-11, presentaron los niveles más bajos para este horario cumpliendo con la normatividad. Mientras que en el horario nocturno, siendo el límite máximo permisible más restrictivo, se presenta mayor cantidad de excedencias, registrando el menor nivel de presión sonoro en el punto P17_Calle 72 cumpliendo con el límite máximo permisible para horario nocturno. En caso particular del P12_Calle 52, el cual fue clasificado en sector institucional, se evidencia una excedencia con la norma en ambos horarios. Este último punto se encuentra influenciado directamente por el flujo constante de vehículos por la Cra 14 con 54 y tránsito peatonal.

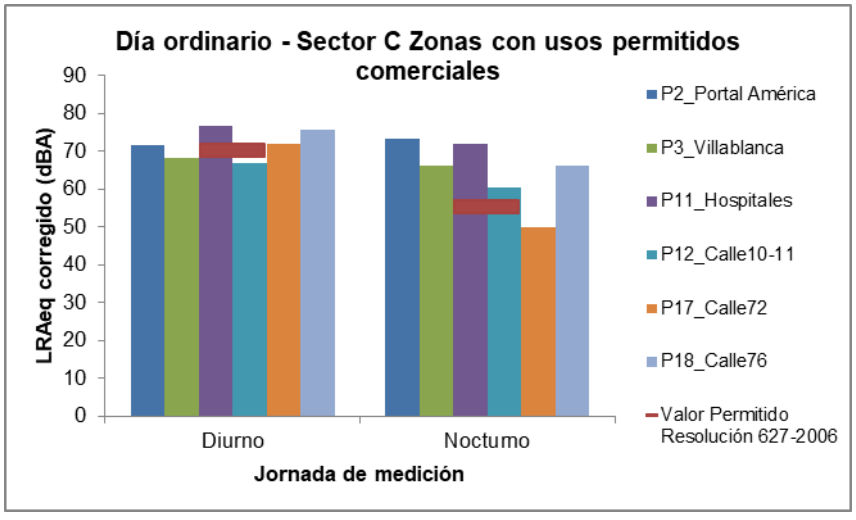


Figura 5.2.1-341 Resultados de niveles sonoros Sector C zona comercial – Ordinario

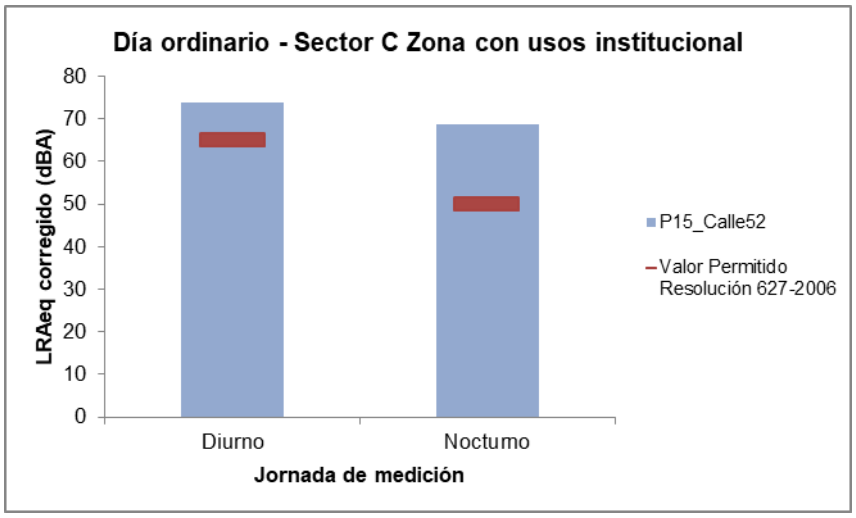


Figura 5.2.1-342 Resultados de niveles sonoros Sector C zona con uso institucional– Ordinario

- Sector D

Tabla 5.2.1-255 Resultados monitoreo de ruido ambiental – Ordinario Sector D

PUNTO	LRAeq Ruido día Corregido Día (dBA)	Valor Permitido Resolución 627-2006 LAeq Día	LRAeq Ruido Corregido Noche (dBA)	Valor Permitido Resolución 627-2006 LAeq Noche
P1_ Patio-Taller	58,2	55	59,1	45

Fuente: K2 Ingeniería S.A.S.

Para el punto P1_Patio-Taller clasificado en el sector D, los niveles de presión sonora exceden los valores permisibles para el horario diurno y nocturno (55 dB y 45 dB para la noche), es de resaltar que esta zona se encuentra influenciada directamente por la presencia de animales de ganado, ver Figura 5.2.1-343.

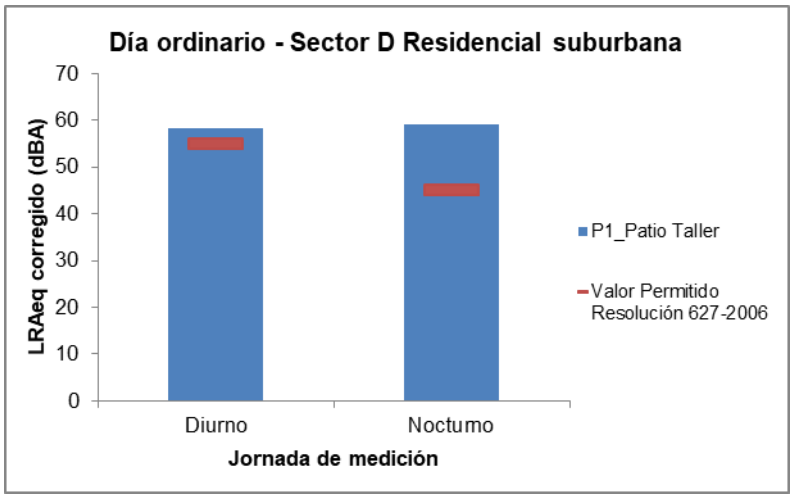


Figura 5.2.1-343 Resultados de niveles sonoros Sector D Residencial suburbano – Ordinario

- Sector A

Teniendo en cuenta que las zonas cercanas a los puntos de medición P4_Kennedy y P_11 Hospitales se encuentran hospitales y centros especializados de atención a la salud, a continuación se presenta el análisis normativo de los valores obtenidos respecto al estándar del sector más restrictivo de la Resolución 627 del 2006. Ver Tabla 5.2.1-256.

Tabla 5.2.1-256 Resultados mediciones de ruido ambiental respecto el Sector A

Punto	LRAeq Ruido día Corregido Día (dBA)	Valor Permitido Resolución 627-2006 LAeq Día	LRAeq Ruido Corregido Noche (dBA)	Valor Permitido Resolución 627-2006 LAeq Noche
P4_Kennedy	65,6	55	56	45
P11_Hospitales	76,6	55	71,8	45

Como se observa en la Figura 5.2.1-344, los niveles de presión sonora obtenidos exceden el limite normativo presentando incrementos entre 19 y 39% para el periodo diurno, y entre el 24 y 59 % en el periodo nocturno.

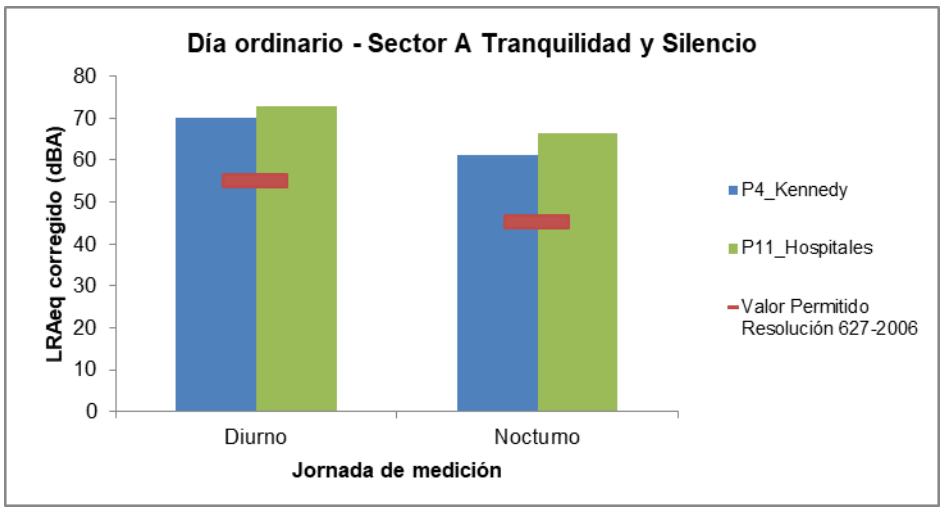


Figura 5.2.1-344 Resultados de niveles sonoros Sector A – Ordinario

Mediciones día dominical

A continuación se presentan los resultados corregidos del nivel de presión sonora equivalente ponderado A total (LAeq) obtenidos en el día dominical para cada horario de medición y se compara con los valores máximos establecidos en la Resolución 627 de 2006 para el uso del suelo clasificado.

- Sector B

A continuación se presentan los resultados obtenidos de las mediciones realizadas en los puntos categorizados como sector B (Tranquilidad y Ruido Moderado).

Tabla 5.2.1-257 Resultados monitoreo de ruido ambiental – Dominical Sector B

Punto	LRAeq Ruido día Corregido Día (dBA)	Valor Permitido Resolución 627-2006 LAeq Día	LRAeq Ruido Corregido Noche (dBA)	Valor Permitido Resolución 627-2006 LAeq Noche
P4_Kennedy	70,2	65	61,3	50
P5_Palenque	58,3	65	43	50
P6_Av. Boyacá	59,2	65	52,8	50
P7_Av. 68	70,4	65	59,6	50
P8_Rosario	69,5	65	55,9	50
P9_NQS	61,6	65	52,7	50
P10_Santander	69	65	68,3	50
P13_Calle26	34,4	65	64,8	50
P14_Calle45	73,4	65	69,3	50
P16_Calle63	63,1	65	50,5	50

En la Figura 5.2.1-345, se observan los niveles de presión sonora registrados en los puntos clasificados como Sector B Parques en zonas urbanas, los cuales, para el periodo diurno registraron valores por debajo el límite normativo establecido mediante la Resolución 627 del 2006 (65 dB(A)). Durante el periodo nocturno el punto P6_Av. Boyacá excede el límite normativo registrando 52,8 dB(A).

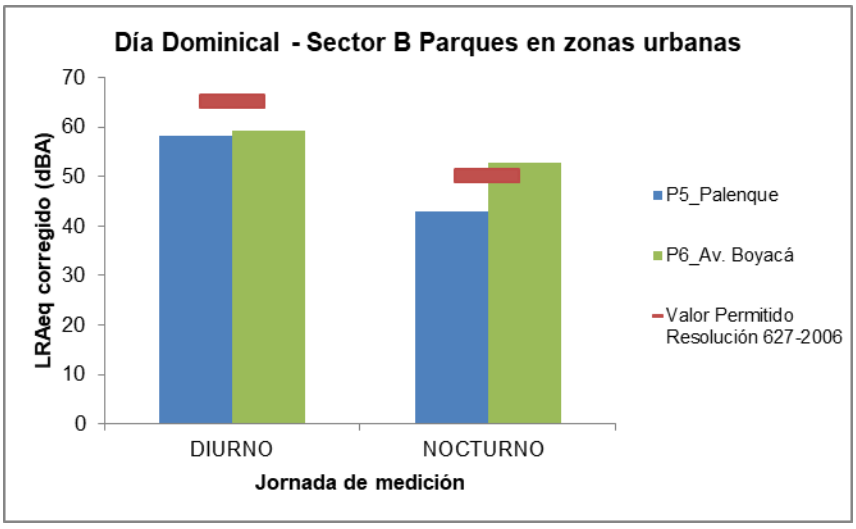


Figura 5.2.1-345 Resultados de niveles sonoros Sector B parques en zonas urbanas – Dominical

La Figura 5.2.1-346 presenta los niveles de presión sonora registrados para los puntos clasificados como sector B universidades, colegios y escuelas. En esta se observa que en el periodo diurno los puntos se encuentran por debajo del límite normativo, excepto el punto P14_Calle 45 el cual registró 73,4 dB(A). Durante el periodo nocturno los puntos P13_ Calle 26 y P14_Calle 45, registran valores por encima del límite normativo (50 dB(A)), no obstante el punto P16_Calle 63 registro 50,5 dB(A).

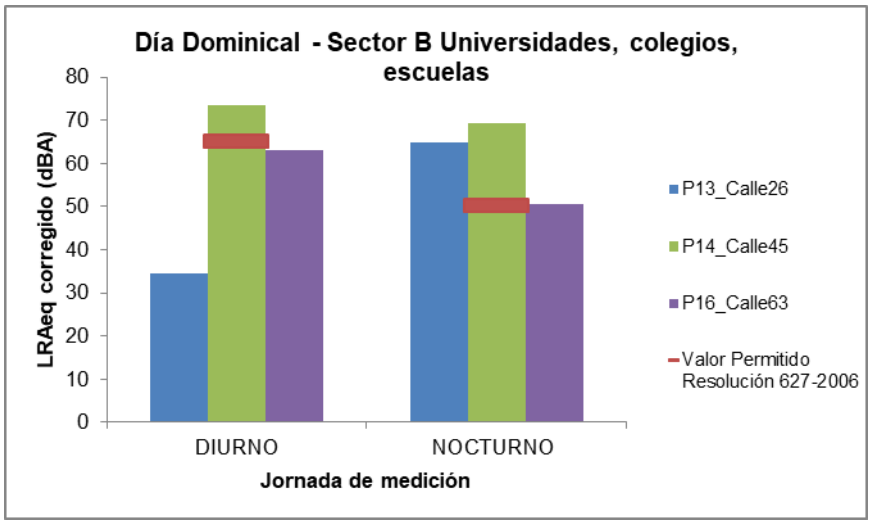


Figura 5.2.1-346 Resultados de niveles sonoros Sector B universidades, colegios, escuelas – Dominical

La Figura 5.2.1-347 presenta los niveles de presión sonora registrados para las zonas clasificadas en el Sector B Zonas residenciales, en la cual se observa que en el periodo diurno el punto P9_NQS registró 61,6 dB(A) dando cumplimiento a la normatividad. En el periodo nocturno los puntos registraron decibeles por encima del límite normativo (50 dB(A)).

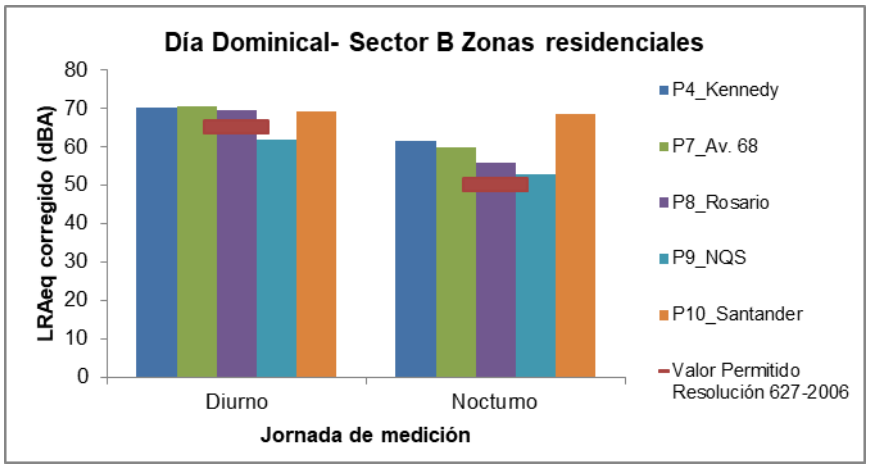


Figura 5.2.1-347 Resultados de niveles sonoros Sector B Zonas residenciales – Dominical

- Sector C

A continuación se presentan los resultados obtenidos del monitoreo en los puntos de medición clasificados como Sector C Ruido Intermedio Restringido.

Tabla 5.2.1-258 Resultados monitoreo de ruido ambiental – Dominical Sector C

Punto	LRAeq Ruido día Corregido Día (dBA)	Valor Permitido Resolución 627-2006 LAeq Día	LRAeq Ruido Corregido Noche (dBA)	Valor Permitido Resolución 627-2006 LAeq Noche
P2_Portal América	72,8	70	71,4	55
P3_Villablanca	68,2	70	69,2	55
P11_Hospitales	72,9	70	66,4	55
P12_Calle10-11	66,9	70	57,4	55
P15_Calle52	73,9	65	68,2	50
P17_Calle72	69,3	70	51,9	55
P18_Calle76	73,2	70	58,9	55

La Figura 5.2.1-348 muestra los niveles de presión sonora registrados en los puntos clasificados en el sector C, en la cual se evidencia que para el periodo diurno los puntos P3_Villa Blanca (68,2 dB(A)), P12_Calle10-11 (66,9 dB(A)) y P17_Calle72 (69,3 dB(A)) registran valores por debajo del límite normativo establecido para el sector (70 dB(A)). Respecto al periodo nocturno se observa que el punto P17_Calle72 registró 51,9 dB(A), dando cumplimiento a la normatividad.

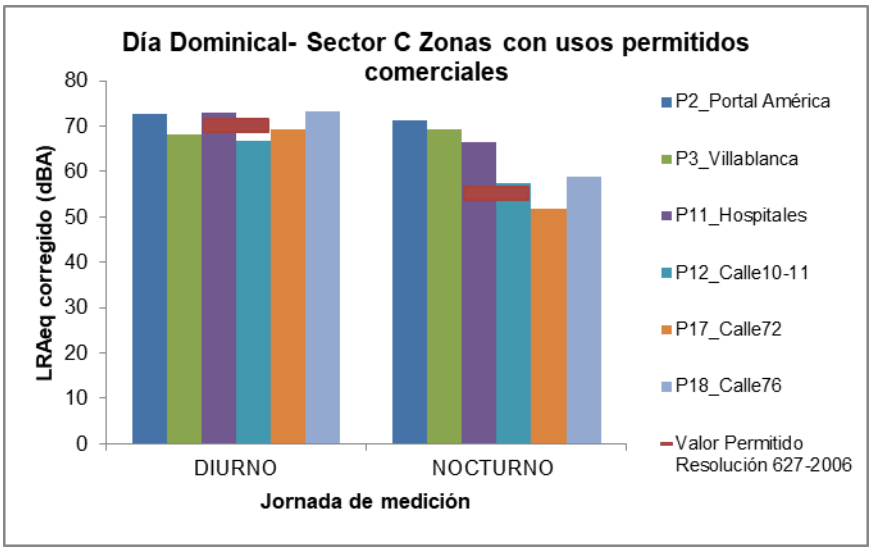


Figura 5.2.1-348 Resultados de niveles sonoros Sector C Zonas con usos permitidos comerciales – Dominical

Por otra parte, la Figura 5.2.1-349 presenta los niveles de presión sonora registrados para el punto P12_Calle 52 clasificado en el sector D Zona con usos institucional, el cual registra excedencia de los niveles máximos permisibles establecidos en la Resolución 627 del 2006, para el periodo diurno y nocturno.

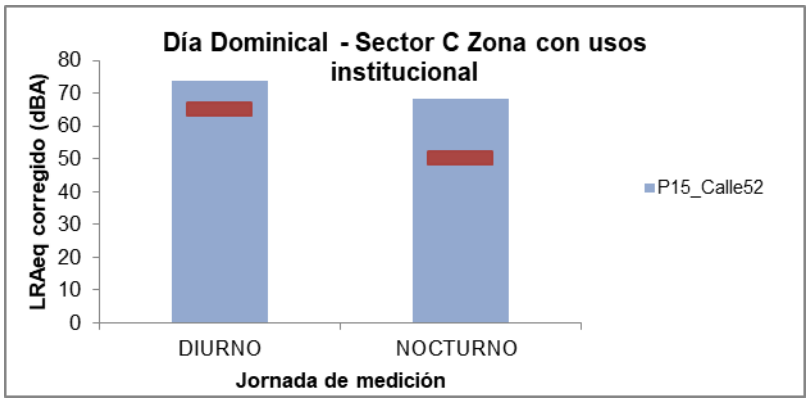


Figura 5.2.1-349 Resultados de niveles sonoros Sector C Zonas con uso Institucional– Dominical

- Sector D

Para el punto clasificado en el sector D: P1_Patio-Taller (ver Figura 5.2.1-350), se presenta una tendencia similar para ambos horarios, en el cual se registraron valores por encima a los límites permisibles para el horario diurno (55 dB(A)) y nocturno (45 dB(A)).

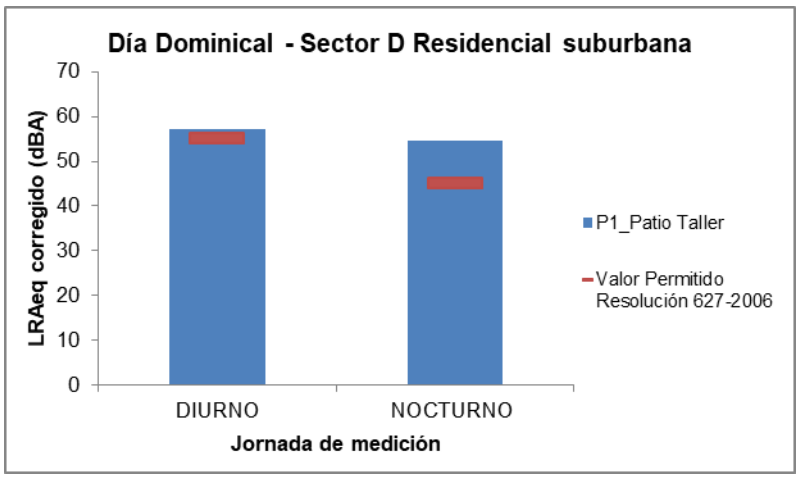


Figura 5.2.1-350 Resultados de niveles sonoros Sector D Zonas residencial Urbana – Dominical

- Sector A

A continuación se presenta el análisis normativo de los valores obtenidos en los puntos P4_Kennedy y P_11 Hospitales, respecto al estándar del sector más restrictivo de la Resolución 627 del 2006. Ver Tabla 5.2.1-256.

Tabla 5.2.1-259 Resultados mediciones de ruido ambiental respecto el Sector A

Punto	LRAeq Ruido día Corregido Día (dBA)	Valor Permitido Resolución 627-2006 LAeq Día	LRAeq Ruido Corregido Noche (dBA)	Valor Permitido Resolución 627-2006 LAeq Noche
P4_Kennedy	70,2	55	61,3	45
P11_Hospitales	72,9	55	66,4	45

Como se observa en la Figura 5.2.1-351, los niveles de presión sonora obtenidos exceden el limite normativo presentando incrementos entre el 36 y 47% para el periodo diurno, y entre el 27 y 32 % en el periodo nocturno.

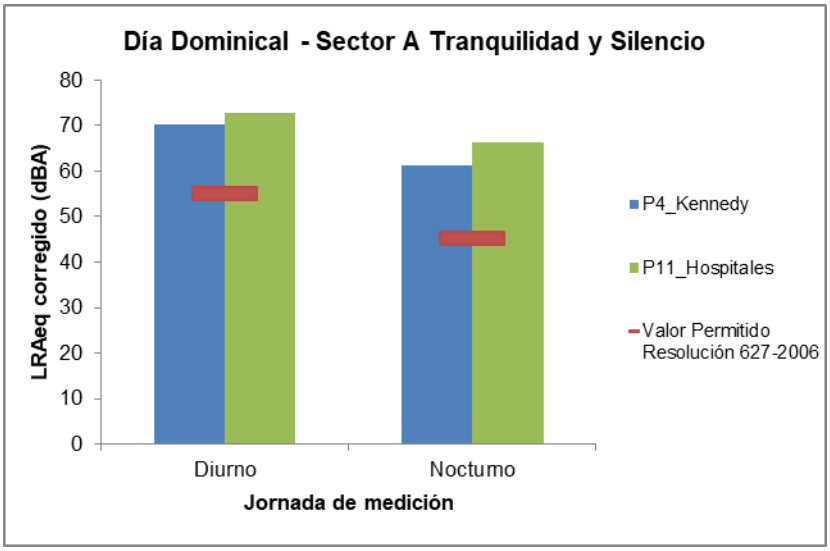


Figura 5.2.1-351 Resultados de niveles sonoros Sector A – Dominical

5.2.1.21.6 Conclusiones

El punto clasificado como sector D, zonas de uso rural: P1_Patio-Taller presentan niveles superiores a los valores máximos permisibles establecidos por la resolución 627 de 2006: El valor más alto se presentó en la jornada dominical. Las fuentes que se identificaron en campo para este punto fue: Canto de aves, ruido de insectos, perros ladrando, sobrevuelo de aviones y paso de vehículos.

Los puntos clasificados como sector D, Tranquilidad y Silencio: P4_Kennedy y P11_Hospitales presentan excedencia en los resultados obtenidos durante la jornada de monitoreo respecto a los estándares de la Resolución 627 del 2006.

Los puntos clasificados como sector C ruido intermedio restringido presentaron niveles por encima de los límites máximos permitidos por la resolución 627 de 2006 (75 dB en el día y 70 dB en la noche) en la mayoría de los puntos. Para este sector, los puntos mantienen una tendencia similar, lo que se concluye que las condiciones de ruido no son variables en la zona. La principal fuente de generación de ruido es el paso de vehículos por vías principales y actividades comerciales. Con esto se evidencia que para en la zona clasificada en el sector C, se mantiene en actividad comercial continua lo que conlleva a un flujo constante de vehículos por las vías principales del área de influencia que realizan un aporte considerable de ruido.

Los puntos clasificados como sector B Tranquilidad y ruido moderado, en la mayoría de los casos puntos ubicados cerca de universidades y zonas residenciales, presenta el mayor número de cumplimiento de los límites máximos permitidos por la resolución 627 de 2006 (70 dB en el día y 55 dB en la noche).

Con base en los resultados, que las estaciones que presentaron altos niveles de ruido y que excedieron en gran medida los máximos permisibles establecidos por la norma ambiental, fueron aquellos puntos ubicados en zona residencial, específicamente las estaciones P2_Portal Las

Américas, P11_Hospitales y P13_Calle 45 cuyos niveles de ruido permanecieron cerca de los 74 dB(A), evidenciando que dichos valores de nivel fueron ocasionados por la energía sonora aportada por el flujo constante de vehículos, sobre vuelo de aviones. El punto clasificado con uso de suelo rural también presentó excedencias debido a la alta restricción que establece la resolución 0627 para zonas rurales y porque cerca de este punto se presentan los despegues de las aeronaves. Por otro lado, cabe destacar que las estaciones ubicadas en las zonas residenciales presentaron mayor cumplimiento en el horario diurno - ordinario, sin embargo, en el horario nocturno todas presentaron niveles que superaron el estándar permisible para este horario, y al realizar una comparación de niveles obtenidos por parte de estas estaciones, se puede deducir que las excedencias posiblemente pudieron haber sido causadas por fuentes totalmente inherentes a la zona como vehículos, personas y establecimientos comerciales que contribuyen al aumento de la energía sonora y propiamente a que se sobrepasen los límites permisibles.

Se recomienda continuar con las mediciones de ruido ambiental durante las fases de construcción y operación del proyecto como se establece en el Capítulo 8 Planes de Manejo Ambiental y Planes de seguimiento y Monitoreo Ambiental.

5.2.1.21.7 Modelo de Ruido

Con el fin de Identificar y estimar los aportes de ruido (Ld, Ln y Ldn) generados en el área de influencia del proyecto de la primera línea del metro de Bogotá (PLMB) en las tres fases del proyecto, se desarrolló la modelación de ruido en el área de influencia bajo tres escenarios de modelación (línea base, construcción y operación).

5.2.1.21.7.1 Elección del software para el modelo de dispersión

A continuación se desarrolla un análisis comparativo en el cual se describen los aspectos y limitaciones de los dos software especializados para la simulación, avalados por el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, ver Tabla 5.2.1-260.

Tabla 5.2.1-260 Comparación entre software para modelos de dispersión

Software	Desarrollador	Descripción	Aspectos	Limitaciones
SoundPLAN Ruido[19]	SoundPLAN	Software de alta gama para los cálculos de las modelaciones de ruido	Permite trabajar de acuerdo a las regulaciones que aplican en la zona del proyecto siguiendo un enfoque basado en estándares. Implementa más de 50 regulaciones para ruido de carreteras, trenes, interior de empresas, industria general y aeronaves.	Dificultad de manejo inicial para realizar los cálculos dado que está compuesto por módulos (interfaces).
CADNA[20]	DataKustik GmbH	Software líder para el cálculo, la presentación, la evaluación y la predicción del ruido ambiental.	Facilidad de acceso a todas las funciones para los cálculos. Permite acceso a todas las normas de cálculo disponibles para los emisores de los tipos Industria, Carretera y Ferrocarril. Permitiendo elegir una norma para cada tipo de emisor elegido en el modelo (Industria y/o Carretera y/o Ferrocarril).	El número máximo de emisores por proyecto se limita a 30 carreteras, ferrocarriles, emisores superficiales y lineales, y a 50 emisores puntuales.

[19] Consultado de: http://www.soundplan.eu/es/soundplan-acustica/conceptos-soundplan/
[20] Consultado de: http://www.datakustik.com/en/products/cadnaa

Software	Desarrollador	Descripción	Aspectos	Limitaciones
			Emplea un único interfaz de usuario para la totalidad del programa, sin ninguna separación en módulos. Tiene gran velocidad de cálculo aún en proyectos a gran escala debido al procesamiento multi núcleo y la opción 64bit. Incluye opciones flexibles de visualización y salida de resultados. Está disponible en tres configuraciones principales: Basic, Standard, y Modular. Permite todos los formatos posibles de importación están presentes en todas las configuraciones de CadnaA Excepto los bitmaps, que requieren la opción BMP.	No permite la importación de datos bitmaps.
LIMA[21]	Brüel & Kjær	Software de elaboración de mapas de ruido ambiental, modelización, cálculo y predicción	Permite calcular y analizar el ruido Procedente de varias fuentes de ruido tales como industria o tráfico. Interfaz gráfica de usuario basada en Windows realiza el cálculo de potencia según las normas ISO 3744/3746/8297 recomendadas por la Comisión Europea para la realización de mapas estratégicos de ruido	Interfaz Multi-escenario. Poca flexibilidad en el uso de estándares para la implementación en diferentes zonas de estudio.

De acuerdo con la información presentada en la Tabla 5.2.1-260 la mayor deferencia identificada entre los tres software se obtiene de las posibilidades gráficas y de la complejidad para el manejo de la interfaz que ofrece. Dado que los tres software presenta rangos de variables acústicas y estándares de predicción que permiten gestionar proyectos nacionales e internacionales de cálculo y mapeo de ruido.

En este sentido, el modelo que más se adapta a las necesidades y características del proyecto de Estructuración de la PLMB es el CADNA dado que se considera un software integral, el cual emplea un único interfaz de usuario para la totalidad del programa, sin ninguna separación en módulos, además permite acceso a todas las normas de cálculo disponibles para los emisores de los tipos Industria, Carretera y Ferrocarril, contando con más de 30 estándares y directrices de implementación, por lo cual permite elegir una norma para cada tipo de emisor en el modelo (Industria y/o Carretera y/o Ferrocarril), es el modelo regulatorio actualmente recomendado por la autoridad ambiental nacional.

[21] Consultado de: https://www.bksv.com/es-ES/7810

5.2.1.21.7.2 Software y estándares de ruido utilizados

El software utilizado para realizar la predicción de propagación de ruido fue CadnaA versión 2017 (64 Bit) (build: 159.4707), DataKustik GmbH. Sobre el cual se asignaron los siguientes estándares para la modelación:

- ✓ ISO 9613-2_2007: Para la propagación del ruido con relación a los obstáculos.
- ✓ RLS 90: Para para predecir la propagación de ruido de tráfico rodado.

El estándar RLS 90 predice un nivel de presión sonora de referencia, llamado nivel medio de emisión o LME (Level Mean Emission) por sus siglas en inglés, el cual se obtiene aplicando correcciones al nivel básico definido a una distancia de 25 metros del centro de la vía y a 4 metros de altura. Las características del modelo de emisión en su versión simplificada se definen a continuación:

$$LME = L25 + Cvel + Cpav \quad (I\text{-}6)$$

$$L_{25} = 37{,}3 + 10 \times \log Q \times \left(1 + 0{,}082 \times P\right) \quad (I\text{-}7)$$

Figura 5.2.1-352. Características del modelo de emisión en su versión simplificada

Fuente: *Redondo, M. Correlación niveles sonoros-variables de tráfico y ajustes con modelos de predicción NMPB y CNOSSOS. Escuela técnica superior de ingenieros industriales y de telecomunicación, Universidad Pública de Navarra, 2013.*

Dónde:

L25: Nivel Sonoro Base a 25 metros en dB (A),
Q: Densidad del tráfico (Vehículos/hora),
P: Porcentaje de vehículos pesados (%)

Los estándares seleccionados de acuerdo a los datos de entrada a este estudio son los más adecuados para evaluar la propagación de ruido por flujo vehicular de tráfico rodado y ferroviario, e industrial. ISO 9613 y RLS90 son estándares que se usan ampliamente en Colombia y el estándar NMPB Fer se utilizó debido a la referencia de marca francesa del tren. Estos estándares están avalados internacionalmente en el campo de acústica ambiental; por lo cual se puede predecir de forma adecuada los aportes de cada tipo de fuente considerados en el estudio.

Parámetros acústicos:

Se estableció la configuración en el software de modelación ingresando los parámetros necesarios para ejecutar el modelo de ruido. A continuación, se muestran las configuraciones ingresadas:

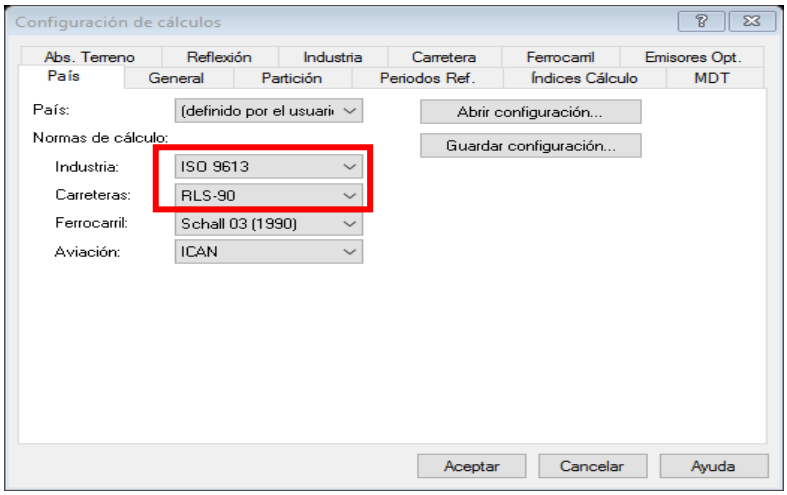


Figura 5.2.1-353 Estándares
Fuente: K2 Ingeniería S.A.S. con base en los parámetros del software CadnaA versión 2017 MR 1 (64 Bit) (build: 159.4707), DataKustik GmbH.

Configuración General:

Se estableció también un error máximo de 0, para que determine con exactitud las variaciones que se presentan a nivel acústico, al tiempo que para la salida del modelo se configuró una modelación con una malla de 10*10. Adicionalmente se calculó una altura sobre el nivel del suelo para la malla y los receptores puntuales de 4 m.

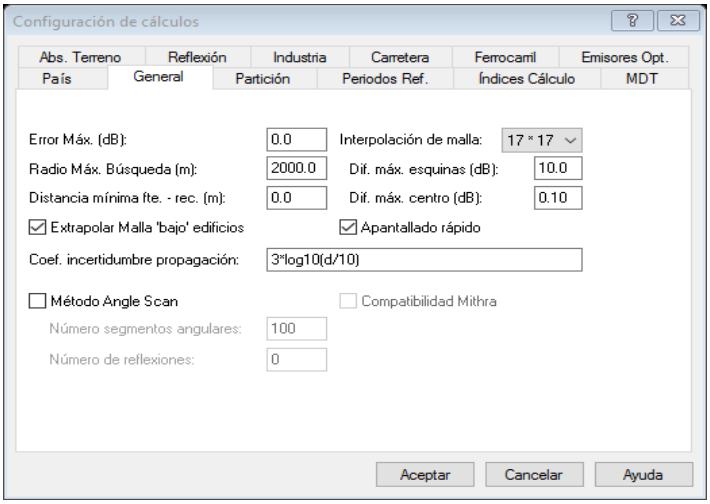


Figura 5.2.1-354 Configuración General
Fuente: K2 Ingeniería S.A.S. con base en los parámetros del software CadnaA versión 2017 MR 1 (64 Bit) (build: 159.4707), DataKustik GmbH.

Los parámetros de entrada usados en la modelación se presentan en la idealización de cada escenario (línea base, construcción y operación); en el Anexo 5.2.1.4 Ruido Ambiental se presenta la información del perfil horario de flujo vehicular usado para la modelación del escenario de línea base y operación; al igual que la información de fuentes fijas utilizado en la modelación.

Períodos de referencia

Los períodos de referencia que se consideraron en la modelación conforme lo establece la resolución 0627 de 2006 para las horas del día corresponden a un periodo entre la hora 7 y la hora 21, y para las horas noche, comprende un periodo entre la hora 21 hasta la hora 7.

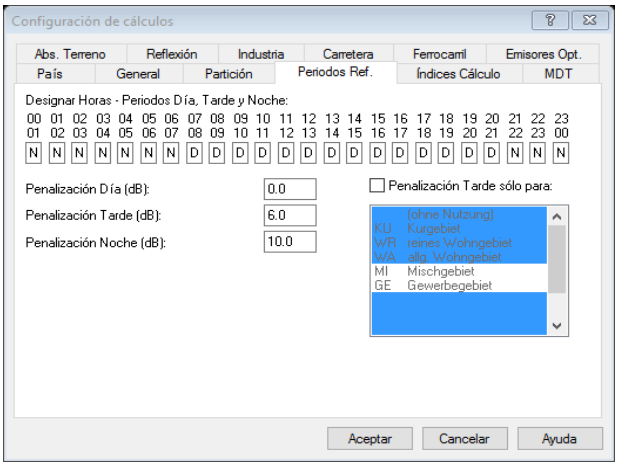


Figura 5.2.1-355 Períodos de referencia
Fuente: K2 Ingeniería S.A.S. con base en los parámetros del software CadnaA versión 2017 MR 1 (64 Bit) (build: 159.4707), DataKustik GmbH.

Índices de cálculo

Los índices de cálculo que se utilizaron principalmente fueron indicadores de niveles sonoros medios a largo plazo, adecuados para la planificación y para la aplicación de un planteamiento integrado a zonas residenciales, ciudades y aglomeraciones, pero no apropiados para situaciones a corto plazo, muchas veces asociados a quejas y denuncias concretas.

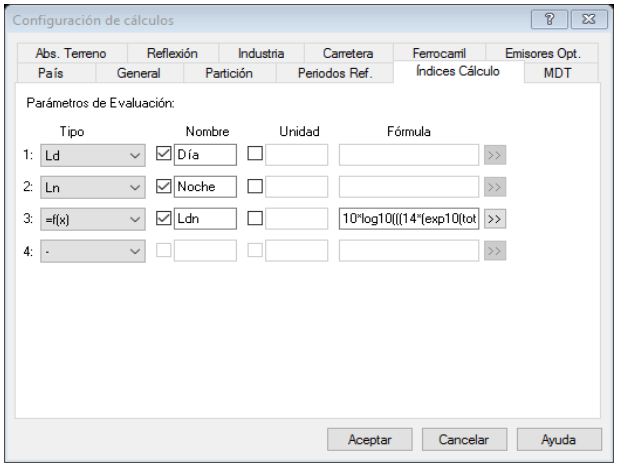


Figura 5.2.1-356 Parámetros a evaluar
Fuente: K2 Ingeniería S.A.S. con base en los parámetros del software CadnaA versión 2017 MR 1 (64 Bit) (build: 159.4707), DataKustik GmbH.

Estos parámetros fueron Ld, Ln y Ldn, referidos a los períodos definidos como día, noche, día - noche. Ld por su parte, es un indicador de ruido asociado al día, que puede definirse como el nivel

sonoro medio a largo plazo determinado a lo largo de todos los períodos diurnos de un año, donde al día le corresponden 14 horas, en el período que se extiende desde las 7 hasta las 21 horas. Por otra parte, Ln es un indicador del nivel sonoro durante la noche, definido como el nivel sonoro medio a largo plazo determinado a lo largo de todos los períodos nocturnos de un año, donde a la noche le corresponden 10 horas, en el período que se extiende desde las 21 hasta las 7 horas.

Finalmente, Ldn es un indicador del nivel de ruido global durante el día, y la noche, utilizado para determinar la molestia vinculada a la exposición al ruido. Este parámetro pretende dar una idea del nivel de ruido a lo largo de las 24 horas del día, teniendo en consideración el hecho de que durante la noche la población se vuelve más sensible al ruido y, si bien habitualmente los niveles sonoros disminuyen en cierta medida durante ese período, su importancia relativa aumenta.

5.2.1.21.7.3 Criterios de selección de información

Los criterios que se tuvieron en cuenta en la selección de la información se agrupan en Escala de trabajo, Fuentes de información y Flujo vehicular, los cuales se describen a continuación.

- Escala de trabajo:

Se verificó la escala de los datos suministrados y se trabajó para este estudio con una escala que va desde 1:5000 a 1:10000. Así mismo, se analizó la topología del terreno tal que la geometría presentara consistencia espacial con los datos, existiera ubicación real de los elementos y, que los nodos, arcos y polígonos existieran dentro de la cartografía usada.

- Fuentes de información:

La información cartográfica se obtuvo de la infraestructura de datos espaciales del distrito capital – IDECA, teniendo como base los estándares establecidos en el Catálogo de Objetos MR V5.4” y la especificación Técnica del Mapa de Referencia V12.16. Así mismo, se tuvo en cuenta la resolución 1503 de 2010 por medio de la cual se adoptó el modelo para realizar el almacenamiento de la información geográfica como un requerimiento de la autoridad ambiental (ANLA) para el soporte de la información documental de los proyectos y trámites ambientales presentados.

- Flujo vehicular:

Para la información vehicular se tomaron datos suministrados por la secretaria de movilidad de Bogotá, la cual fue posteriormente analizada y procesada para su uso.

5.2.1.21.7.4 Validación de la información

Para este procedimiento se tuvo en cuenta la aplicación de diversas reglas topológicas como la sobre posición de polígonos, cruce de líneas, la existencia de geometrías duplicadas y la verificación de la información espacial referente a la georeferenciación y los elementos existentes en el territorio.

5.2.1.21.7.5 Modelo digital del terreno

La elaboración de la simulación debe realizarse de forma que exista entre el terreno real de la zona y el modelo, una relación simétrica que permita la traducción de algunas propiedades de la simulación a la realidad; por esta razón es importante el procesamiento de la información topográfica.

Para el procesamiento de la información topográfica, se parte de archivos digitales del terreno, como mapas que presentan curvas de nivel de la zona de interés y a través de programas que permiten la extracción de los parámetros del terreno, se procesa la información por medio de algoritmos que crean los archivos digitales (.dem) y permiten la visualización de la geometría algebraica en líneas de contorno 3D.

La topografía del terreno en los estudios de ruido es de vital importancia, ya que de esto depende el comportamiento y la tendencia de propagación de las ondas sonoras. Para el presente proyecto la topografía (curvas de nivel) fue tomada de la base de datos geográfica (*.gdb), de los datos espaciales del distrito capital – IDECA. Dichas curvas de nivel poseen una escala de levantamiento de 1:1000, la cual permite visualizar un nivel de detalle entre curvas de 2,5 y 7 metros de longitud garantizando una representación adecuada del terreno para una correcta simulación. (Ver Figura 5.2.1-147).

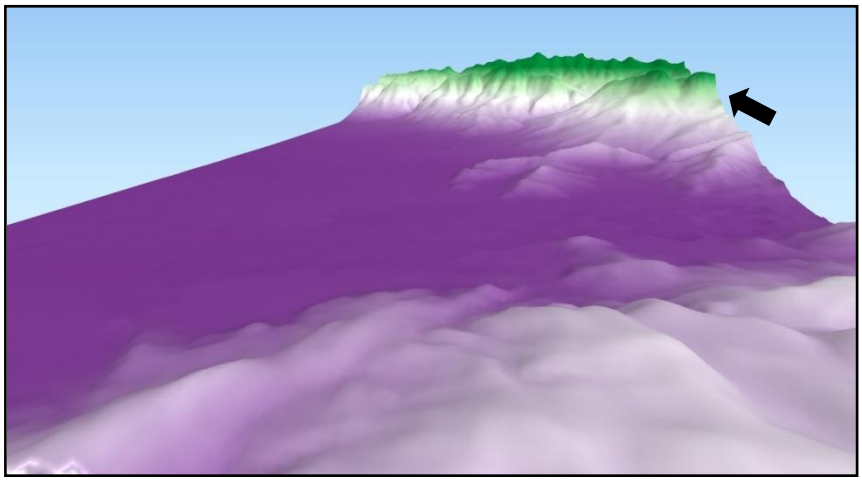


Figura 5.2.1-357 Modelo Digital del Terreno con base en las curvas de nivel del IDECA
Fuente: K2 Ingeniería S.A.S. con base en los datos tomados del IDECA, 2017.

5.2.1.21.7.6 Variables meteorológicas

Con respecto a la meteorología, se usaron los valores obtenidos por las estaciones meteorológicas pertenecientes a la Red de Monitoreo de Calidad del Aire de Bogotá - RMCAB. Estás estaciones están distribuidas en toda el área de la ciudad de Bogotá, por lo que se procedió a seleccionar aquellas que estuvieran en la zona de influencia del trazado de la línea del metro, y los datos de los días de monitoreo de ruido ambiental realizado en la zona de estudio. Las estaciones seleccionadas fueron Kennedy, Carvajal – Sevillana y Centro de alto. Las estaciones arrojaron valores horarios que posteriormente, permitieron establecer los promedios de temperatura, precipitación, presión barométrica, humedad relativa y velocidad y dirección del viento (Ver Tabla 5.2.1-261). Para la modelación solo fueron necesarios los promedios de velocidad y dirección del viento, humedad relativa y la temperatura.

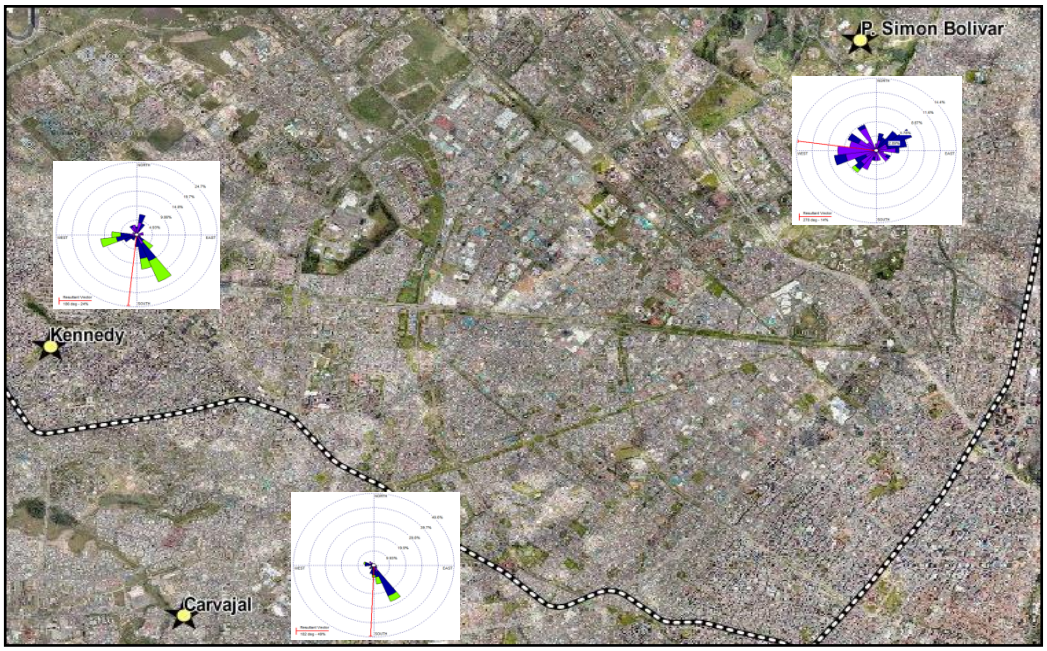


Figura 5.2.1-358 Estaciones de monitoreo de ruido ambiental (receptores sensibles)

Fuente: K2 Ingeniería S.A.S.

Tabla 5.2.1-261. Variables meteorológicas

Fecha/Parámetro	Temperatura °C	Humedad %	Velocidad del viento (m/s)	Estación RMCAB
13/08/2017	15,36	57,83	240	Kennedy
14/08/2017	15,70	49,95	2,33	Kennedy
15/08/2017	15,10	57,37	2,25	Kennedy
16/08/2017	16,04	58,95	2,42	Kennedy
17/08/2017	15,76	62	1,91	Kennedy
18/08/2017	15,48	67,5	2,02	Kennedy
13/08/2017	15,59	----	1,85	Carvajal
14/08/2017	16,12	----	2,04	Carvajal
15/08/2017	15,58	----	2,17	Carvajal
16/08/2017	16,62	----	1,69	Carvajal
17/08/2017	17,06	----	1,78	Carvajal
18/08/2017	16,37	----	1,52	Carvajal
13/08/2017	15,08	60,91	1,62	Centro Alto Rendimiento
14/08/2017	14,49	59,58	0,98	Centro Alto Rendimiento
15/08/2017	14,64	63,3	1,04	Centro Alto Rendimiento
16/08/2017	15,87	61,54	1,09	Centro Alto Rendimiento
17/08/2017	16,31	64,08	1,01	Centro Alto Rendimiento
18/08/2017	16,33	69,56	1,04	Centro Alto Rendimiento

Fuente: (K2 INGENERÍA S.A.S, 2017)

5.2.1.21.7.7 Idealización de escenarios de modelación

En esta sección se presenta la idealización de los escenarios de modelación, la identificación de las fuentes sonoras, la asignación de los niveles de potencia sonora y la configuración de los ejecutables de modelación a partir de los cuales se obtuvieron los resultados para análisis y discusiones.

Escenario línea base

Este escenario se desarrolló considerando lo descrito por Aramburú (2001), quien definió la Línea Base como el resultado obtenido de la primera medición de todas las variables e indicadores relacionados con el diseño de un proyecto antes de que este se ejecute con lo cual se puede diagnosticar el estado de los elementos antes del inicio de las actividades proyectadas.

Con los resultados de estas simulaciones de ruido se puede establecer el panorama acústico del área de influencia directa (AID) sin proyecto. La línea base para la primera línea del metro de Bogotá correspondió principalmente, a la información relacionada con el tráfico rodado que se presenta actualmente en el área de estudio y al desarrollo de un inventario de fuentes de emisión a lo largo de todo el trazado de la línea del metro.

- Enfoque de las simulaciones

Para el desarrollo de las simulaciones de ruido del escenario base, se usó información secundaria del flujo vehicular correspondiente a los aforos realizados por la secretaría de movilidad en 35 puntos diferentes de la ciudad de Bogotá. Estos aforos vehiculares permitieron determinar para el área de influencia del proyecto, el promedio horario y diario de vehículos en circulación. Así mismo, la secretaría de movilidad realizó un aforo para la clasificación de vehículos (livianos, pesados, Transmilenio) lo cual permitió establecer la cantidad del flujo por segmento de vía y por carril.

También se determinó el número total de edificaciones, información de topografía (curvas de nivel) y segmentos de vía, a través de la consulta de información secundaria de datos espaciales de la base de datos geográfica del distrito capital – IDECA. Sin embargo, para el uso adecuado de esta información, fue necesario realizar un proceso de validación, depuración y normalización de la información del área de influencia del proyecto debido a inconsistencias de tipo topológico y geométrico que presentaba la cartografía básica de esa base de datos geográfica (IDECA). Este procedimiento de verificación y depuración fue necesario a la hora de determinar un escenario de modelación ya que juega un papel fundamental en los resultados finales del producto a entregar. Finalmente, en la modelación del escenario se tuvo en cuenta el proceso de difracción y reflexión del sonido y los obstáculos constituidos por las edificaciones y la topografía del terreno (curvas de nivel).

- Datos de entrada

Para este escenario se usaron como datos de entrada adicional al modelo digital del terreno lo siguiente:

- *Edificaciones:*

Comprenden todas las viviendas y edificios presentes en el área de estudio del trazado de la PLMB. Las edificaciones y las curvas de nivel fueron tomadas de la base de datos geográfica (*.gdb), del IDECA. Estos, constituyen los principales obstáculos dentro de la idealización del modelo, sin obstáculos el modelo asumiría un comportamiento lineal y uniforme en sus resultados, por lo cual para idealizar correctamente el modelo, fue necesario determinar la altura aproximada de las edificaciones para lo cual se tomó con base en el artículo 4 del decreto 333 de 2010, valores

promedio de altura entre pisos de edificaciones (2,5 metros para las viviendas y 3,8 para edificios), y se multiplicó por el número total de pisos de cada edificación.

Finalmente, como parte de la configuración del modelo se consideró un coeficiente de absorción alfa de las edificaciones de 0,2, el cual se define como la relación entre la energía absorbida por el material y la energía reflejada por el mismo eco. Es un valor que varía entre 0 (toda la energía se refleja) y 1 (toda la energía es absorbida).

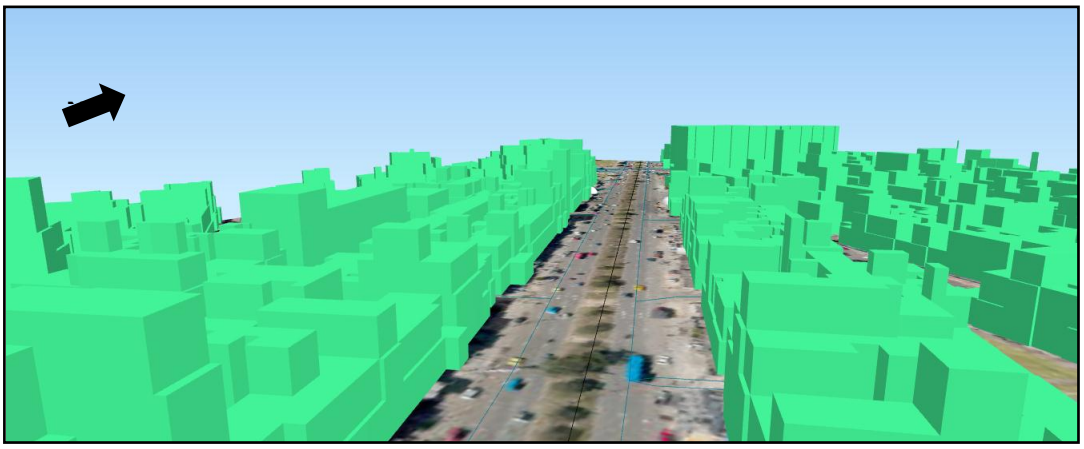


Figura 5.2.1-359 Edificaciones
Fuente: K2 Ingeniería S.A.S con base en los datos tomados del IDECA, 2017

- Tráfico rodado

El tráfico rodado se considera una de las principales fuentes generadoras de ruido. Al respecto Redondo (2013) menciona que el ruido del tráfico rodado resulta de la adición de las emisiones de ruido de cada vehículo que conforman el flujo de tráfico. Es por esto que, para la idealización de las fuentes de ruido por tráfico rodado, se escogió el estándar alemán Richtlinien für den Lärmschutz an Straben (Directrices para la protección contra el ruido en las calles) o RLS 90 por sus siglas en alemán, el cual permitió la evaluación del ruido producido por el tráfico rodado que se presenta en el área de estudio. Dicho estándar requirió los datos del número, tipo y velocidad de los vehículos que transitan por el área diariamente, así como también el material de las vías y la pendiente de las mismas.

Haciendo uso de los datos recopilados por la Secretaría de Movilidad Distrital, se pudo establecer los promedios diarios y horarios de todo el tráfico circundante, por las 35 estaciones de aforo establecidas por la secretaría de movilidad. Después de consolidada la información del aforo, se procedió a la unificación de entidades y atributos a través de herramientas SIG para el área de influencia de proyecto; a este procedimiento se le denominó normalización de la información. El proceso consistió en asignar identificadores únicos a cada uno de los segmentos reportados en el aforo, con el fin de relacionarlos espacialmente con los datos cartográficos de las vías asignados con el mismo ID en el archivo de aforo entregado.

Mediante el geoproceso conocido como unión de atributos (join attribute table), se estableció conexión entre la cartografía de las vías (perteneciente a la base de datos del IDECA) y los datos de aforo de la SDA. Mediante esta conexión se determinó la sumatoria de todos los datos de aforo reportados por medio del uso de los operadores matemáticos básicos (+,-,*, /), y mediante las herramientas de estadística descriptiva presentes en el SIG, se identificaron los segmentos con mayor y/o menor flujo.

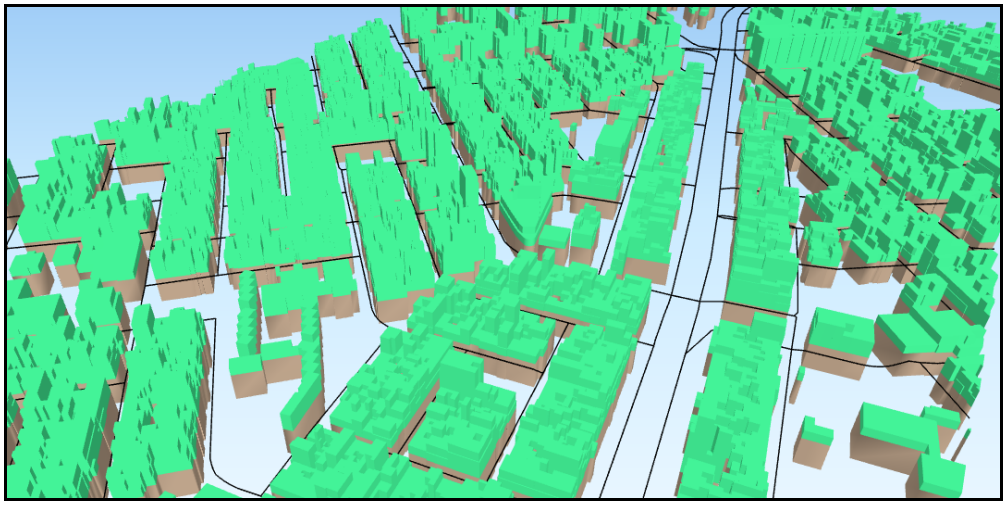


Figura 5.2.1-360 Aforo vehicular
Fuente: K2 Ingeniería S.A.S con base en los datos tomados del IDECA, 2017.

Finalmente, se hizo una redistribución de los datos en el resto de las vías del área de influencia del proyecto, con el fin de determinar los tipos de flujos respecto a la clasificación de las vías del IDECA (principal, secundaria, terciaria, vía local), esto con el fin de garantizar una ajustada redistribución del aforo vehicular.

PERFIL HORARIO DEL FLUJO VEHICULAR												
ID	**00-01**	**01-02**	**02-03**	**03-04**	**04-05**	**05-06**	**06-07**	**07-08**	**08-09**	**09-10**	**10-11**	**11-12**
00100001	201	187	216	348	525	1196	1669	1265	871	795	778	571
001000O1	101	94	108	174	263	598	835	633	436	398	389	286
001000K3	289	239	337	608	1185	1799	2271	2247	1939	1741	1323	1543
0010003B	12	0	0	1	75	98	100	115	82	52	36	44
5ODZEA8	788	784	729	1026	2125	4090	5398	1741	1648	1573	1237	1145
5ODZEA9	494	320	311	385	1260	1970	2026	2520	2502	2429	2345	2388
5ODZEA10	238	121	97	100	286	1267	2215	1440	1268	1434	1519	1544
5ODZEA11	660	465	388	555	1023	1434	2135	2725	2660	2503	2341	2255
5ODZEA12	11	13	7	10	30	99	134	629	604	646	748	707
ID	**12-13**	**13-14**	**14-15**	**15-16**	**16-17**	**17-18**	**18-19**	**19-20**	**20-21**	**21-22**	**22-23**	**23-00**
00100001	858	767	848	784	639	775	855	622	538	549	611	382
001000O1	429	384	424	392	320	388	428	311	269	275	306	191
00100003	3464	3153	2591	2464	2544	3083	2329	2194	2256	2545	1636	1027
001000K3	1732	1577	1296	1232	1272	1542	1165	1097	1128	1273	818	514
0010003B	36	33	37	40	41	85	102	100	108	90	56	54
5ODZEA8	938	1018	1140	1087	1077	1152	781	628	550	2408	1928	1206
5ODZEA9	2314	2311	2336	2272	2229	2424	2284	2180	1816	1392	1239	609
5ODZEA10	1444	1525	1604	1559	1570	1510	1397	1186	1111	1186	716	434
5ODZEA11	2208	2188	2470	2488	2541	2941	2570	2194	1970	3691	2478	1118
5ODZEA12	722	777	816	765	760	837	805	800	792	140	94	45

Figura 5.2.1-361 Perfil horario de flujo vehicular
Fuente: K2 Ingeniería S.A.S., 2017.

- Inventario de fuentes potenciales

Para localizar las fuentes industriales de ruido, fue necesario establecer como primera medida los tipos de fuentes objeto a monitorear (discotecas, restaurantes, lavaderos, amplificadores de sonido, estaciones de servicio, talleres, tiendas, parqueaderos, supermercados). Establecidas las fuentes, se procedió a la asignación de un código de fuente único para la respectiva individualización. Seguidamente para la identificación de cada fuente el Laboratorio K2 INGENIERÍA realizó recorridos en campo (diurnos y nocturnos), con el fin de determinar los horarios de operación de cada fuente. Finalmente, del total de fuentes inventariadas (120), se seleccionó una muestra representativa de cincuenta y cinco (55) fuentes a las que se le hicieron mediciones de emisión de ruido de 15 minutos para su caracterización, ver Hoja de Excel del Anexo 5.2.1.4 Ruido Ambiental.

Del inventario de fuentes fijas se identificaron las fuentes más relevantes en el estudio, se procesó la información y se incluyó al modelo usando el estándar de fuentes industriales; A continuación se especifican algunas de las fuentes fijas usadas para la modelación (Anexo 5.2.1.4 Ruido Ambiental se encuentra la tabla con la totalidad de información de las fuentes fijas).

FUENTES PUNTUALES					
Nombre	ID	Día PWL (dBA)	Noche PWL (dBA)	Lw / Li	COD_Fente
No tiene nombre	1	93	93	Lw	COD1
Ceramisur	23	97.7	97.7	Lw	COD23
Decoritalia	23	97.7	97.7	Lw	COD23
casa comercio valle aborra	5	93.5	93.5	Lw	COD5
Dani motos	12	89.1	89.1	Lw	COD12
Av villavicencio	30	87.8	87.8	Lw	COD30
La paisa	1	93	93	Lw	COD1
Valenzuela motors	12	89.1	89.1	Lw	COD12
Ascanio	3	94.8	94.8	Lw	COD3
casino blue star	3	94.8	94.8	Lw	COD3
sin nombre	3	94.8	94.8	Lw	COD3
tienda vieja mi cafetal	3	94.8	94.8	Lw	COD3
autolavado milenio	21	92.3	92.3	Lw	COD21
montallantas vulcanizada	12	89.1	89.1	Lw	COD12
tienda pijao quindio	1	93	93	Lw	COD1

Figura 5.2.1-362 Fuente fijas
Fuente: K2 INGENIERÍA S.A.S

Escenario construcción del proyecto

En este escenario se simula la dispersión de ruido durante la ejecución de las actividades constructivas propias del proyecto, considerando todos los frentes de trabajo del proyecto de forma simultánea (Patio-Taller, Estaciones y Viaducto), considerando que las actividades se desarrollaran simultáneamente y se ejecutarán únicamente en el periodo diurno, considerando el escenario más crítico.

- Enfoque de las simulaciones.

El proceso de construcción que se desarrollará para el metro elevado es similar a un viaducto convencional en concreto o de estructura metálico. Por lo general el metro elevado se desarrolla con piezas prefabricas que componen la subestructura y superestructura. Basados en lo anterior, este escenario se hizo teniendo en cuenta la línea base y los parámetros acústicos de todos los equipos que se utilizarán en la etapa de construcción de la primera línea del metro.

Los equipos que se utilizarán serán: buldóceres, retroexcavadoras, compactadoras, carrotanques, volquetas, retrocargadores, grúas, entre otros. Mediante el uso de esta maquinaria se realizará la adecuación de las vías, la construcción del viaducto por donde pasaran los trenes y demás infraestructura como las estaciones, los edificios de acceso y el parqueadero del metro denominado Patio-Taller. Las simulaciones de ruido se desarrollaron con los flujos vehiculares de la línea base y los respectivos obstáculos.

Figura 5.2.1-363 Montaje escenario de construcción
Fuente: http://www.metrodebogota.gov.co/

- Datos de entrada

• Maquinaria usada

En la Figura 5.2.1-363 se puede apreciar algunos de los procedimientos de construcción y maquinaria que se usara para el proyecto de la PLMB. El primer paso es la construcción de las columnas fabricadas mediante llenado con moldes, realizando perforaciones en el suelo, aplicando relleno prefabricado y excavando en cada pila para ser llenadas con concreto. La siguiente fase es el lanzamiento de las partes prefabricadas, realizando la terminación de la estructura soporte por medio del uso de grúas y el montaje de dovelas con la viga lanzadora. Finalmente, se construirán las estaciones establecidas. Entre el modelo no se incluye el uso de piloteadoras, dado que los pilotes que se ejecutaran durante la construcción del proyecto serán de tipo pre excavado.

Figura 5.2.1-364 Esquema construcción de la PLMB
Fuente: http://www.metrodebogota.gov.co/

A continuación, se describen las actividades principales en las que se involucran las maquinarias del proceso de construcción:

Movimiento de tierras del Patio-Taller: para esta actividad se destinaron 313,41 m^2 de tierra en la cual operaran 9 buldócer y cargo frontal y 3 retroexcavadoras.

Demolición de construcción: durante la obtención de espacio para la construcción se hará uso de retroexcavadoras, buldócer, carro-tanques irrigadores de agua (wáter truck), retro-cargadores y martillos neumáticos (rockbreaker).

Instalación de viga lanzadora y preparación para la fundación de columnas: estas actividades abarcaran un área de 64,41 m^2 en las cuales se usará maquinaria como la viga lanzadora, retroexcavadora sobre orugas y volquetas de 6 m^3.

Perforación, excavación, reforzamiento del suelo y cimentación (llenado de concreto): durante este procedimiento harán uso de taladros de perforación, retroexcavadoras sobre orugas y volquetas de 6 m^3, los pilotes son pre-excavados.

Montaje, fundación de la columna: para tratar el área de estas actividades usarán volquetas de 6 m^3, concrete pump y grúas autopropulsoras de brazo telescópico.

Ensamblaje de viaducto (montaje de dovelas, montaje de viaducto) y Montaje de rieles y subestaciones: las vigas lanzadoras y las grúas serán usadas para el montaje respectivo de esta actividad.

Adecuación de vías: se intervendrán 125,55 m^2 de vías para lo cual usarán maquinaria como benitin 120, terminadora de asfalto, compactadores de llantas, mini-cargador, vibro-compactador pata de cabra, vibro-compactador (Roller), compresor, fresado de pavimento. Martillo neumático, motoniveladoras y volquetas de 6 m^3.

A continuación, se presentan las 49 actividades a desarrollar, con la respectiva maquinaria para cada tramo y sección del proyecto que se tuvieron en cuenta para la modelación:

Tabla 5.2.1-262 Maquinaria que se usará en Patio-Taller

Actividad	Maquinaria
Movimiento de tierras del Patio-Taller	Bulldozer
	Cargador frontal
	Retroexcavadoras

Fuente: Adaptado K2 Ingeniería S.A.S

Tabla 5.2.1-263 Maquinaria que se usará en la sección 1 del tramo 1

Actividad	Maquinaria
Demolición de construcciones	Retroexcavadora sobre orugas
	Bulldozer
	Carrotanque irrigador de agua (Water Truck)
	Retrocargador
	Rockbreaker (Martillo neumático)
Instalación Viga lanzadora	Viga Lanzadora
Preparación para la fundación de columnas	Retroexcavadora sobre orugas
	Volquetas de 6 m³
Perforación, excavación, reforzamiento del suelo y cimentación (llenado de concreto).	Taladro de perforación (Drill Rig)
	Retroexcavadora sobre orugas
	Volquetas de 6 m³
Montaje y fundación de la columna	Concrete pump
	Volquetas de 6 m³
	Grúa autopropulsada de brazo telescópico con una capacidad de elevación de 30 ton y 27 m de altura máxima de trabajo
Ensamblaje de viaducto (montaje de dovelas, montaje de viaducto)	Viga Lanzadora
	Grúa
Montaje de rieles y subestaciones	Viga Lanzadora
	Grúa
Adecuación de vías	Benitin 120 (Compactador- Roller)
	Terminadora de asfalto (Roller)
	Compactador de llantas (Roller)
	Minicargador
	Vibrocompactador pata de cabra (Roller)
	Vibracompactador (Roller)
	Compresor
	Fresado de pavimento (Roller)
	Martillo neumático de 60 lb
	Motoniveladora (Grader)

Actividad	Maquinaria
	Volquetas de 6 m³

Fuente: Adaptado K2 Ingeniería S.A.S

Tabla 5.2.1-264 Maquinaria que se usará en la sección 2 del tramo 1

Actividad	Maquinaria
Demolición de construcciones	Retroexcavadora sobre orugas
	Bulldozer
	Carrotanque irrigador de agua (Water Truck)
	Retrocargador
	Rockbreaker (Martillo neumático)
Instalación Viga lanzadora	Viga Lanzadora
Preparación para la fundación de columnas	Retroexcavadora sobre orugas
	Volquetas de 6 m³
Perforación, excavación, reforzamiento del suelo y cimentación (llenado de concreto).	Taladro de perforación (Drill Rig)
	Retroexcavadora sobre orugas
	Volquetas de 6 m³
Montaje y fundación de la columna	Concrete pump
	Volquetas de 6 m³
	Grúa autopropulsada de brazo telescópico con una capacidad de elevación de 30 ton y 27 m de altura máxima de trabajo
Ensamblaje de viaducto (montaje de dovelas, montaje de viaducto)	Viga Lanzadora
	Grúa
Montaje de rieles y subestaciones	Viga Lanzadora
	Grúa
Adecuación de vías	Benitin 120 (Compactador- Roller)
	Terminadora de asfalto (Roller)
	Compactador de llantas (Roller)
	Minicargador
	Vibrocompactador pata de cabra (Roller)
	Vibracompactador (Roller)
	Compresor
	Fresado de pavimento (Roller)
	Martillo neumático de 60 lb
	Motoniveladora (Grader)
	Volquetas de 6 m³

Fuente: Adaptado K2 Ingeniería S.A.S

Tabla 5.2.1-265 Maquinaria que se usará en la sección 3 del tramo 1

Actividad	Maquinaria
Demolición de construcciones	Retroexcavadora sobre orugas
	Bulldozer
	Carrotanque irrigador de agua (Water Truck)
	Retrocargador
	Rockbreaker (Martillo neumático)
Instalación Viga lanzadora	Viga Lanzadora
Preparación para la fundación de columnas	Retroexcavadora sobre orugas
	Volquetas de 6 m³
Perforación, excavación, reforzamiento del suelo y cimentación (llenado de concreto).	Taladro de perforación (Drill Rig)
	Retroexcavadora sobre orugas
	Volquetas de 6 m³
Montaje y fundación de la columna	Concrete pump

Actividad	Maquinaria
	Volquetas de 6 m³
	Grúa autopropulsada de brazo telescópico con una capacidad de elevación de 30 ton y 27 m de altura máxima de trabajo
Ensamblaje de viaducto (montaje de dovelas, montaje de viaducto)	Viga Lanzadora
	Grúa
Montaje de rieles y subestaciones	Viga Lanzadora
	Grúa
Adecuación de vías	Benitin 120 (Compactador- Roller)
	Terminadora de asfalto (Roller)
	Compactador de llantas (Roller)
	Minicargador
	Vibrocompactador pata de cabra (Roller)
	Vibracompactador (Roller)
	Compresor
	Fresado de pavimento (Roller)
	Martillo neumático de 60 lb
	Motoniveladora (Grader)
	Volquetas de 6 m³

Fuente: Adaptado K2 Ingeniería S.A.S

Tabla 5.2.1-266 Maquinaria que se usará en la sección 4 del tramo 1

Actividad	Maquinaria
Demolición de construcciones	Retroexcavadora sobre orugas
	Bulldozer
	Carrotanque irrigador de agua (Water Truck)
	Retrocargador
	Rockbreaker (Martillo neumático)
Instalación Viga lanzadora	Viga Lanzadora
Preparación para la fundación de columnas	Retroexcavadora sobre orugas
	Volquetas de 6 m³
Perforación, excavación, reforzamiento del suelo y cimentación (llenado de concreto).	Taladro de perforación (Drill Rig)
	Retroexcavadora sobre orugas
	Volquetas de 6 m³
Montaje y fundación de la columna	Concrete pump
	Volquetas de 6 m³
	Grúa autopropulsada de brazo telescópico con una capacidad de elevación de 30 ton y 27 m de altura máxima de trabajo
Ensamblaje de viaducto (montaje de dovelas, montaje de viaducto)	Viga Lanzadora
	Grúa
Montaje de rieles y subestaciones	Viga Lanzadora
	Grúa
Adecuación de vías	Benitin 120 (Compactador- Roller)
	Terminadora de asfalto (Roller)
	Compactador de llantas (Roller)
	Minicargador
	Vibrocompactador pata de cabra (Roller)
	Vibracompactador (Roller)
	Compresor
	Fresado de pavimento (Roller)
	Martillo neumático de 60 lb

Actividad	Maquinaria
	Motoniveladora (Grader)
	Volquetas de 6 m³

Fuente: Adaptado K2 Ingeniería S.A.S

Tabla 5.2.1-267 Maquinaria que se usará en la sección 1 del tramo 2

Actividad	Maquinaria
Demolición de construcciones	Retroexcavadora sobre orugas
	Bulldozer
	Carrotanque irrigador de agua (Water Truck)
	Retrocargador
	Rockbreaker (Martillo neumático)
Instalación Viga lanzadora	Viga Lanzadora
Preparación para la fundación de columnas	Retroexcavadora sobre orugas
	Volquetas de 6 m³
Perforación, excavación, reforzamiento del suelo y cimentación (llenado de concreto).	Taladro de perforación (Drill Rig)
	Retroexcavadora sobre orugas
	Volquetas de 6 m³
Montaje y fundación de la columna	Concrete pump
	Volquetas de 6 m³
	Grúa autopropulsada de brazo telescópico con una capacidad de elevación de 30 ton y 27 m de altura máxima de trabajo
Ensamblaje de viaducto (montaje de dovelas, montaje de viaducto)	Viga Lanzadora
	Grúa
Montaje de rieles y subestaciones	Viga Lanzadora
	Grúa
Adecuación de vías	Benitin 120 (Compactador- Roller)
	Terminadora de asfalto (Roller)
	Compactador de llantas (Roller)
	Minicargador
	Vibrocompactador pata de cabra (Roller)
	Vibracompactador (Roller)
	Compresor
	Fresado de pavimento (Roller)
	Martillo neumático de 60 lb
	Motoniveladora (Grader)
	Volquetas de 6 m³

Fuente: Adaptado K2 Ingeniería S.A.S

Tabla 5.2.1-268 Maquinaria que se usará en la sección 2 del tramo 2

Actividad	Maquinaria
Demolición de construcciones	Retroexcavadora sobre orugas
	Bulldozer
	Carrotanque irrigador de agua (Water Truck)
	Retrocargador
	Rockbreaker (Martillo neumático)
Instalación Viga lanzadora	Viga Lanzadora
Preparación para la fundación de columnas	Retroexcavadora sobre orugas
	Volquetas de 6 m³
Perforación, excavación, reforzamiento del suelo y cimentación (llenado de concreto).	Taladro de perforación (Drill Rig)
	Retroexcavadora sobre orugas
	Volquetas de 6 m³

Actividad	Maquinaria
Montaje y fundación de la columna	Concrete pump
	Volquetas de 6 m³
	Grúa autopropulsada de brazo telescópico con una capacidad de elevación de 30 ton y 27 m de altura máxima de trabajo
Ensamblaje de viaducto (montaje de dovelas, montaje de viaducto)	Viga Lanzadora
	Grúa
Montaje de rieles y subestaciones	Viga Lanzadora
	Grúa
Adecuación de vías	Benitin 120 (Compactador- Roller)
	Terminadora de asfalto (Roller)
	Compactador de llantas (Roller)
	Minicargador
	Vibro compactador pata de cabra (Roller)
	Vibra compactador (Roller)
	Compresor
	Fresado de pavimento (Roller)
	Martillo neumático de 60 lb
	Motoniveladora (Grader)
	Volquetas de 6 m³

Fuente: Adaptado K2 Ingeniería S.A.S

En la Tabla 5.2.1-269 se presentan los valores de emisiones por espectro de frecuencia de los equipos que se utilizarán en cada una estas secciones de trabajo.

Tabla 5.2.1-269 Parámetros acústicos de los equipos idealizados

Maquinaria	31.5 Hz dB (Z) Lw/m²	63 Hz dB (Z) Lw/m²	125 Hz dB (Z) Lw/m²	250 Hz dB (Z) Lw/m²	500 Hz dB (Z) Lw/m²	1000 Hz dB (Z) Lw/m²	2000 Hz dB (Z) Lw/m²	4000 Hz dB (Z) Lw/m²	8000 Hz dB (Z) Lw/m²	Fuente
Buldócer	69.55	64.55	54.55	55.55	62.55	55.55	56.55	46.55	35.55	Ararat to Stawell, 2012
Cargador frontal	54.55	57.55	65.55	63.55	65.55	61.55	60.55	55.55	46.55	Ararat to Stawell, 2012
Retroexcavadoras	75.78	69.78	57.78	56.78	50.78	45.78	39.78	37.78	33.78	Ararat to Stawell, 2012
Retroexcavadora sobre orugas	75.78	69.78	57.78	56.78	50.78	45.78	39.78	37.78	33.78	Ararat to Stawell, 2012
Carrotanque irrigador de agua (Water Truck)	60.59	64.59	62.59	58.59	55.59	52.59	50.59	43.59	43.59	Ararat to Stawell, 2012
Retrocargador	80.55	74.55	62.55	61.55	55.55	50.55	44.55	42.55	38.55	Ararat to Stawell, 2012
Rockbreaker (Martillo neumático)	107.92	94.72	84.62	77.12	71.72	68.52	67.32	67.52	69.62	SLR Consulting Australia, 2012
Viga Lanzadora	101.14	87.94	77.84	70.34	64.94	61.74	60.54	60.74	62.84	Ccaltrans, s.f
Volquetas de 6 m³	87.00	82.00	80.00	76.00	73.00	70.00	68.00	61.00	56.00	Ararat to Stawell, 2012
Taladro de perforación (Drill Rig)	103.96	90.76	80.66	73.16	67.76	64.56	63.36	63.56	65.66	Caltrans, 2016
Concrete pump	89.44	76.24	66.14	58.64	53.24	50.04	48.84	49.04	51.14	SLR Consulting Australia, 2012
Grúa autopropulsada de brazo telescópico con una capacidad de elevación de 30 ton y 27 m de altura máxima de trabajo	99.28	86.08	75.98	68.48	63.08	59.88	58.68	58.88	60.98	Caltrans, 2016
Grúa	99.28	86.08	75.98	68.48	63.08	59.88	58.68	58.88	60.98	Caltrans, 2016
Benitin 120 (Compactador- Roller)	56.56	51.56	54.56	60.56	57.56	53.56	49.56	42.56	34.56	Ararat to Stawell, 2012
Terminadora de asfalto (Roller)	57.59	52.59	55.59	61.59	58.59	54.59	50.59	43.59	35.59	Ararat to Stawell, 2012
Compactador de llantas (Roller)	56.56	51.56	54.56	60.56	57.56	53.56	49.56	42.56	34.56	Ararat to Stawell, 2012
Minicargador	57.56	60.56	68.56	66.56	68.56	64.56	63.56	58.56	49.56	Ararat to Stawell, 2012
Vibro compactador pata de cabra (Roller)	59.99	54.99	57.99	63.99	60.99	56.99	52.99	45.99	37.99	Ararat to Stawell, 2012
Vibra compactador (Roller)	60.19	55.19	58.19	64.19	61.19	57.19	53.19	46.19	38.19	Ararat to Stawell, 2012
Compresor	50.99	55.79	59.69	57.19	54.79	51.59	48.39	39.59	34.69	Estante, 2013
Fresado de pavimento (Roller)	61.53	56.53	59.53	65.53	62.53	58.53	54.53	47.53	39.53	Ararat to Stawell, 2012
Martillo neumático de 60 lb	107.92	94.72	84.62	77.12	71.72	68.52	67.32	67.52	69.62	SLR Consulting Australia, 2012
Motoniveladora (Grader)	70.63	65.63	64.63	55.63	48.63	45.63	43.63	34.63	25.63	Ararat to Stawell, 2012

Fuente: (K2 INGENERÍA S.A.S, 2017)

Escenario operación del proyecto

- Enfoque de las simulaciones.

Este escenario se realizó teniendo como referencia la línea base y los parámetros acústicos del metro que se utilizará en la etapa de operación de la primera línea del metro de Bogotá. Para seleccionar el estándar de tráfico ferroviario y el tipo de tren se realizó una búsqueda en las bases de datos del software de modelación teniendo en cuenta las características del tren de Bogotá. Se seleccionó el estándar NMPB Fer 2008 porque los proveedores que suministraran este tipo de trenes son de Francia. Se realizó este procedimiento ya que en el momento de la realización de este estudio no se tenía definido de forma concreta el tipo de tren a utilizar en el proyecto PLMB. Adicionalmente se tuvo en cuenta el flujo vehicular descrito para la línea base y el tráfico proyectado para el año 2042 sobre la Avenida Caracas y otras vías de la ciudad de Bogotá (entregados por el cliente). Estos son los dos tipos de fuentes relevantes que corresponden a la operación del proyecto.

El material rodante (metro) que se usará para este proyecto cuenta con las siguientes especificaciones técnicas:

Tabla 5.2.1-270 Especificaciones de equipo

Equipo	MI79-Z8100					
Identificación	Z8100					
Velocidad máxima (km/h)	140					
Longitud (m)	104.1					
Tipo de frenado	suelas de material compuesto					
Punto de medición	d : 25 m					
	h : 3.5 m					
Numero de boguies	8					
Espaciamiento (m)	12					
Velocidad (km/h)	90					
Variación (V/vref)	30 * log 10					
Frecuencia (Hz)	125	25	500	1000	2000	4000
Potencia (dB)	105.1	103.8	108.8	106.9	98.8	91.7

Fuente: SNCF, 2012

Tabla 5.2.1-271 Niveles de potencia sonora y espectros de frecuencia

frecuencia (Hz)	100	125	160	200	250	315
potencia (dB)	65.9	67.9	71.1	68.5	68.6	68.9
frecuencia (Hz)	400	500	630	800	1000	1250
potencia (dB)	69.1	71.6	74.4	73.3	70	66.7
frecuencia (Hz)	1600	2000	2500	3150	4000	5000
potencia (dB)	62.7	61.9	59	55.8	53.2	51.2

Fuente: SNCF, 2012

Es de resaltar que entre el modelo se consideró la proyección promedio diaria de tráfico, la cual se estimó a partir de la tasa de crecimiento promedio de la ciudad de Bogotá. Es por ello que los aportes resultantes en el escenario de operación con línea base podría presentar incrementos significativos.

- Receptores Sensibles

Los receptores sensibles fueron localizados en los puntos donde se proyecta la ubicación de las estaciones del metro. El monitoreo de ruido ambiental, consistió en mediciones de 15 minutos de duración, para obtener la información de ruido ambiental asociado a los diferentes tipos de fuentes en 18 puntos, diferenciando los periodos diurno y nocturno de conformidad con la Resolución 0627 de abril de 2006 expedida por el antes Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial (MAVDT) hoy Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible (MADS) y teniendo en cuenta las consideraciones metodológicas de la norma UNE-ISO 1996:2009 (Acústica - Descripción, medición y evaluación del ruido ambiental Parte 2: Determinación de los niveles de Ruido Ambiental). (Ver Figura 5.2.1-365).

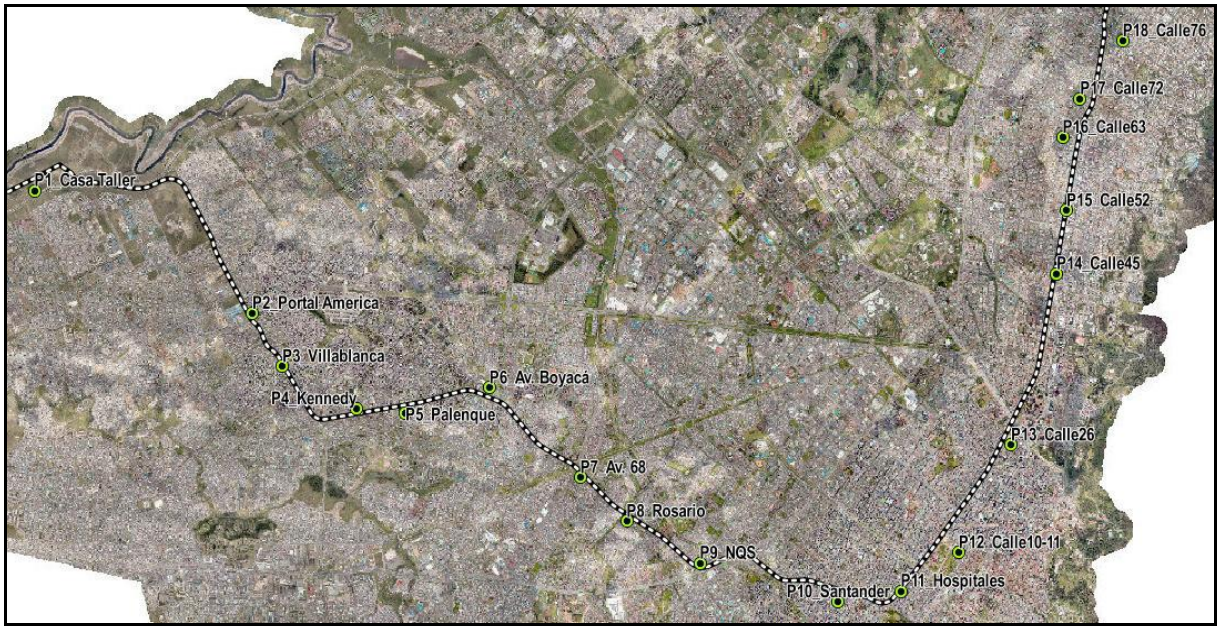


Figura 5.2.1-365 Estaciones de monitoreo de ruido ambiental (receptores sensibles)
Fuente: Monitoreo de ruido ambiental PLMB, 2017.

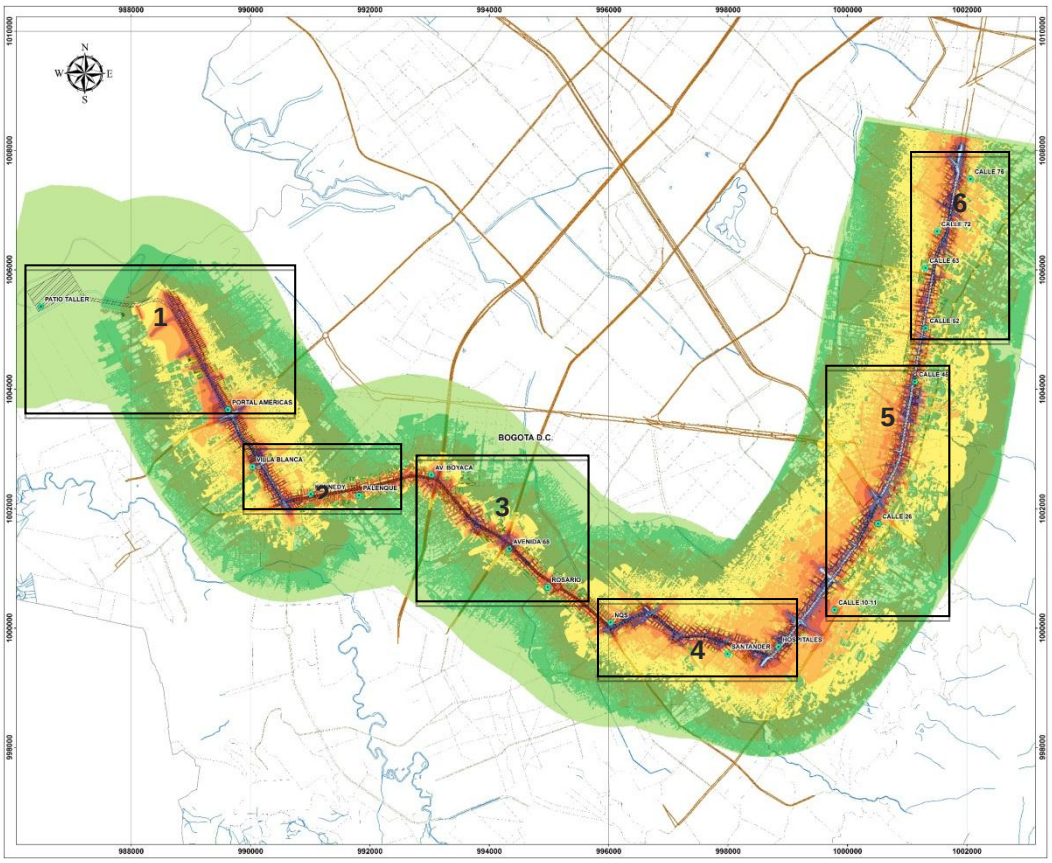
Adicionalmente, como se mencionó en el numeral 5.2.1.19.1 en el trazado se identificaron dos sectores de mayor sensibilidad (Sector A. Tranquilidad y Silencio), correspondientes a la zona adyacente a la estación Hospitales y Keneddy, por la presencia de centros de atención a la salud especializada.

5.2.1.21.7.8 Resultados de Modelación

Escenario Línea Base

- Indicador LAeqd

Los resultados del modelo para el período diurno (incluyendo ordinarios y dominicales) en el escenario I, muestran valores desde 35 dB (A) hasta 80.1 dB (A) dentro de la vía de la PLMB. en los puntos denominados Portal de las Américas y NQS hasta la calle 76 se presenta un incremento en los aportes de ruido desde los 75 dB (A) hasta los mayores o iguales a 80.1 dB (A).


1
2
3
4
5
6
PATIO TALLER
PORTAL AMERICAS
VILLA BLANCA
KENNEDY
PALENQUE
BOGOTA D.C.
AV. BOYACA
AVENIDA 68
ROSARIO
NQS
SANTANDER
CALLE 26
CALLE 10-11
CALLE 45
CALLE 63
CALLE 72
CALLE 76

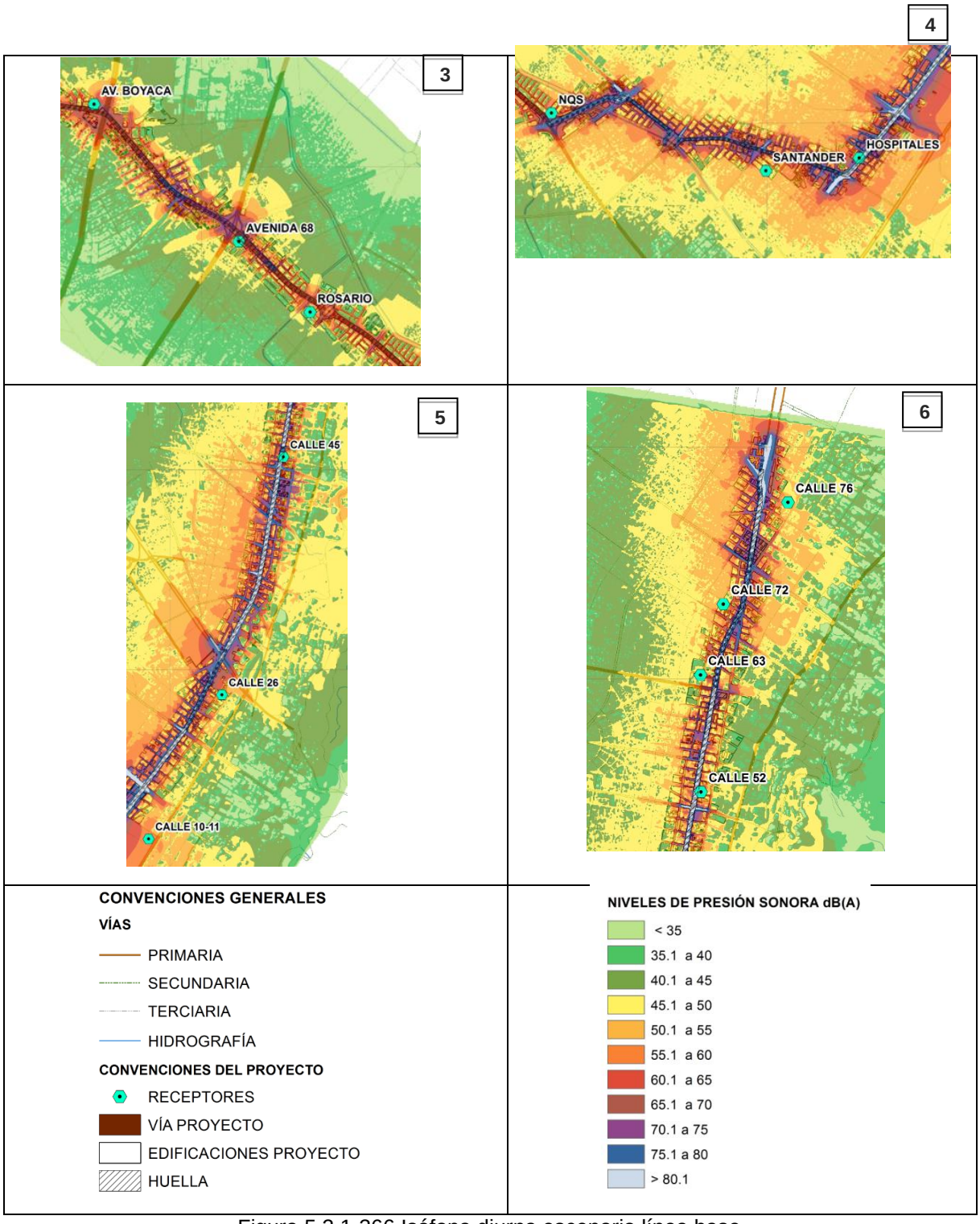


Figura 5.2.1-366 Isófona diurna escenario línea base
Fuente: K2 Ingeniería S.A.S

A continuación, se muestran resultados de la modelación del horario diurno para el escenario de línea base. Se puede evidenciar un nivel máximo en el punto denominado calle 52 con 80.60 dB (A).

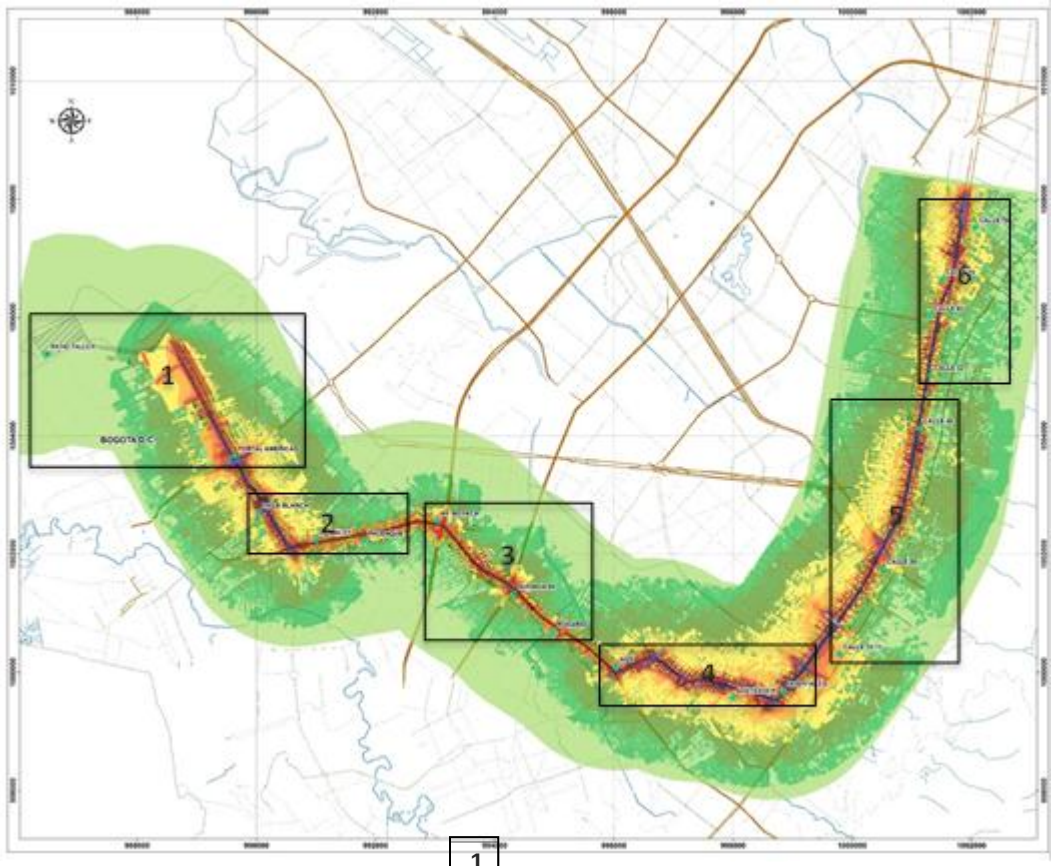
Tabla 5.2.1-272 Aportes modelación línea base (LAeqd)

Puntos	Aportes modelo línea base (dB A) LAeqd
P1_ Patio-Taller	12,50
P2_Portal América	74,90
P3_Villablanca	71,70
P4_Kennedy	61,30
P5_Palenque	56,20
P6_Av, Boyacá	57,80
P7_Av, 68	54,10
P8_Rosario	55,50
P9_NQS	64,60
P10_Santander	56,30
P11_Hospitales	78,60
P12_Calle10-11	60,20
P13_Calle26	63,30
P14_Calle45	74,70
P15_Calle52	80,60
P16_Calle63	42,80
P17_Calle72	55,50
P18_Calle76	54,90

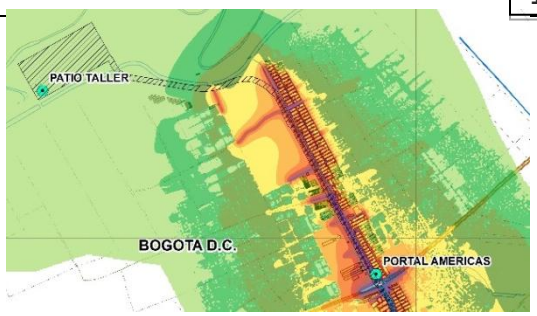
Fuente: K2 Ingeniería S.A.S

- Indicador LAeqn

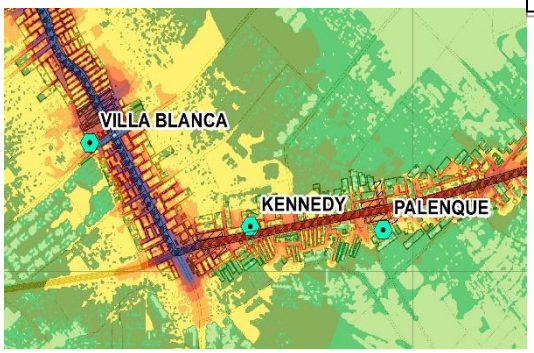
Los resultados del modelo para el período nocturno muestran que los niveles de presión sonora son menores de 75 dB(A) exceptuando la vía junto al Portal Américas y las calles 10 y 11 en los cuales se presentaron valores más altos hasta de 80.1 dB(A).


1
2
3
4
5
6
BOGOTA D.C.

1


PATIO TALLER
BOGOTA D.C.
PORTAL AMERICAS

2


VILLA BLANCA
KENNEDY
PALENQUE

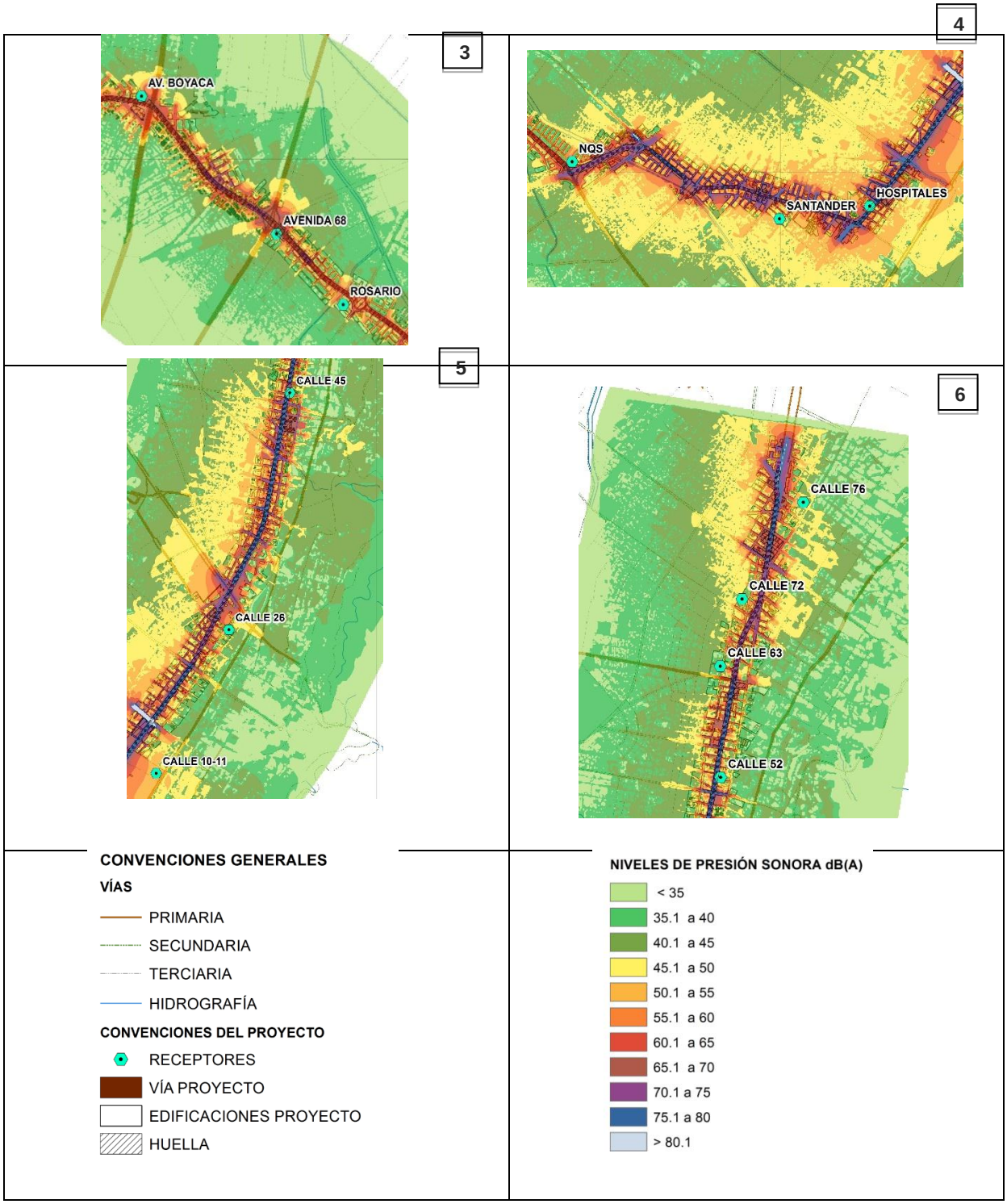


Figura 5.2.1-367 Isófona nocturna escenario línea base
Fuente: K2 Ingeniería S.A.S

En la Tabla 5.2.1-273 se presentan los resultados de la modelación del escenario nocturno, en la cual se evidencia niveles más altos en los receptores identificados como calle 52 y hospitales con niveles de 75,40 dB (A) y 73.90 dB (A), respectivamente.

Tabla 5.2.1-273 Aportes modelación línea base LAeqn

Puntos	Aportes modelo línea base (dB A) LAeqn
P1_ Patio-Taller	12,3
P2_Portal América	72,8
P3_Villablanca	70
P4_Kennedy	59,1
P5_Palenque	52,5
P6_Av, Boyacá	54,4
P7_Av, 68	50,6
P8_Rosario	51,9
P9_NQS	60,9
P10_Santander	57,1
P11_Hospitales	73,9
P12_Calle10-11	55,2
P13_Calle26	58,6
P14_Calle45	69,4
P15_Calle52	75,4
P16_Calle63	37,4
P17_Calle72	50,3
P18_Calle76	49,8

Fuente: K2 Ingeniería S.A.S

Escenario de Construcción

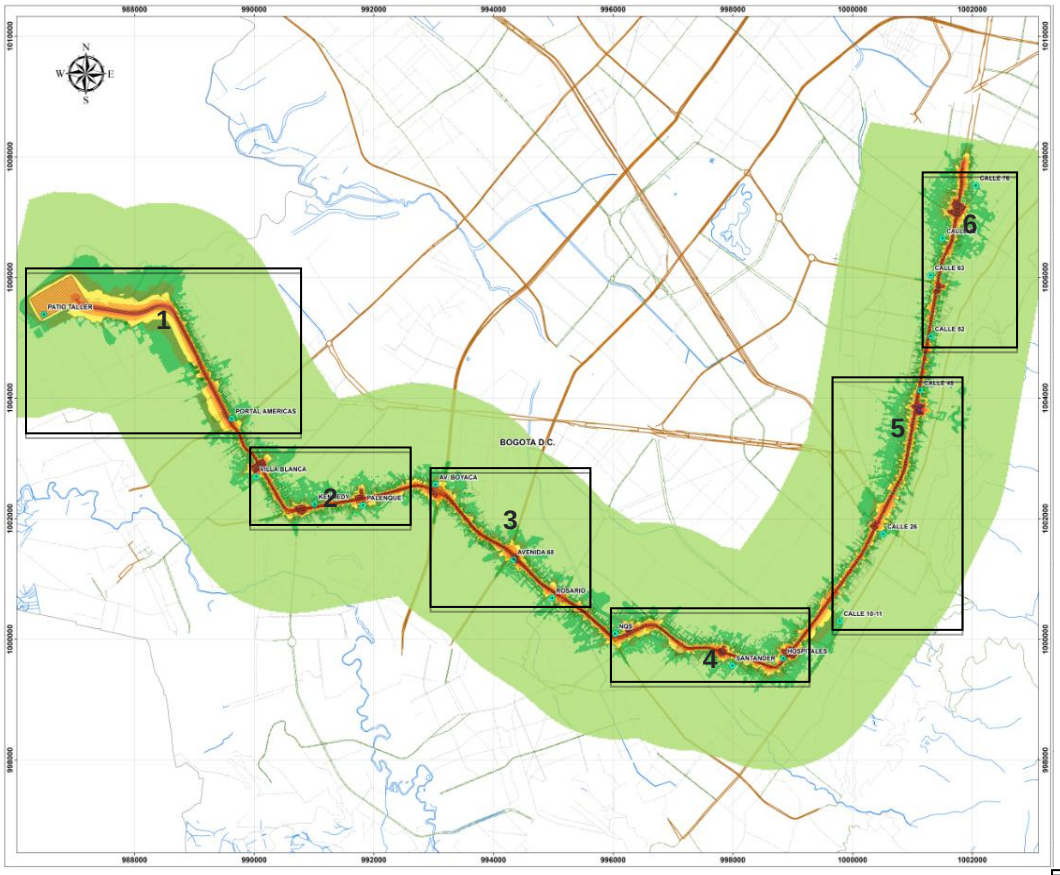
El análisis de los siguientes indicadores se realizó teniendo en cuenta los estándares máximos permisibles para garantizar tranquilidad y ruido moderado (emisión de ruido) en el entorno, establecido según resolución 0627 de 7 de abril de 2006. Los resultados de la simulación se presentan en esta sección. Los niveles de ruido que corresponden a este escenario incluyen los aportes de la construcción del proyecto más la línea base. Es de resaltar que el modelo se desarrolló considerando todas las actividades constructivas en el periodo diurno.

Aportes de Construcción

- Indicador LAeqd.

Los resultados del modelo para el período diurno muestran los niveles de presión sonora que se podrían presentar en un rango desde 35 dB(A) hasta 75 dB(A). Los valores más altos se presentarían junto a la calle 45 con carrera 14. En general dentro del área de influencia, los aportes de presión sonora más altos se podrían presentar sobre la vía en la que se llevará a cabo el proyecto. En la siguiente figura se presenta la propagación de ruido LAeqd de este escenario

donde se puede observar la huella acústica que se puede presentar con las actividades planteadas a realizar



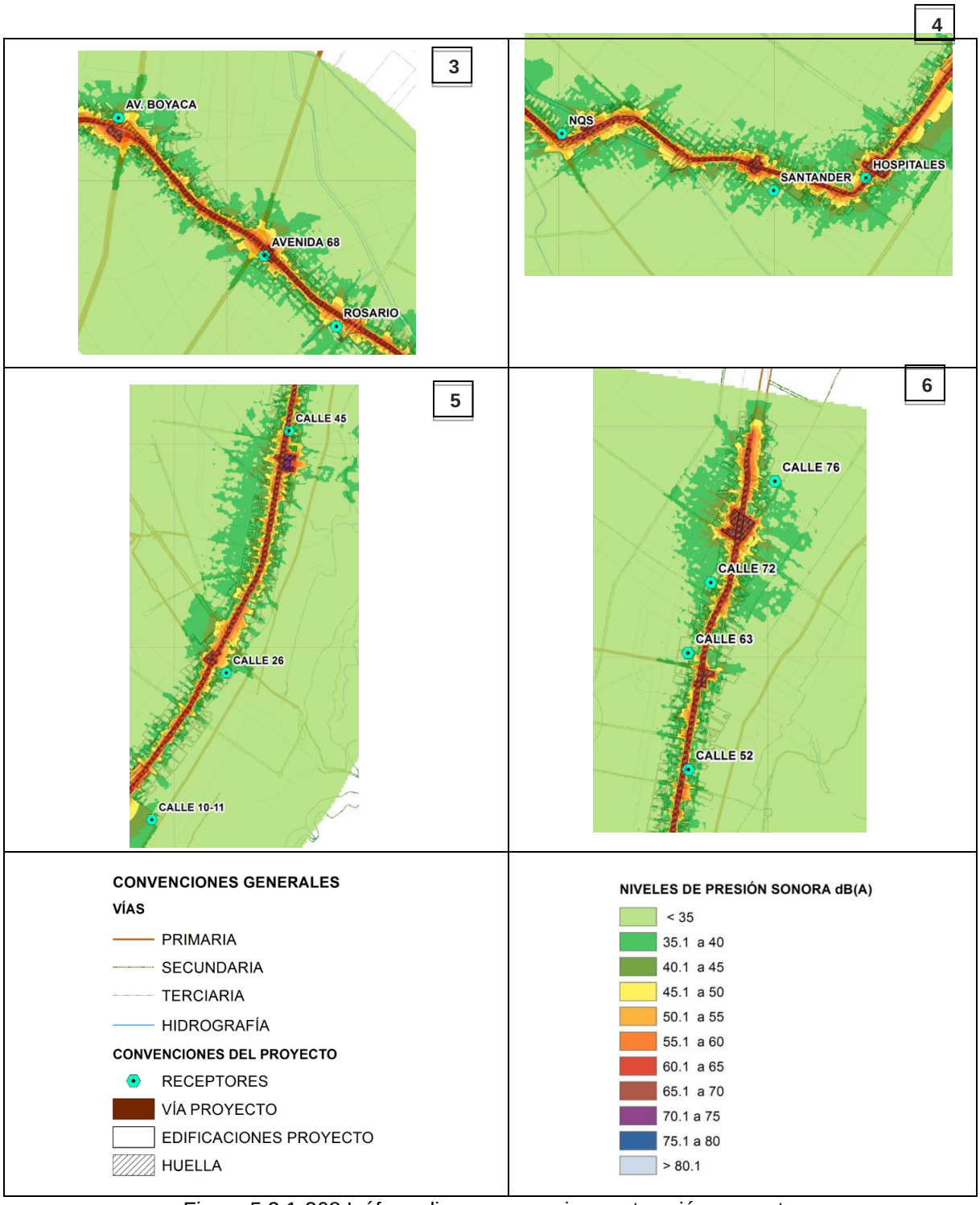


Figura 5.2.1-368 Isófona diurna escenario construcción proyecto
Fuente: K2 Ingeniería S.A.S

De acuerdo con los aportes de modelación presentados en la Tabla 5.2.1-274 se puede evidenciar niveles máximos hasta de 64.5 dB (A) que se presentarían durante el escenario de construcción especialmente en el punto identificado como Calle 52.

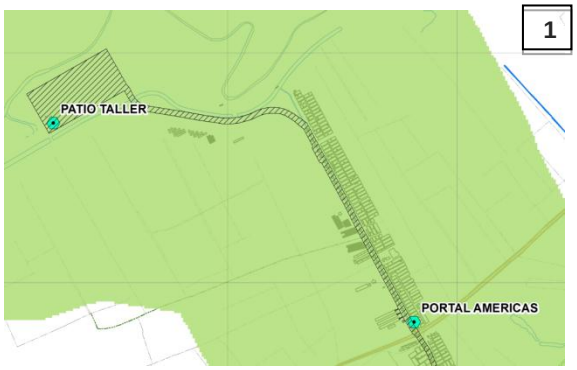
Tabla 5.2.1-274 Aportes modelación escenario construcción LAeqd

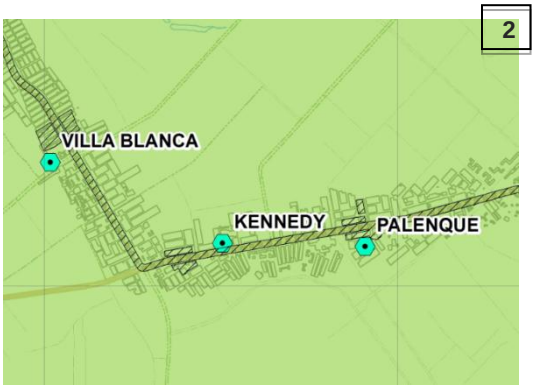
Puntos	Aportes modelo construcción [dB (A)] LAeqd
P1_ Patio-Taller	54,1
P2_Portal América	54,7
P3_Villablanca	58,6
P4_Kennedy	42,5
P5_Palenque	44,5
P6_Av, Boyacá	39
P7_Av, 68	44,9
P8_Rosario	43
P9_NQS	42,7
P10_Santander	37,5
P11_Hospitales	59,1
P12_Calle10-11	39,7
P13_Calle26	42,2
P14_Calle45	60,4
P15_Calle52	64,5
P16_Calle63	26
P17_Calle72	38,6
P18_Calle76	35,2

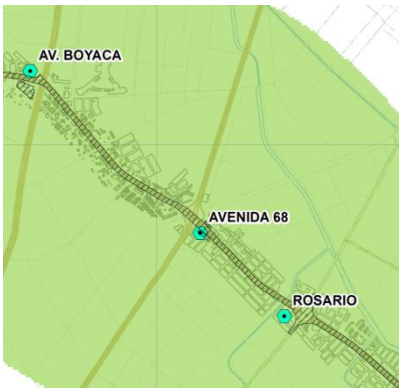
Fuente: K2 Ingeniería S.A.S

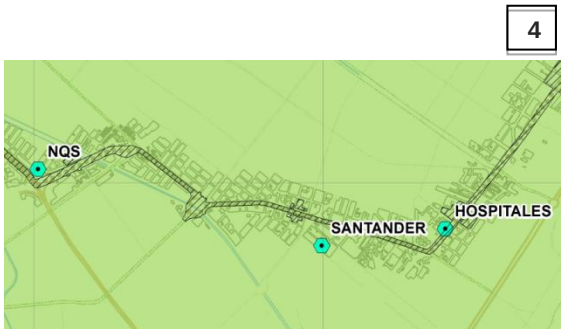
- Indicador LAeqn.

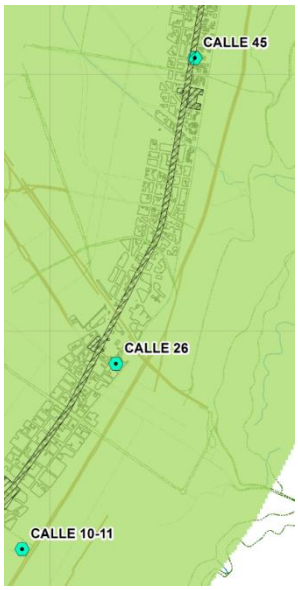
En la Figura 5.2.1-369 se muestra la propagación de ruido nocturna que se puede dar en el tiempo que se realice la construcción del proyecto. Los niveles de presión sonora que se podrían presentar alrededor del área del proyecto estarían por debajo de los 35 dB(A).Es de resaltar que en el modelo se consideraron todas las actividades constructivas en el periodo diurno.

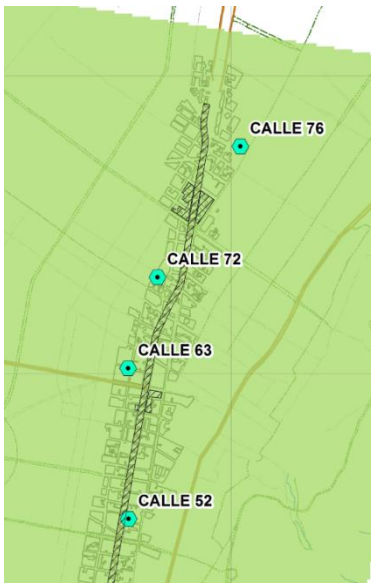

1
PATIO TALLER
PORTAL AMERICAS


2
VILLA BLANCA
KENNEDY
PALENQUE


3
AV. BOYACA
AVENIDA 68
ROSARIO


4
NQS
SANTANDER
HOSPITALES


5
CALLE 45
CALLE 26
CALLE 10-11


6
CALLE 76
CALLE 72
CALLE 63
CALLE 52

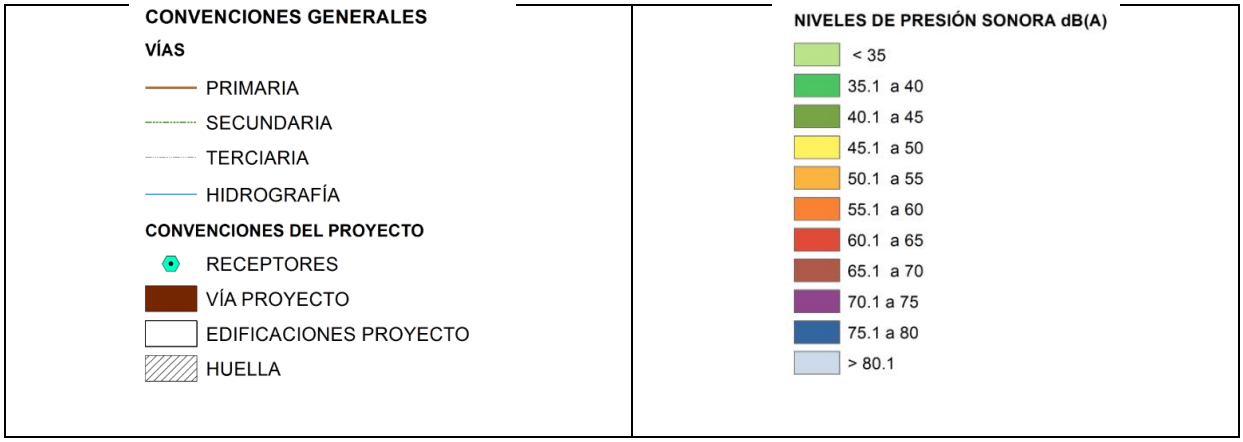


Figura 5.2.1-369 Isófona nocturna escenario construcción proyecto
Fuente: K2 Ingeniería S.A.S

En la Tabla 5.2.1-275 se presentan los aportes de ruido durante el horario nocturno los cuales son iguales a 0 dB(A), teniendo en cuenta que se consideró un límite de horario para el proceso de construcción correspondiente a la jornada diurna basados en lo estipulado por la resolución 0627 de 2006.

Tabla 5.2.1-275 Aportes modelación escenario construcción LAeqd

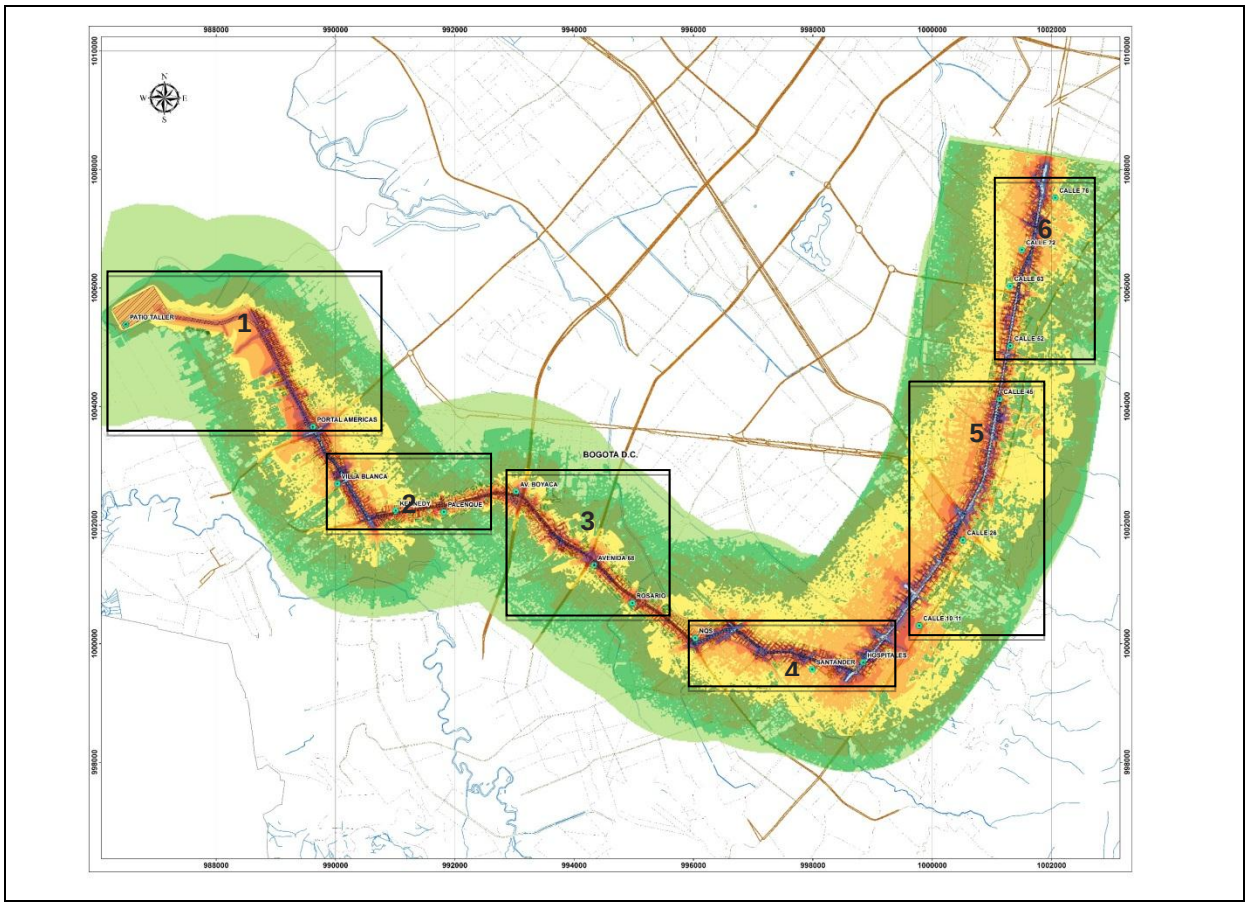
Puntos	Aportes modelo construcción [dB (A)] LAeqn
P1_ Patio-Taller	0
P2_Portal América	0
P3_Villablanca	0
P4_Kennedy	0
P5_Palenque	0
P6_Av, Boyacá	0
P7_Av, 68	0
P8_Rosario	0
P9_NQS	0
P10_Santander	0
P11_Hospitales	0
P12_Calle10-11	0
P13_Calle26	0
P14_Calle45	0
P15_Calle52	0
P16_Calle63	0
P17_Calle72	0
P18_Calle76	0

Fuente: K2 Ingeniería S.A.S

Aportes de Construcción Más La Línea Base

- Indicador LAeqd

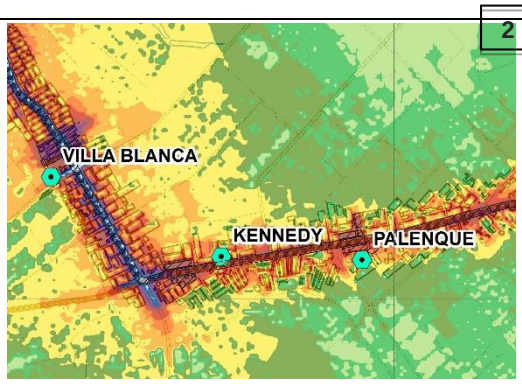
Los resultados del modelo para el período diurno muestran niveles de presión sonora que se presentarían entre 35 dB(A) hasta 80,1 dB(A). Los valores más altos se presentan junto a la zona denominada Hospitales y por la vía de la calle 72. En general dentro del área de influencia, los aportes de presión sonora más altos se podrían presentar sobre la vía en la que se llevará a cabo el proyecto (Ver Figura 5.2.1-370).



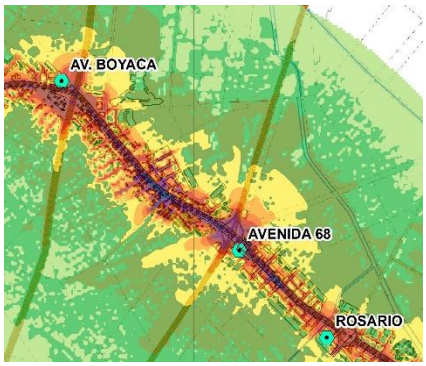
1

PATIO TALLER
PORTAL AMERICAS

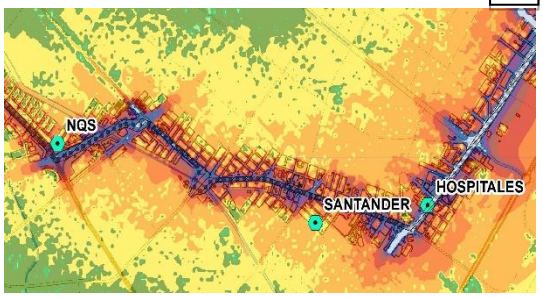
2


VILLA BLANCA
KENNEDY
PALENQUE

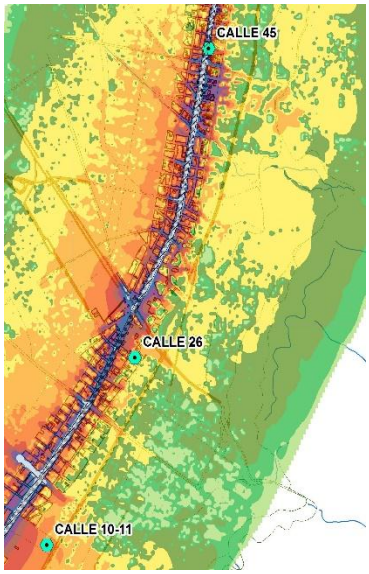
3


AV. BOYACA
AVENIDA 68
ROSARIO

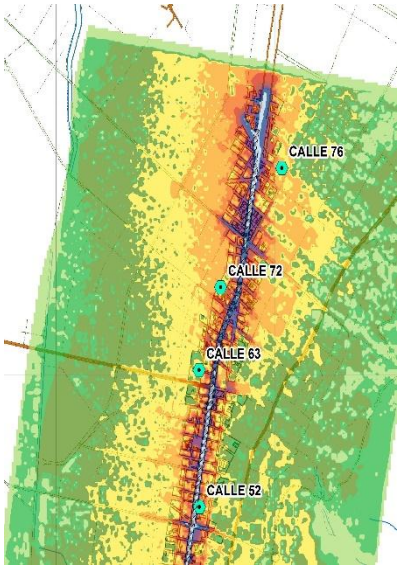
4


NQS
SANTANDER
HOSPITALES

5


CALLE 45
CALLE 26
CALLE 10-11

6


CALLE 76
CALLE 72
CALLE 63
CALLE 52

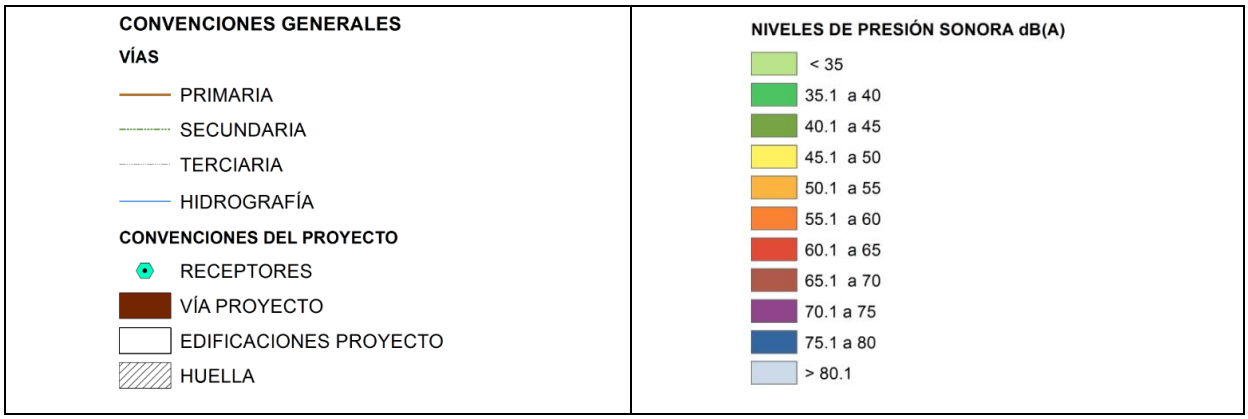


Figura 5.2.1-370 Isófona diurna escenario construcción proyecto + línea base
Fuente: K2 Ingeniería S.A.S

En la Tabla 5.2.1-276 se presentan los resultados de la modelación realizada para el periodo diurno, teniendo en cuenta el proceso de construcción que se realizará y la línea base planteada anteriormente. De estos niveles se resalta el punto de la calle 52 en el cual se presentaría el nivel de aporte más alto con 85,50 dB(A).

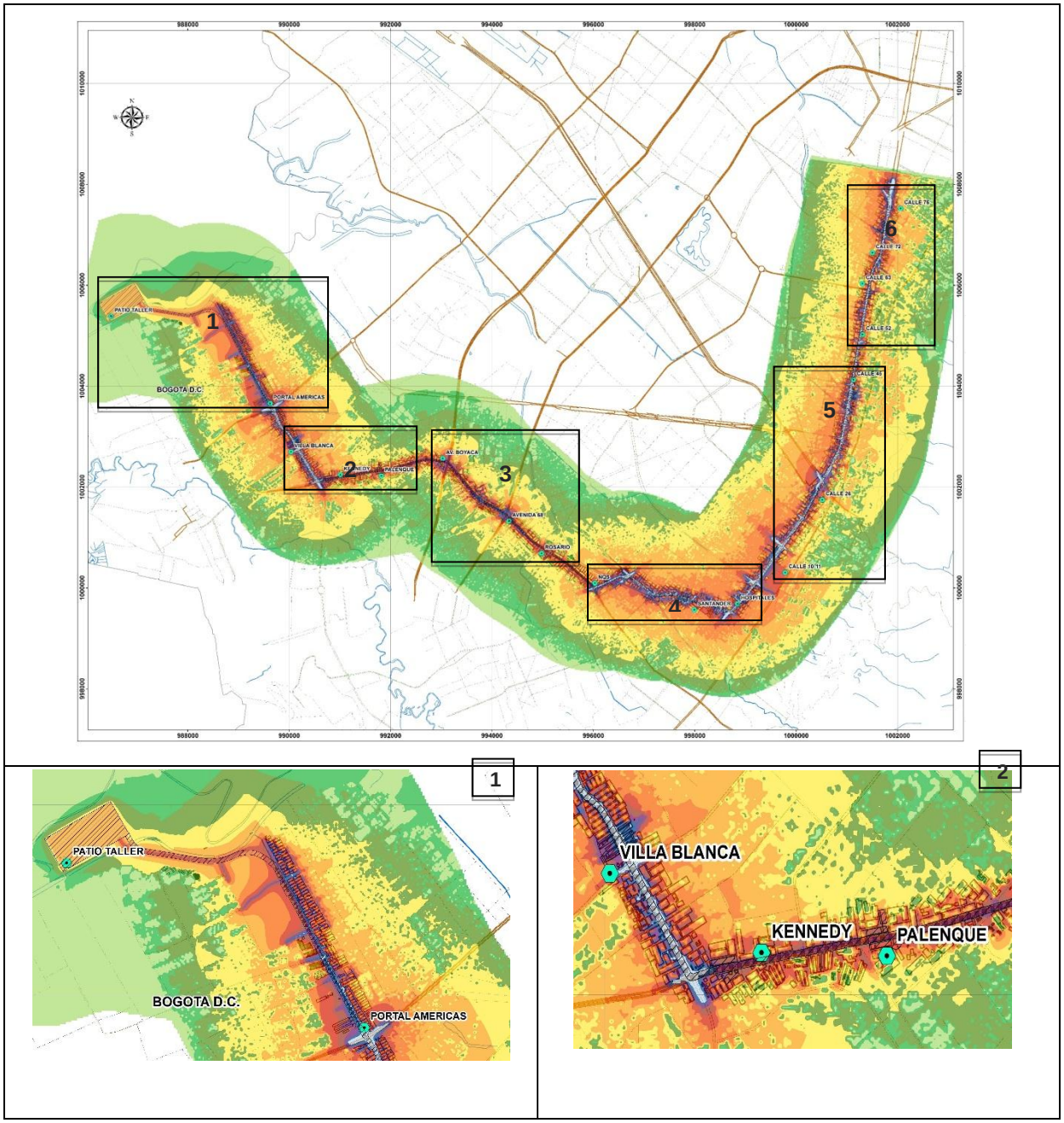
Tabla 5.2.1-276 Aportes modelación escenario construcción + línea base LAeqn

Puntos	Aportes modelo construcción + línea base [dB (A)] LAeqd
P1_ Patio-Taller	54,1
P2_Portal América	75
P3_Villablanca	76
P4_Kennedy	73,8
P5_Palenque	69,6
P6_Av, Boyacá	74,6
P7_Av, 68	67,6
P8_Rosario	67,8
P9_NQS	71,2
P10_Santander	67,1
P11_Hospitales	83,1
P12_Calle10-11	63,9
P13_Calle26	69
P14_Calle45	81,2
P15_Calle52	85,5
P16_Calle63	47,4
P17_Calle72	61,2
P18_Calle76	57,8

Fuente: K2 Ingeniería S.A.S

- Indicador LAeqn

En la Figura 5.2.1-371 se muestra la propagación de ruido nocturna que se puede dar en el tiempo que se realice la construcción del proyecto. Los niveles de presión sonora que se podrían presentar alrededor del área del proyecto serian de hasta 80,1 dB(A). Teniendo en cuenta los aportes de ruido de la construcción más la línea base en el periodo diurno, los aportes del periodo nocturno no serán mayores en especial por los tramos del punto denominado Villa Blanca, Hospitales, calle 26 y calle 72.



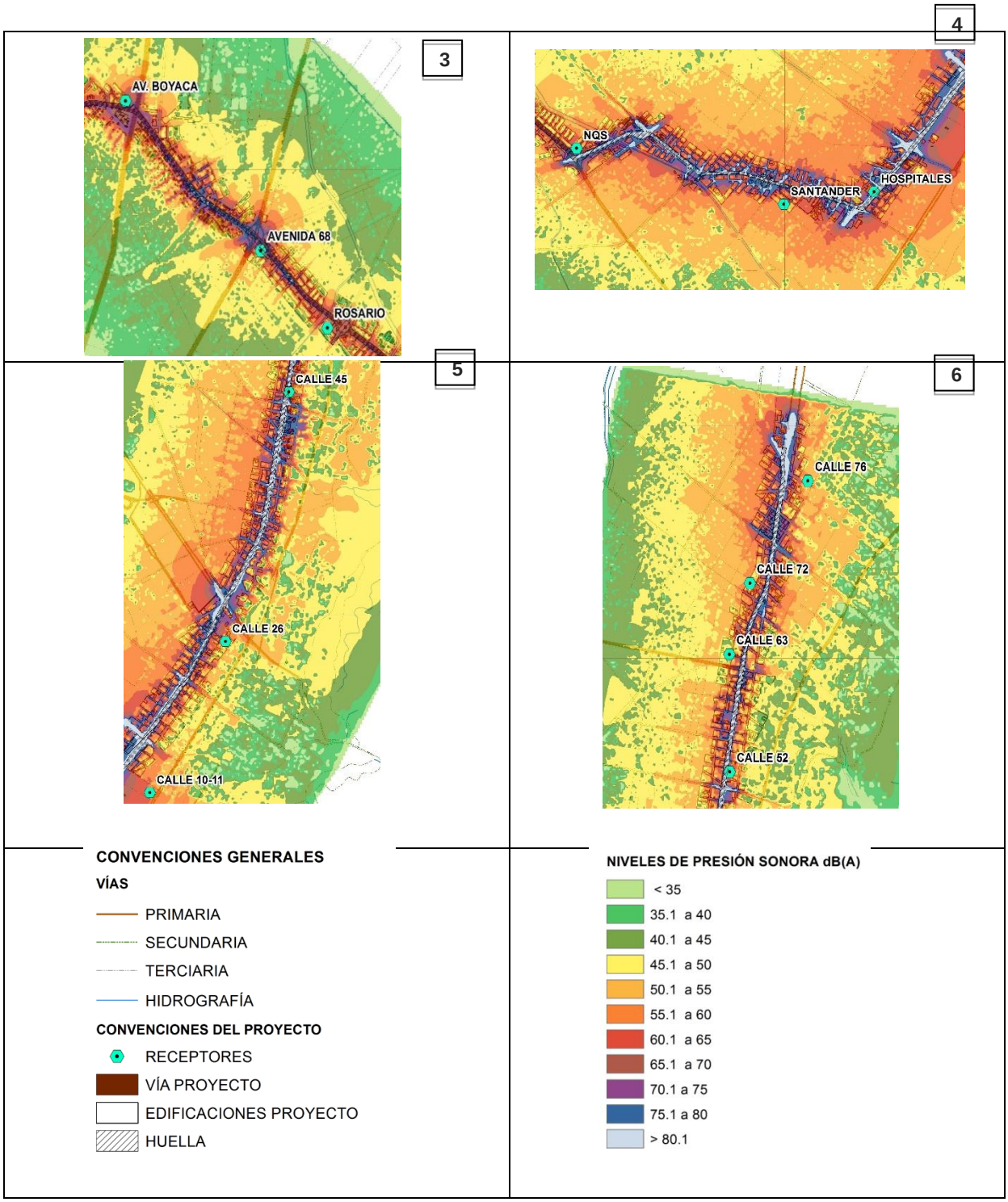


Figura 5.2.1-371 Isófona nocturna escenario construcción proyecto + línea base
Fuente: K2 Ingeniería S.A.S

A continuación, se muestran los aportes de presión sonora durante el periodo nocturno. En este escenario los niveles resultantes se presentarían entre 12,30 dB (A) hasta 80,20 dB (A) en la zona de la calle 52.

Tabla 5.2.1-277 Aportes modelación escenario construcción + línea base LAeqd

Puntos	Aportes modelo construcción+ línea base [dB (A)] LAeqn
P1_ Patio-Taller	12,3
P2_Portal América	73
P3_Villablanca	74,7
P4_Kennedy	71,5
P5_Palenque	66,8
P6_Av, Boyacá	71,1
P7_Av, 68	64
P8_Rosario	64,1
P9_NQS	67,2
P10_Santander	70,5
P11_Hospitales	78,2
P12_Calle10-11	59,5
P13_Calle26	64
P14_Calle45	75,8
P15_Calle52	80,2
P16_Calle63	41,9
P17_Calle72	55,8
P18_Calle76	52,5

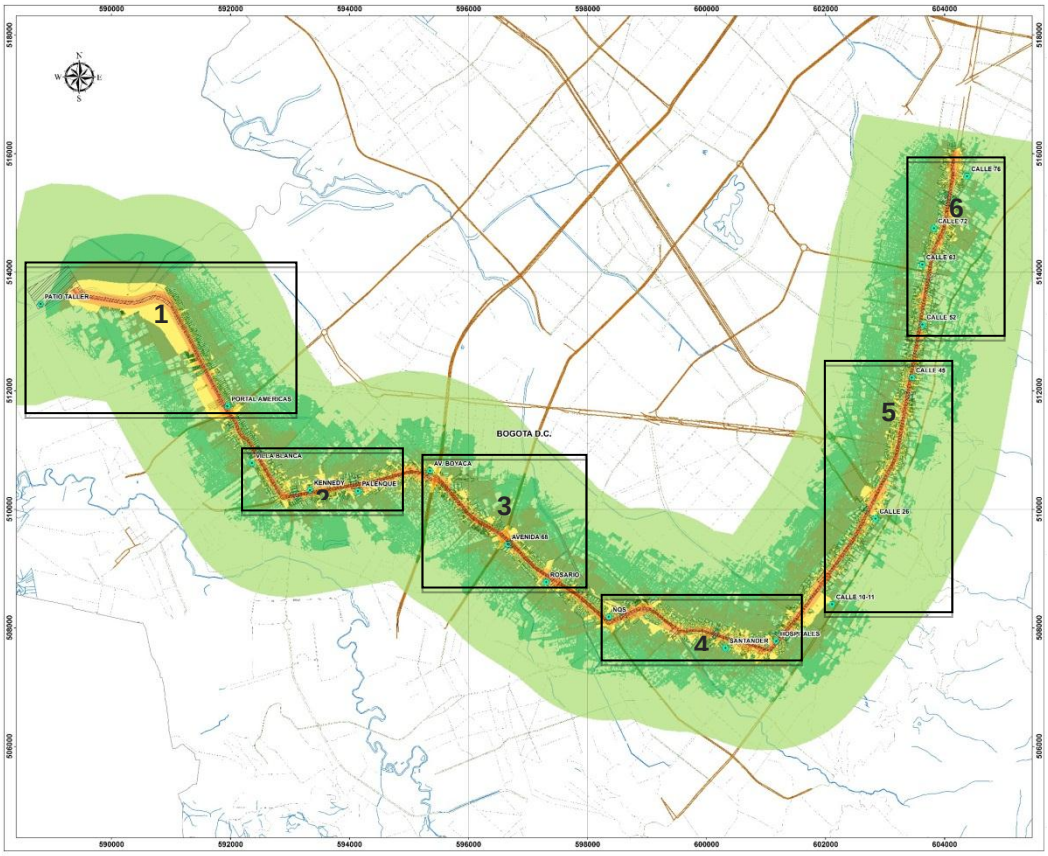
Fuente: K2 Ingeniería S.A.S

Escenario operación de proyecto

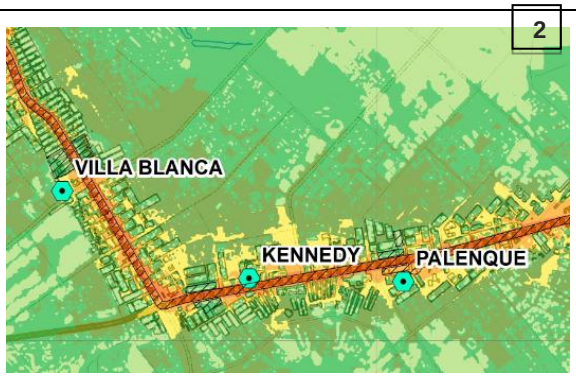
Aportes de Operación del Metro

- Indicador LAeqd

Durante la etapa de operación del metro se presentarían niveles de ruido hasta de 65 dB (A) sobre el trayecto vial que comprende el proyecto. En la Figura 5.2.1-372 se muestra la propagación de ruido del periodo LAeqd con operación del metro en la ciudad de Bogotá. Teniendo en cuenta que el modelo se desarrolló simulando una emisión correspondiente al tren de referencia NMPB Fer, la propagación del ruido obtenida en el modelo corresponde al aporte resultante de la operación del proyecto sin medidas de mitigación asociadas al diseño de la PLMB. Adicionalmente, este escenario se desarrolló con la proyección del tráfico vehicular en la zona de estudio, obtenida a partir de la tasa promedio de crecimiento de Bogotá.


1
2
3
4
5
6
PATIO TALLER
PORTAL AMERICAS
VILLA BLANCA
KENNEDY
PALENQUE
AV. BOYACA
AVENIDA 68
ROSARIO
NQS
SANTANDER
HOSPITALES
CALLE 10-11
CALLE 26
CALLE 45
CALLE 63
CALLE 72
CALLE 76
BOGOTA D.C.

1
PATIO TALLER
PORTAL AMERICAS


2
VILLA BLANCA
KENNEDY
PALENQUE

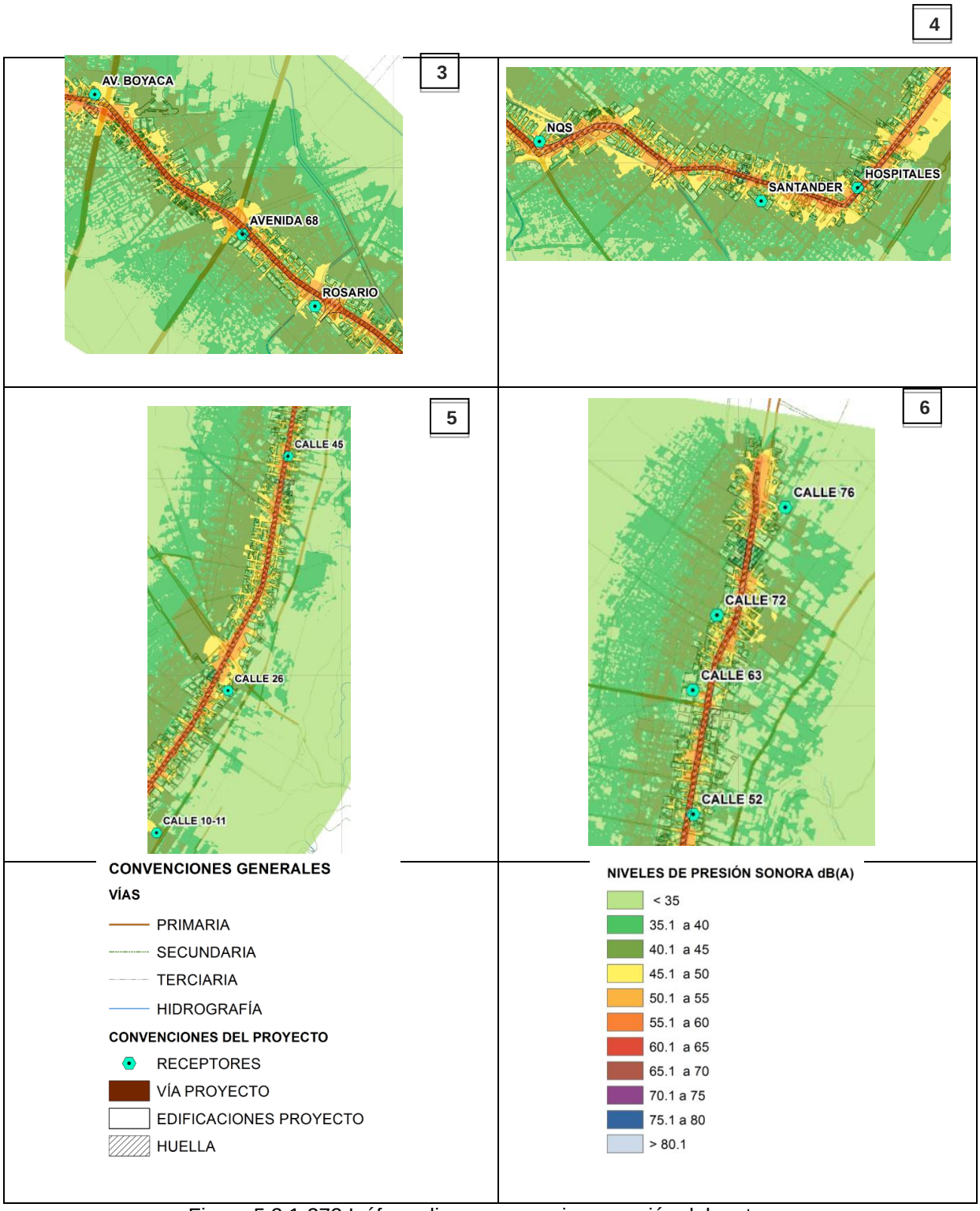


Figura 5.2.1-372 Isófona diurna escenario operación del metro
Fuente: K2 Ingeniería S.A.S

Durante el escenario de operación los niveles de presión sonora comprenderían un rango desde 23.40 dB(A) hasta 59.30 dB(A), siendo este el punto en el cual se presentarían los mayores aportes por parte de la operación del metro.

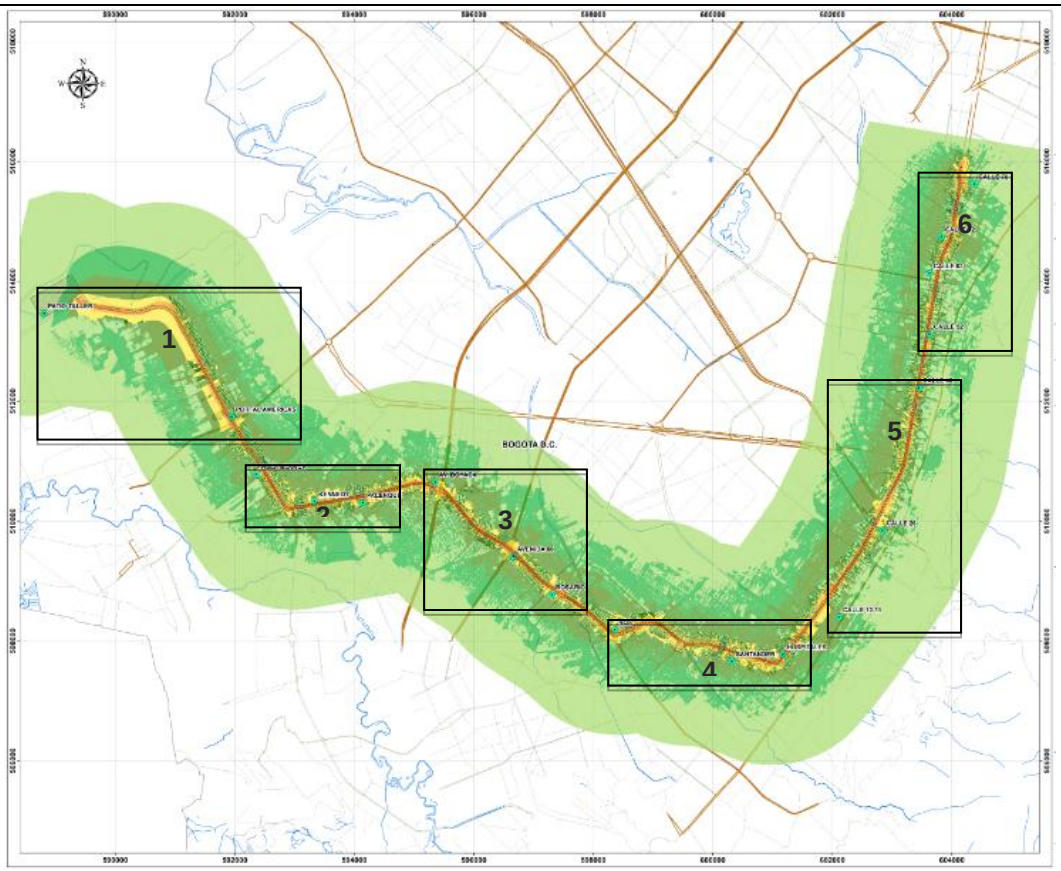
Tabla 5.2.1-278 Aportes modelación escenario operación LAeqn

Puntos	Aportes modelo operación [dB (A)] LAeqd
P1_ Patio-Taller	34,20
P2_Portal América	52,30
P3_Villablanca	56,20
P4_Kennedy	50,30
P5_Palenque	48,70
P6_Av, Boyacá	46,00
P7_Av, 68	39,90
P8_Rosario	47,10
P9_NQS	50,40
P10_Santander	45,10
P11_Hospitales	56,90
P12_Calle10-11	44,00
P13_Calle26	45,10
P14_Calle45	56,60
P15_Calle52	59,30
P16_Calle63	23,40
P17_Calle72	42,40
P18_Calle76	39,80

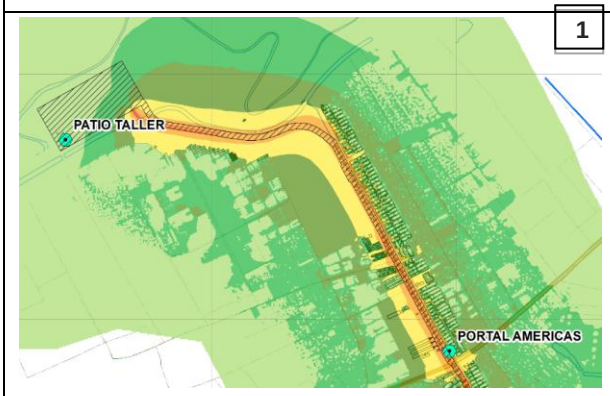
Fuente: K2 Ingeniería S.A.S

- Indicador LAeqn

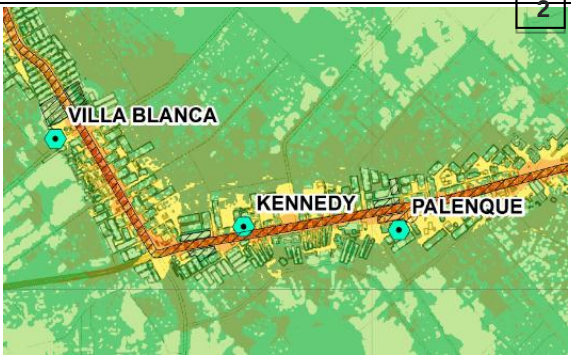
Durante la operación del metro en el periodo nocturno se podrían presentar niveles de ruido entre los 35 dB (A) hasta los 65 dB (A) por las vías estipuladas para su recorrido. En la siguiente figura se presenta el comportamiento de la propagación de ruido del periodo LAeqn donde se puede apreciar el área de influencia mencionada.


1
2
3
4
5
6
BOGOTA D.C.

1


PATIO TALLER
PORTAL AMERICAS

2


VILLA BLANCA
KENNEDY
PALENQUE

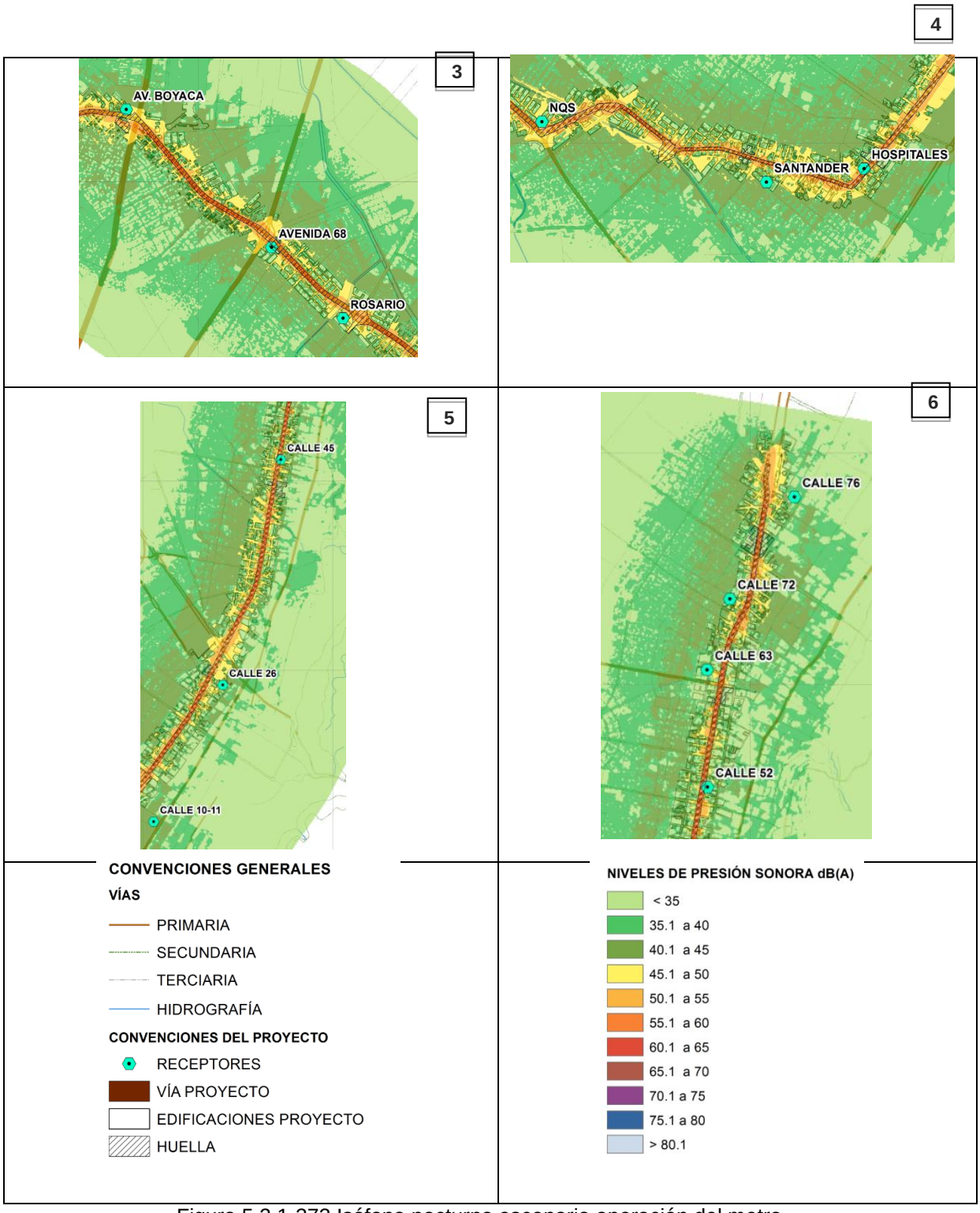


Figura 5.2.1-373 Isófona nocturna escenario operación del metro
Fuente: K2 Ingeniería S.A.S

En la siguiente tabla se presentan los resultados de los posibles niveles de presión sonora que se generarían por la operación del tren. En la calle 52 se presentaría el nivel más alto con 56.90 dB (A).

Tabla 5.2.1-279 Aportes modelación escenario operación LAeqn

Puntos	Aportes modelo operación [dB (A)] LAeqn
P1_ Patio-Taller	33,1
P2_Portal América	49,9
P3_Villablanca	53,8
P4_Kennedy	48,8
P5_Palenque	47,1
P6_Av, Boyacá	45,2
P7_Av, 68	38,8
P8_Rosario	45,8
P9_NQS	49
P10_Santander	44,4
P11_Hospitales	54,5
P12_Calle10-11	42,2
P13_Calle26	43,6
P14_Calle45	54,2
P15_Calle52	56,9
P16_Calle63	21,4
P17_Calle72	41,8
P18_Calle76	39,4

Fuente: K2 Ingeniería S.A.S

Aportes de Operación del Metro Más Línea Base

Indicador LAeqd

En la Tabla 5.2.1-280 se presentan los aportes que se presentarían por la operación del metro junto con la proyección del aforo vehicular para el año 2042. En esta se puede evidenciar un nivel máximo de 85,50 dB (A) sobre la calle 52. Es de resaltar que el modelo se desarrolló simulando una emisión correspondiente al tren de referencia NMPB Fer, por lo cual, la propagación del ruido obtenida en el modelo corresponde al aporte resultante de la operación del proyecto y el ruido emitido por fuentes externas sin medidas de mitigación asociadas al diseño de la PLMB.

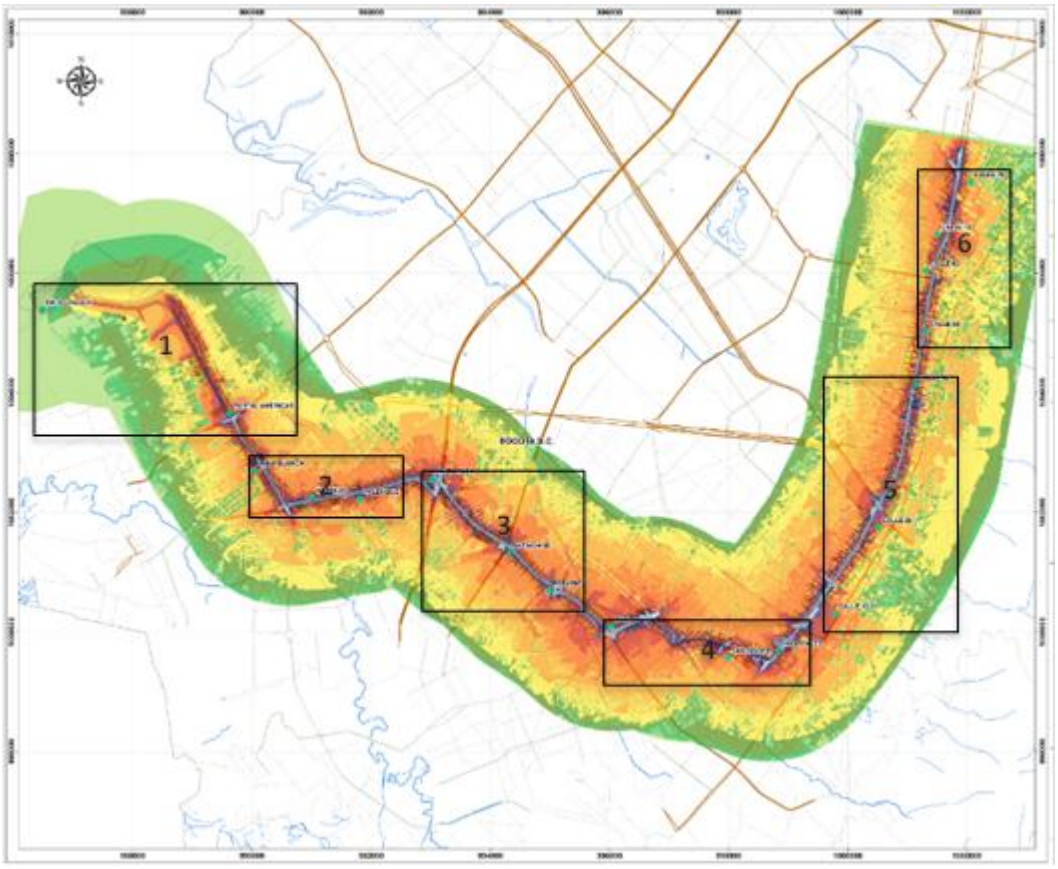
Tabla 5.2.1-280 Aportes modelo operación LAeqd

Puntos	Aportes modelo operación [dB (A)] LAeqn
P1_ Patio-Taller	33,1
P2_Portal América	49,9
P3_Villablanca	53,8

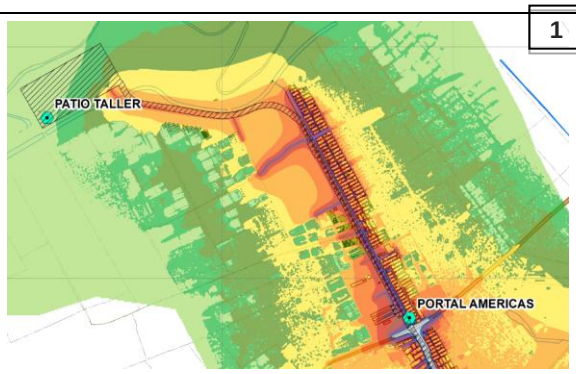
Puntos	Aportes modelo operación [dB (A)] LAeqn
P4_Kennedy	48,8
P5_Palenque	47,1
P6_Av, Boyacá	45,2
P7_Av, 68	38,8
P8_Rosario	45,8
P9_NQS	49
P10_Santander	44,4
P11_Hospitales	54,5
P12_Calle10-11	42,2
P13_Calle26	43,6
P14_Calle45	54,2
P15_Calle52	56,9
P16_Calle63	21,4
P17_Calle72	41,8
P18_Calle76	39,4

Fuente: K2 Ingeniería S.A.S

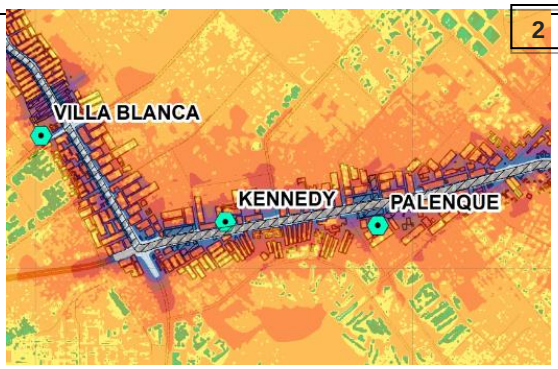
El área de influencia con niveles de ruido mayores a 35 dB (A) hasta 80,1 dB (A) se presentaría en el trayecto vial del metro. Desde el portal de las Américas hasta la calle 72 se generarían los niveles más altos alcanzando los niveles mayores o iguales a los 80,1 dB (A). En la Figura 5.2.1-374 se muestra la propagación de ruido del periodo LAeqd con operación del metro más el aforo vehicular proyectado.


1
2
3
4
5
6

1


PATIO TALLER
PORTAL AMERICAS

2


VILLA BLANCA
KENNEDY
PALENQUE

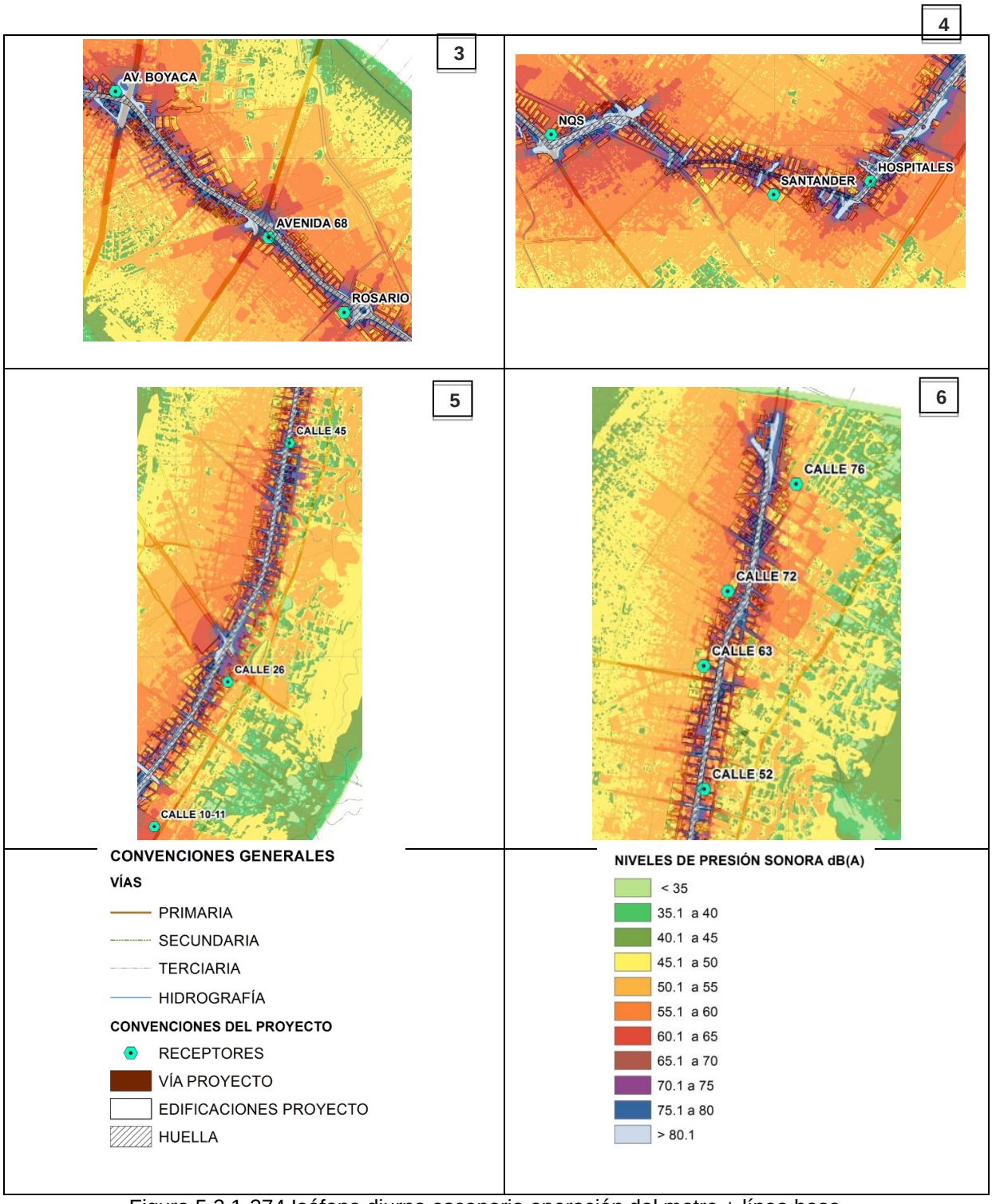


Figura 5.2.1-374 Isófona diurna escenario operación del metro + línea base
Fuente: K2 Ingeniería S.A.S

- Indicador LAeqn

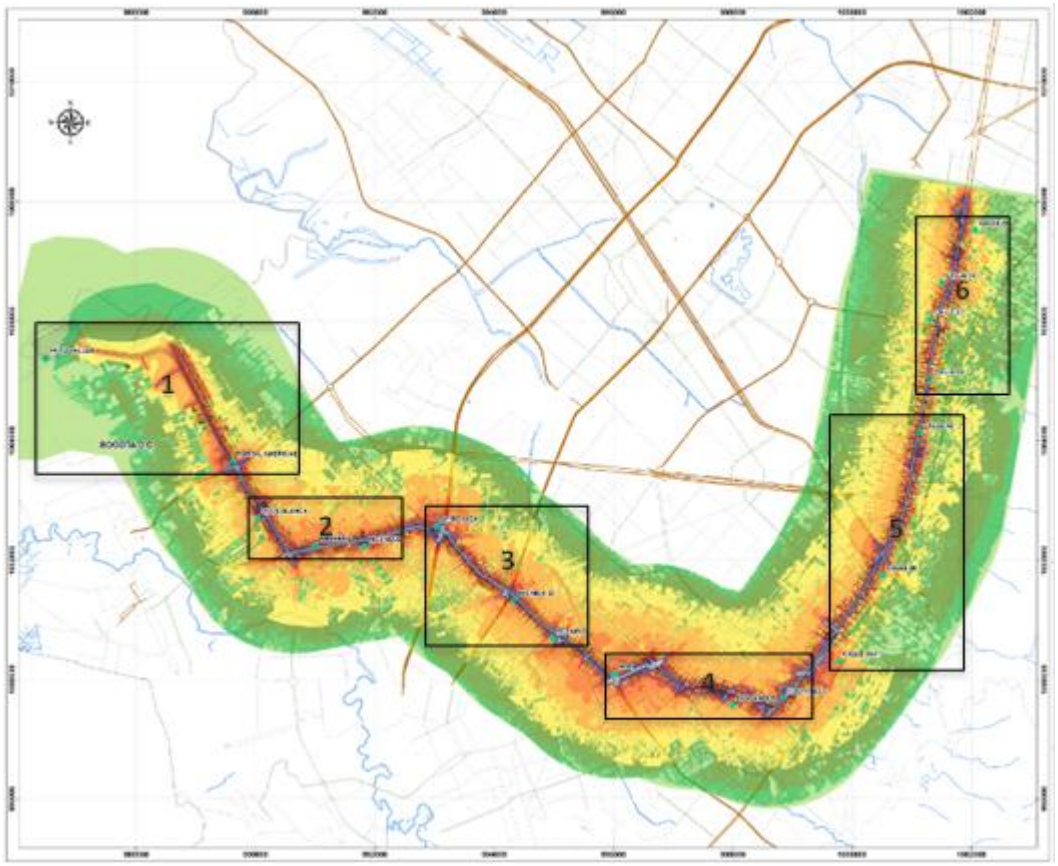
En la tabla se presentan los aportes que generaría la operación del tren en horario nocturno más el aforo vehicular proyectado. Se debe tener en cuenta que el modelo se desarrolló simulando una emisión correspondiente al tren de referencia NMPB Fer, por lo cual, la propagación del ruido obtenida en el modelo corresponde al aporte resultante de la operación del proyecto sin medidas de mitigación asociadas al diseño de la PLMB.

Tabla 5.2.1-281 Aportes modelación escenario operación + línea base (LAeqn)

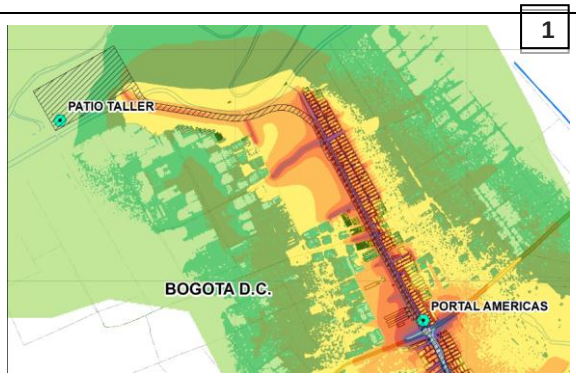
Puntos	Aportes modelo operación + línea base [dB (A)] LAeqd
P1_ Patio-Taller	34,2
P2_Portal América	75
P3_Villablanca	76
P4_Kennedy	73,8
P5_Palenque	69,6
P6_Av, Boyacá	74,6
P7_Av, 68	67,6
P8_Rosario	67,8
P9_NQS	71,2
P10_Santander	67,1
P11_Hospitales	83,1
P12_Calle10-11	63,9
P13_Calle26	69
P14_Calle45	81,2
P15_Calle52	85,5
P16_Calle63	47,4
P17_Calle72	61,2
P18_Calle76	57,8

Fuente: K2 Ingeniería S.A.S

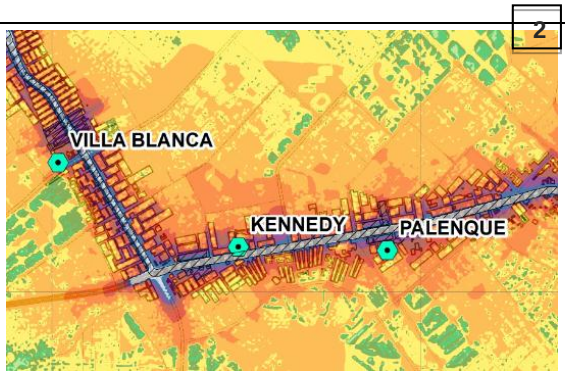
En la Figura 5.2.1-375 se presenta la propagación de ruido del periodo Laeqn durante la operación del tren más el aforo vehicular proyectado, donde se puede apreciar niveles de presión sonora alrededor de los 35 dB (A) hasta 80,1 dB (A).


1
2
3
4
5
6

1


PATIO TALLER
BOGOTA D.C.
PORTAL AMERICAS

2


VILLA BLANCA
KENNEDY
PALENQUE

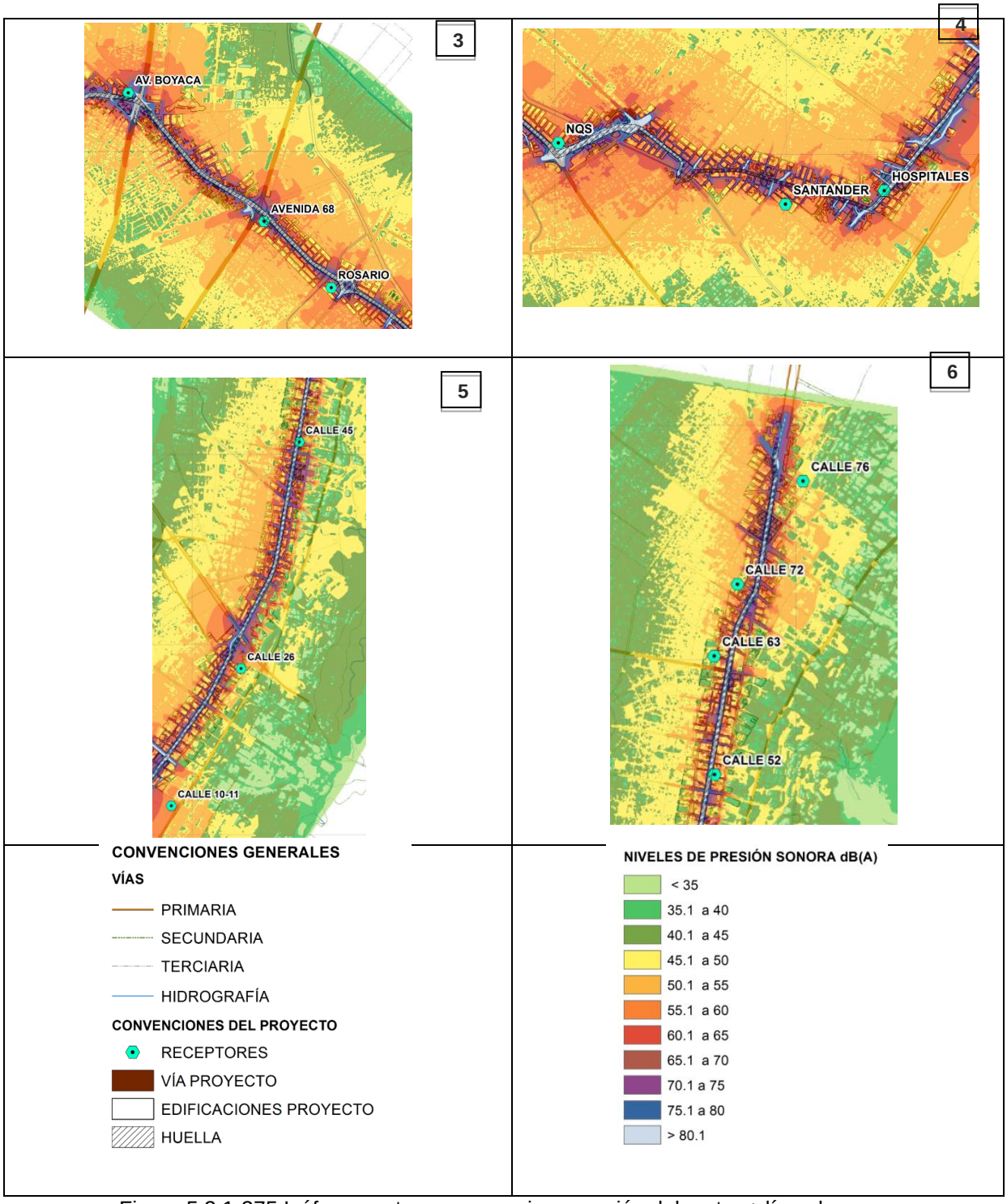


Figura 5.2.1-375 Isófona nocturna escenario operación del metro + línea base
Fuente: K2 Ingeniería S.A.S

5.2.1.21.7.9 Análisis de la tendencia de ruido del metro equidistantes a 15 metros del eje de la primera línea del metro de Bogotá

Los niveles de ruidos que se calcularon a 15 metros del eje del trazado del PLMB, varían en función de la cercanía o lejanía de los obstáculos contemplados en el modelo de cálculo de propagación del sonido. La cercanía de los receptores a estos obstáculos representa la reflexión de los rayos de propagación del ruido lo que incide como un aporte de ruido mayor.

Escenario de Construcción

Indicador LAeqd

En la Figura 5.2.1-376 se puede observar el comportamiento de los aportes de ruido que se presentarían alrededor de los 15 metros de lado a lado del trazado de la línea del metro. Los 3 puntos donde se presentan mayores niveles de ruido son los receptores 66 con 68,1 dB (A), 71 con 64,1 dB (A) y 47 con 62,3 dB (A). En el Anexo 5.2.1.4 Ruido Ambiental se encuentran las coordenadas (Magna Sirga Bogotá) de cada receptor calculado por el modelo donde se puede detallar la variación de los niveles de ruido sobre el trazado equidistantes a 15 metros.

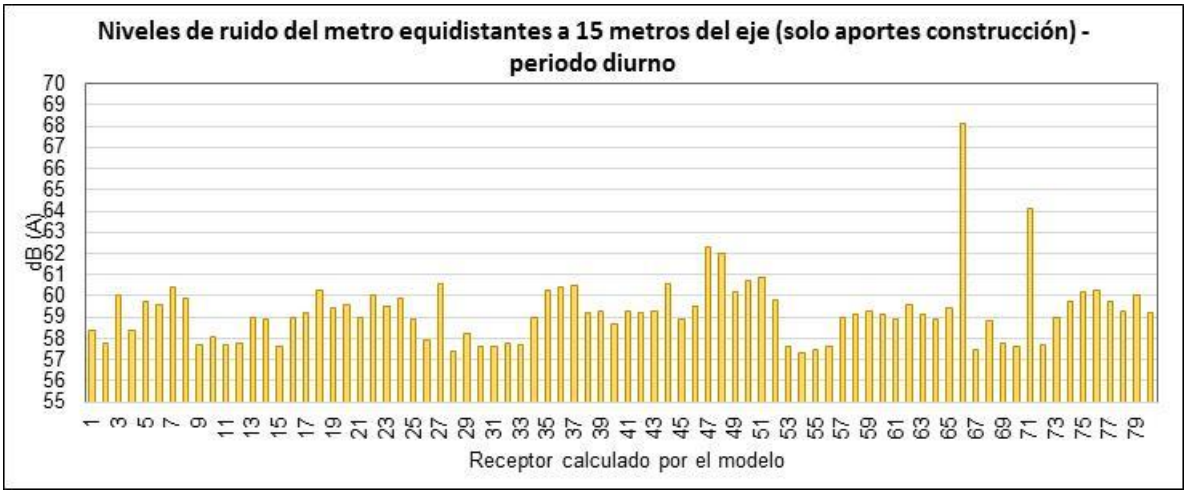


Figura 5.2.1-376 Aportes en los niveles de ruido a 15 metros del eje de la vía (solo aportes de construcción) – periodo diurno.
Fuente: K2 Ingeniería S.A.S

Escenario de operación

Indicador LAeqd

En la Figura 5.2.1-377 se puede observar el comportamiento de los aportes de ruido que se presentarían alrededor de los 15 metros de lado a lado del trazado de la línea del metro. Se evidencia un nivel máximo de 59,2 dB (A) en los receptores 42 y 78 lo cual sería generado por el proceso de reflexión del sonido por los obstáculos, estos puntos se encuentran ubicados cerca de edificaciones. En Anexo 5.2.1.4 Ruido Ambiental se encuentran las coordenadas (Magna Sirga Bogotá) de cada receptor calculado por el modelo donde se puede detallar la variación de los niveles de ruido sobre el trazado equidistantes a 15 metros.

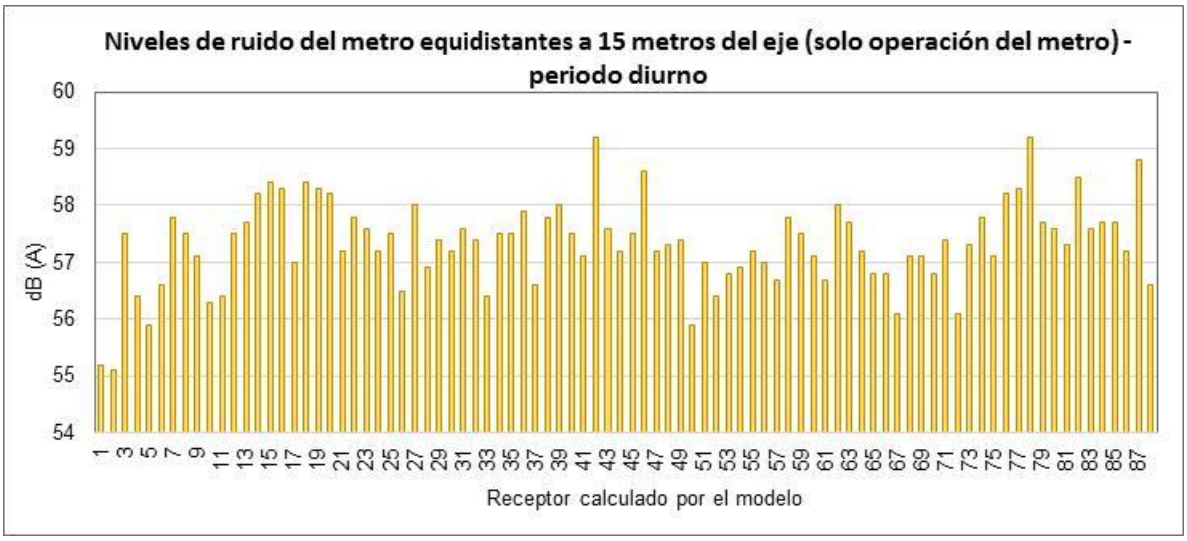


Figura 5.2.1-377 Aportes en los niveles de ruido a 15 metros del eje de la vía (solo aportes de operación) – periodo diurno
Fuente: K2 Ingeniería S.A.S

- Indicador LAeqn

En la Figura 5.2.1-378 se presenta el comportamiento de los niveles de ruido que se originarían por la operación del metro a 15 metros equidistantes del trazado de la línea del metro. se logra apreciar que en este periodo no se excede la curva de los 65 dB alcanzando un nivel máximo de 56,8 dB en los receptores 42 y 78. En el Anexo 5.2.1.4 Ruido Ambiental se encuentran las coordenadas (Magna Sirga Bogotá) de cada receptor calculado por el modelo donde se puede detallar la variación de los niveles de ruido sobre el trazado equidistantes a 15 metros.

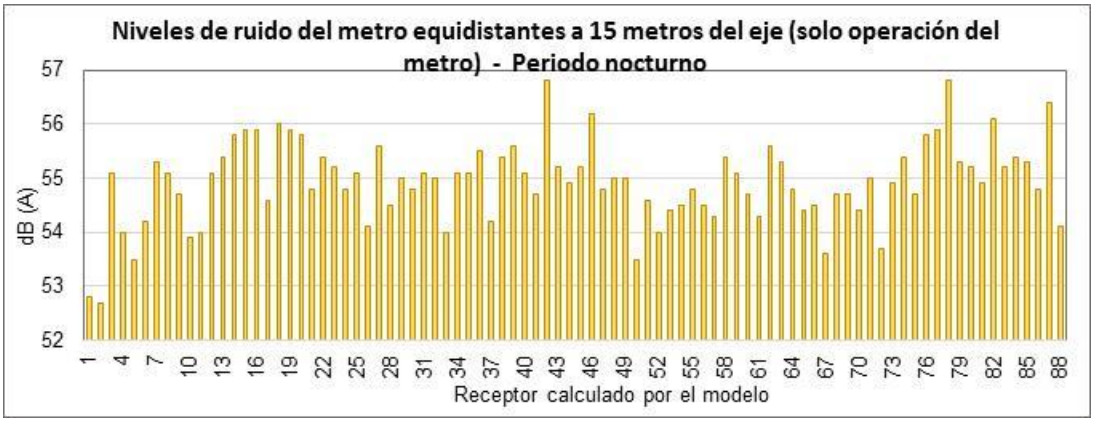


Figura 5.2.1-378 Aportes en los niveles de ruido a 15 metros del eje de la vía (solo aportes de operación) – periodo nocturno.
Fuente: K2 Ingeniería S.A.S

5.2.1.21.7.10 Conflicto de Uso del Suelo

En esta sección se presenta el conflicto de uso del suelo que se puede originar por la puesta en marcha y operación de la primera línea del metro de Bogotá. Este análisis se realizó teniendo en cuenta los umbrales máximos permisibles de la Resolución 0627 del 2006 en contraste con los aportes de cada escenario con el ruido de fondo de otras fuentes, en los cuales los aportes del modelo fueron mayores al ruido ambiental. En el Anexo 5.2.1.4 Ruido Ambiental se encuentran detalladas las isófonas que se presentan a continuación.

Escenario de construcción (periodo diurno)

En la Figura 5.2.1-379 presentan las zonas del trazado de la línea del metro en las cuales se presentaría conflicto con el uso del suelo; Se puede observar en mayor proporción una afectación del terreno cerca de los receptores Patio-Taller y Portal Américas.

Figura 5.2.1-379 Isófona diurna considerando el conflicto y uso del suelo - escenario construcción

Fuente: K2 Ingeniería S.A.S

Escenario de Operación (Periodo Nocturno]

En la Figura 5.2.1-380 se presenta el terreno que se vería afectado durante el escenario de operación en el periodo nocturno. La zona que presentaría conflicto de uso del suelo estaría entre el receptor Rosario y NQS.

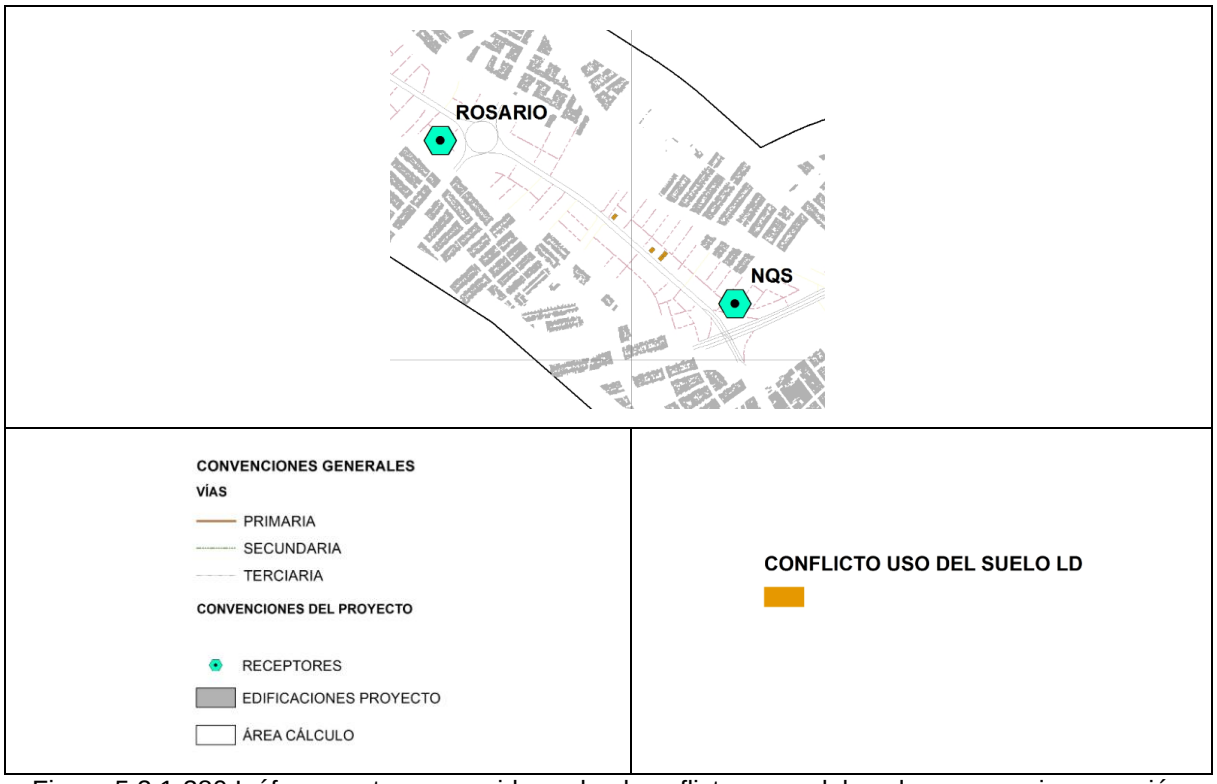


Figura 5.2.1-380 Isófona nocturna considerando el conflicto y uso del suelo - escenario operación
Fuente: K2 Ingeniería S.A.S

5.2.1.21.7.11 Comparación de los escenarios

En la Tabla 5.2.1-282, se presenta la comparación de los resultados de modelación realizada para los escenarios de línea base y construcción. Se logra evidenciar un mayor impacto en la zona denominada Patio-Taller, cuyo porcentaje de incremento equivale a un 333% y 171% respecto al aporte del escenario línea base en los periodos diurno y diurno-nocturno, respectivamente. Así mismo, en los puntos denominados Avenida Boyacá, Palenque y Avenida 68 se presentarían incrementos en los niveles de presión sonora en el escenario de construcción respecto a los resultados de la línea base, en especial durante el horario nocturno cuyos porcentajes de incremento corresponderían al 31%, 27% y 26%, respectivamente.

Tabla 5.2.1-282 Comparativo escenario línea base y construcción

	COMPARTIVO ARITMÉTICO ESCENARIO CONSTRUCCIÓN PLMB											
	Aportes Escenario línea base dB (A)			Aportes totales escenario de construcción dB (A)			Incremento en dB (A) del escenario de construcción			Incremento en porcentaje (%) del escenario de construcción		
Puntos	diurno	nocturno	diurno-nocturno	diurno	nocturno	diurno-nocturno	diurno	nocturno	diurno-nocturno	diurno	nocturno	diurno-nocturno
P1_Patio Taller	12.50	12.30	19.09	54.1	12.3	51.76	41.60	0.00	32.67	333%	0%	171%
P2_Portal America	74.90	72.80	79.89	75	73	80.07	0.10	0.20	0.18	0%	0%	0%
P3_Villablanca	71.70	70.00	77.02	76	74.7	81.65	4.30	4.70	4.63	6%	7%	6%
P4_Kennedy	61.30	59.10	66.21	73.8	71.5	78.62	12.50	12.40	12.42	20%	21%	19%
P5_Palenque	56.20	52.50	59.93	69.6	66.8	74.02	13.40	14.30	14.09	24%	27%	24%
P6_Av, Boyacá	57.80	54.40	61.76	74.6	71.1	78.48	16.80	16.70	16.72	29%	31%	27%
P7_Av, 68	54.10	50.60	57.98	67.6	64	71.41	13.50	13.40	13.42	25%	26%	23%
P8_Rosario	55.50	51.90	59.31	67.8	64.1	71.53	12.30	12.20	12.22	22%	24%	21%
P9_NQS	64.60	60.90	68.33	71.2	67.2	74.71	6.60	6.30	6.38	10%	10%	9%
P10_Santander	56.30	57.10	63.78	67.1	70.5	76.97	10.80	13.40	13.19	19%	23%	21%
P11_Hospitales	78.60	73.90	81.60	83.1	78.2	85.96	4.50	4.30	4.36	6%	6%	5%
P12_Calle10-11	60.20	55.20	62.99	63.9	59.5	67.11	3.70	4.30	4.12	6%	8%	7%
P13_Calle26	63.30	58.60	66.30	69	64	71.79	5.70	5.40	5.49	9%	9%	8%
P14_Calle45	74.70	69.40	77.28	81.2	75.8	83.72	6.50	6.40	6.43	9%	9%	8%
P15_Calle52	80.60	75.40	83.25	85.5	80.2	88.08	4.90	4.80	4.83	6%	6%	6%
P16_Calle63	42.80	37.40	45.32	47.4	41.9	49.85	4.60	4.50	4.53	11%	12%	10%
P17_Calle72	55.50	50.30	58.15	61.2	55.8	63.72	5.70	5.50	5.56	10%	11%	10%
P18_Calle76	54.90	49.80	57.62	57.8	52.5	60.38	2.90	2.70	2.76	5%	5%	5%

Fuente: K2 Ingeniería S.A.S

En la siguiente tabla se presentan la comparación de los resultados de operación y línea base; en ella se puede observar un mayor impacto en los tres periodos modelados en el escenario de operación respecto de los niveles de aporte en la línea base. Estos incrementos corresponderían a 174%, 169 % y 110% para los indicadores Ld, Ln y Ldn, respectivamente. Por otra parte, se evidencia porcentajes de incremento más altos en los niveles de ruido a lo largo de la línea en los sectores denominados Avenida Boyacá, Avenida 68 y Palenque. De esta manera se puede identificar los incrementos que se presentarían en la operación de la primera línea del metro teniendo en cuenta los aportes generados durante la línea base del proyecto.

Tabla 5.2.1-283 Comparativo escenario línea base y operación

	COMPARTIVO ARITMÉTICO ESCENARIO OPERACIÓN PLMB											
	Aportes Escenario línea base(dB A)			Aportes totales escenario de operación dB (A)			Incremento en dB (A) del escenario de operación			Incremento en porcentaje (%) del escenario de operación		
Puntos	diurno	nocturno	diurno-nocturno	diurno	nocturno	diurno-nocturno	diurno	nocturno	diurno-nocturno	diurno	nocturno	diurno-nocturno
P1_Patio Taller	12.50	12.30	19.09	34.2	33.1	40.02	21.70	20.80	20.93	174%	169%	110%
P2_Portal America	74.90	72.80	79.89	75	73	80.07	0.10	0.20	0.18	0%	0%	0%
P3_Villablanca	71.70	70.00	77.02	76	74.7	81.65	4.30	4.70	4.63	6%	7%	6%
P4_Kennedy	61.30	59.10	66.21	73.8	71.6	78.71	12.50	12.50	12.50	20%	21%	19%
P5_Palenque	56.20	52.50	59.93	69.6	66.8	74.02	13.40	14.30	14.09	24%	27%	24%
P6_Av, Boyacá	57.80	54.40	61.76	74.6	71.1	78.48	16.80	16.70	16.72	29%	31%	27%
P7_Av, 68	54.10	50.60	57.98	67.6	64	71.41	13.50	13.40	13.42	25%	26%	23%
P8_Rosario	55.50	51.90	59.31	67.8	64.2	71.61	12.30	12.30	12.30	22%	24%	21%
P9_NQS	64.60	60.90	68.33	71.2	67.3	74.78	6.60	6.40	6.45	10%	11%	9%
P10_Santander	56.30	57.10	63.78	67.1	70.5	76.97	10.80	13.40	13.19	19%	23%	21%
P11_Hospitales	78.60	73.90	81.60	83.1	78.2	85.96	4.50	4.30	4.36	6%	6%	5%
P12_Calle10-11	60.20	55.20	62.99	63.9	59.6	67.19	3.70	4.40	4.20	6%	8%	7%
P13_Calle26	63.30	58.60	66.30	69	64.1	71.86	5.70	5.50	5.56	9%	9%	8%
P14_Calle45	74.70	69.40	77.28	81.2	75.9	83.78	6.50	6.50	6.50	9%	9%	8%
P15_Calle52	80.60	75.40	83.25	85.5	80.2	88.08	4.90	4.80	4.83	6%	6%	6%
P16_Calle63	42.80	37.40	45.32	47.4	42	49.92	4.60	4.60	4.60	11%	12%	10%
P17_Calle72	55.50	50.30	58.15	61.2	56	63.85	5.70	5.70	5.70	10%	11%	10%
P18_Calle76	54.90	49.80	57.62	57.8	52.7	60.52	2.90	2.90	2.90	5%	6%	5%

Fuente: K2 Ingeniería S.A.S

A continuación se presenta la comparación de los escenarios de Construcción y Operación respecto a la norma nacional 627 del 2006, ver Tabla 5.2.1-284 y Tabla 5.2.1-285.

Tabla 5.2.1-284 Comparación Escenario Construcción respecto estándares normativo

Punto	Sector	Aportes Esce Línea base dB(a) modelo		Esce Construcción dB(a) resultados del modelo		Res 627/2006		Porcentaje de incremento Escenario construcción respecto la norma	
	Res 627/2006	Diurno	Nocturno	Diurno	Nocturno	Diurno	Nocturno	Diurno	Nocturno
P1_ Patio-Taller	D	12,5	12,3	54,1	12,3	55	45	98,36	27,33
P2_Portal Américas	B	74,9	72,8	75	73	65	50	115,38	146,00
P3_Villablanca	C	71,7	70	76	74,7	70	55	108,57	135,82
P4_Kennedy	A	61,3	59,1	73,8	71,5	55	45	134,18	158,89
P5_Palenque	B	56,2	52,5	69,6	66,8	65	50	107,08	133,60
P6_ AV. Boyacá	B	57,8	54,4	74,6	71,1	65	50	114,77	142,20
P7_A.68	B	54,1	50,6	67,6	64	65	50	104,00	128,00
P8_Rosario	B	55,5	51,9	67,8	64,1	65	50	104,31	128,20
P9_NOS	B	64,5	60,9	71,2	67,2	65	50	109,54	134,40
P10_Santander	B	56,3	57,1	67,1	70,5	65	50	103,23	141,00
P11_Hospitales	A	78,6	73,9	83,1	78,2	55	45	151,09	173,78
P12_Calle 10-11	C	60,2	55,2	63,9	59,5	70	55	91,29	108,18
P13_Calle 26	B	63,3	58,6	69	64	65	50	106,15	128,00
P14_Calle 45	B	74,7	69,4	81,2	75,8	65	50	124,92	151,60
P15_Calle52	C	80,6	75,4	85,5	80,2	70	55	122,14	145,82
P16_Calle 63	B	42,8	37,4	47,4	41,9	65	50	72,92	83,80
P17_Calle 72	C	55,5	50,3	61,2	55,8	70	55	87,43	101,45
P18_Calle76	C	54,9	49,8	57,8	52,5	70	55	82,57	95,45

Tabla 5.2.1-285 Comparación Escenario Operación respecto estándares normativo

Punto	Sector	Aportes Esce Línea base dB(a)		Esce Operación dB(a) resultado del modelo		Res 627/2006		Porcentaje de incremento Escenario operación respecto la norma	
	Res 627/2006	Diurno	Nocturno	Diurno	Nocturno	Diurno	Nocturno	Diurno	Nocturno
P1_ Patio-Taller	D	12,5	12,3	34,2	33,1	55	45	62,18	73,56
P2_Portal Américas	B	74,9	72,8	75	73	65	50	115,38	146,00
P3_Villablanca	C	71,7	70	76	74,7	70	55	108,57	135,82
P4_Kennedy	A	61,3	59,1	73,8	71,6	55	45	134,18	159,11
P5_Palenque	B	56,2	52,5	69,6	66,8	65	50	107,08	133,60
P6_ AV. Boyacá	B	57,8	54,4	74,5	71,1	65	50	114,62	142,20
P7_A.68	B	54,1	50,6	67,6	64	65	50	104,00	128,00
P8_Rosario	B	55,5	51,9	67,8	64,2	65	50	104,31	128,40
P9_NOS	B	64,5	60,9	71,2	67,3	65	50	109,54	134,60

Punto	Sector	Aportes Esce Línea base dB(a)		Esce Operación dB(a) resultado del modelo		Res 627/2006		Porcentaje de incremento Escenario operación respecto la norma	
	Res 627/2006	Diurno	Nocturno	Diurno	Nocturno	Diurno	Nocturno	Diurno	Nocturno
P10_Santander	B	56,3	57,1	67,1	70,5	65	50	103,23	141,00
P11_Hospitales	A	78,6	73,9	83,1	78,2	55	45	151,09	173,78
P12_Calle 10-11	C	60,2	55,2	63,9	59,6	70	55	91,29	108,36
P13_Calle 26	B	63,3	58,6	69	64,1	65	50	106,15	128,20
P14_Calle 45	B	74,7	69,4	81,2	75,9	65	50	124,92	151,80
P15_Calle52	C	80,6	75,4	85,5	80,2	70	55	122,14	145,82
P16_Calle 63	B	42,8	37,4	47,4	42	65	50	72,92	84,00
P17_Calle 72	C	55,5	50,3	61,2	56	70	55	87,43	101,82
P18_Calle76	C	54,9	49,8	57,8	52,7	70	55	82,57	95,82

5.2.1.21.7.12 Incertidumbre del modelo

La realización de un mapa de ruido mediante técnicas de simulación, validado mediante medidas experimentales, tiene asociados muchos parámetros que influyen en la incertidumbre del resultado final.

Las principales fuentes de incertidumbre de los mapas de ruido se pueden dividir en los siguientes grupos: Medidas experimentales, Método de cálculo y Motor de cálculo (Software) y Creación del modelo acústico.

En el presente estudio se realizó la cuantificación de la incertidumbre asociada al modelo partiendo de la metodología Ausejo formulada en 2009. En esta metodología se determinó que el modelo de propagación de la incertidumbre asociado a un mapa de ruido tiene en cuenta las contribuciones aportadas por la medida, denominada Y_M y por el resto del proceso de simulación denominado Y_S.

La siguiente ecuación describe la formulación general:

$$Y_S = (X_{SA}, X_{SB}, X_{SC},)$$

Donde,

X_{SA} Es la cuantificación de las contribuciones debidas al modelo de cálculo utilizado.

X_{SB} Es la cuantificación de las contribuciones debidas al motor de cálculo.

X_{SC} Es la cuantificación de las contribuciones debidas a la creación del modelo acústico

Partiendo de ello, se puede representar cada factor en función de las cuantificaciones que contribuyen en la incertidumbre de cada una, es decir:

$$X_{SA} = f(X_{SA1}, X_{SA2}, X_{SA3}, \dots, X_{SAn})$$

Donde,

X_{SA1} Es la cuantificación debida a la categorización de vehículos.

X_{SA2} Es la cuantificación debida a la Influencia de la velocidad.

X_{SA3} Es la cuantificación debida a la Influencia de la porosidad de la carretera.

Etc.

$$X_{SB} = f(X_{SB1}, X_{SB2}, X_{SB3}, \dots, X_{SBn})$$

Donde,

X_{SB1} Es la cuantificación debida a la Implementación del modelo de cálculo.

X_{SB2} Es la cuantificación debida al radio de búsqueda de fuentes de ruido

X_{SB3} Es la cuantificación debida al número de reflexiones contempladas

$$X_{SC} = f(X_{SC1}, X_{SC2}, X_{SC3}, \dots, X_{SCn})$$

Donde,

X_{SC1} Es la cuantificación debida a Datos de tráfico.

X_{SC2} Es la cuantificación debida a Condiciones ambientales.

X_{SC3} Es la cuantificación debida a la Cartografía.

Etc.

Por lo tanto, el resultado de la incertidumbre en función de las variables mencionadas anteriormente se cuantifica de la siguiente manera:

$$Y_s = f(X_{SA1}, X_{SA2}, X_{SA3}, \dots, X_{SAn}, X_{SB1}, X_{SB2}, X_{SB3}, \dots, X_{SBn}, X_{SC1}, X_{SC2}, X_{SC3}, \dots, X_{SCn})$$

Ahora bien, es de considerarse que esta función es dependiente de una muestra bastante grande, con lo cual, se pudo realizar la aproximación por el teorema del límite central, es decir que la distribución de la suma de las variables aleatorias tiende a una distribución normal (Curva de Gauss). Esta premisa permitió utilizar el cálculo establecido en la GUM, por lo que la variable final Y_T se estimó de la siguiente manera:

$$U_T = u_{cT} * k$$

$$u(S) = \sqrt[2]{(u_{cT})^2 - u^2(M)}$$

$$U(S) = u(S) * k$$

Donde

U_T Es la incertidumbre expandida total del mapa de ruido.

u_{cT} Es la incertidumbre combinada total del mapa de ruido, calculada a partir de U_T

$u(M)$ Es la incertidumbre combinada debida a las medidas.

$u(S)$ Es la incertidumbre combinada debida a la simulación (Modelo).

$U(S)$ Es la incertidumbre expandida debida a la simulación (Modelo), lo que es igual a Y_S.

A continuación, se presentan las formulaciones y resultados del cálculo de la incertidumbre.

Tabla 5.2.1-286 Comparación entre los valores medidos y los resultados del modelo.

Escenario*	Modelo $dB(A)$	Medición $dB(A)$	Diferencia Absoluta $dB(A)$
Escenario 1	61.9	60.3	1.6

Fuente: K2 Ingeniería S.A.S

*El cálculo de la incertidumbre solo se realizó para el escenario I (Línea base). Para el resto de escenarios no se calculó incertidumbre por tratarse de unos escenarios proyectados. Se debe tener presente que los resultados del escenario de la línea base no representan en totalidad todas las fuentes del entorno, no obstante, considerando solo los puntos donde se realizaron mediciones de ruido ambiental, los aportes de este escenario son representativos.

Partiendo de estos valores, y con base a las ecuaciones anteriores se obtuvo una incertidumbre del modelo de $\pm \mathbf{1.55}\ [dB]$, que se representó en un factor de cobertura de $\boldsymbol{K = 2}$ y un nivel de confianza del $\mathbf{95\%}$.

$K = 2$

$u(M) = 1.1\ dB$

$U_T = 1.6\ dB$

$u_{cT} = 0.80\ dB$

$u(S) = 0.78\ dB$

$U(S) = 1.55\ dB$

5.2.1.21.7.13 Observaciones y conclusiones

Una vez analizados los resultados del modelo de ruido para el escenario de la línea base, se puede concluir que los puntos que generan mayores niveles de ruido son identificados como calle 52, calle 45, hospitales y Portal Américas. Estas se presentaron entre los 55 y los 80 dB (A). Calle resaltar que alrededor de estas zonas existen fuentes cercanas de tráfico vehicular las cuales se catalogan posiblemente como las mayores fuentes generadoras de ruido en el área de influencia del proyecto.

En el escenario de construcción del proyecto el área de influencia con niveles de ruido mayores a 35 dB(A) hasta 75 dB(A) durante el día correspondería al trayecto vial por donde operará el metro de Bogotá. Dentro de esta área de influencia se pueden presentar algunas viviendas afectadas que están a menor distancia del proyecto.

De acuerdo con los resultados del escenario (iii) Operación del Proyecto, que corresponde a la operación de la primera línea del metro de Bogotá, se evidenció que los aportes de ruido causado por el metro no representarían un aporte significativo respecto a los demás escenarios modelados. Es importante resaltar que con los tres indicadores evaluados (Ld, Ln y Ldn), los niveles de aporte de la operación del metro no superarían los 65 dB(A).

Con base en el análisis de la tendencia de ruido equidistante a 15 metros del eje de la primera línea del metro, se logró identificar el receptor 66 que estaría por encima de los niveles de 65 dB (A). Para el escenario de construcción modelado se presentarían niveles mayores a los 65 dB (A) a diferencia del escenario de operación cuyos niveles máximos llegarían hasta los 60 dB (A). Donde los niveles de ruido son más altos a esta distancia de 15 metros es debido a la presencia de obstáculos de forma cercana, donde el proceso de reflexión por los obstáculos se presenta.

Con los resultados de los aportes que agrupa el ruido de fondo se conocieron los niveles que se podrían presentar para los dos escenarios proyectados, los cuales comprenderían niveles desde los 50 dB (A) hasta mayores de 80.1 dB (A). Los niveles máximos se presentarías en los receptores denominados Portal de las Américas, NQS, Hospitales que se encuentran cercanos a la avenida 43 y la carrera 14 con calle 10 hasta la calle 76, los cuales comprende el trazado de la primera línea del metro de Bogotá. Se debe tener presente que los resultados presentados son indicativos, por lo que las mediciones de ruido ambiental pueden variar de una hora a otra, o de un día a otro en el mismo lugar. Sin embargo, estos valores se pueden tener en cuenta para valorar de forma indicativa los posibles niveles de ruido que se presentarían en cada lugar determinado.

Por otra parte, en cuanto al conflicto de uso de suelo, este se presentaría en el escenario de construcción en el periodo diurno en los lugares Patio-Taller, Portal América, Avenida Boyacá, Rosario, Calle 45, entre otros y en el periodo nocturno del escenario de operación entre los lugares Rosario y NQS. Estos conflictos de determinaron con base en los resultados del modelo y los umbrales de ruido ambiental establecidos por medio de la Resolución 0627 de 2006.

Finalmente se concluye que en los tres escenarios evaluados la mayor fuente generadora de ruido es el tráfico rodado, corroborando que la operación del metro no aporta niveles de ruido

significativos. Sin embargo, es preciso resaltar el aumento de los niveles de ruido que se podrían presentar de un escenario de operación a otro principalmente en los sectores denominados como Patio-Taller, Calle 45 y 52, Portal América y Villa Blanca.

Se recomienda se realicen mediciones de ruido periódicas que se acerquen más a la realidad permitiendo de esta manera refinar el modelo y obtener resultados con valores más precisos. De igual manera, es importante realizar una adecuada caracterización de las fuentes generadoras de ruido, con el fin de complementar e identificar las zonas con mayor afectación e individualizar los tipos de fuentes existentes, para determinar cuáles son las más relevantes.

Adicionalmente se recomienda en la etapa de construcción del proyecto continuar con un segundo modelo de ruido; el cual permitirá verificar las emisiones de ruido y la implementación de las medidas de control y mitigación durante la etapa constructiva, como el cumplimiento normativo.

5.2.1.22 Vibraciones

El objeto del monitoreo de vibraciones desarrollado en la zona de estudio del proyecto Primera Línea del Metro de Bogotá (PLMB) es el de establecer una línea base de las vibraciones actuales que existen a lo largo del corredor que permitan establecer el impacto durante la construcción y posterior operación de la Primera Línea del Metro.

Los alcances particulares de la actividad de caracterización de vibraciones en la zona de estudio incluyen:

- Caracterizar los niveles aceleración en el espectro en frecuencias de interés (1Hz a 100Hz), para las diferentes componentes de movimiento, con el propósito de determinar en términos de unidades de aceleración y velocidad de las vibraciones naturales y medioambientales sobre las viviendas en condiciones actuales dentro del área de influencia del proyecto.
- Caracterizar los niveles de las vibraciones asociadas al tráfico actual en las vías que conforman el corredor de estudio y con esto establecer las características línea base del proyecto con el fin estimar la relación con las etapas de construcción y operación sobre el AID.

5.2.1.22.1 Metodología y equipos empleados para el monitoreo de vibraciones

La metodología establecida para el estudio de vibraciones se desarrolla teniendo en cuenta las siguientes actividades:

- Evaluación de niveles vibracionales en estado natural, en áreas de referencia como fuente, zonas de propagación, receptores y vías (actuales).
- Consolidación de resultados, análisis de la información y proyección de impactos en los predios seleccionados como de interés ambiental, mediante cálculos matemáticos.

5.2.1.22.1.1 Equipos de Monitoreo

La caracterización de vibraciones se desarrolló utilizando tres acelerómetros sísmicos de referencia 731A marca Wilcoxon ultrasensibles, de baja frecuencia, con banda frecuencial (+10%) de registro entre 0,1 y 450 Hz (Figura 5.2.1-381). La configuración utilizada de los sensores permite registrar

una aceleración máxima de 0.5 g (4,91 m/s^2), valor que se determina teniendo en cuenta el rango de voltaje (±5 V) y la sensibilidad (10 V/g) del equipo. La selección de los equipos se desarrolló teniendo en cuenta el rango de frecuencias de medición definido en la DIN 4150 (1 – 100 Hz), el contenido frecuencial y los niveles de amplitud esperados para las fuentes de vibración natural en la zona de estudio. Los acelerómetros utilizados tienen un mayor rango frecuencial y una mayor sensibilidad a vibraciones de baja amplitud en comparación a geófonos que se utilizan la medición de vibraciones de mayor amplitud. Estos equipos vienen calibrados de fábrica y no requieren procesos de calibración anteriores o posteriores al desarrollo del monitoreo de vibraciones. La Figura que se presenta a continuación muestra una fotografía de los equipos empleados para el monitoreo de vibraciones.

Figura 5.2.1-381 Acelerómetro Sísmico WR modelo 731A y amplificador de señal modelo P31

5.2.1.22.1.2 Metodología de Muestreo

Con el objetivo de establecer una línea base adecuada, se plantea la siguiente metodología para la toma de información:

- Para cada punto de muestreo se desarrollaron mediciones en periodos clasificados de acuerdo con el tráfico de automóviles y de transporte masivo (Transmilenio) como horas pico y horas valle.
- Las mediciones fueron adelantadas de lunes a sábado considerando que el día domingo no es un día representativo del tráfico de la ciudad de Bogotá y puede generar resultados atípicos.
- Se definió que los puntos de medición no estuvieran cercanos a las estaciones actuales del sistema Transmilenio, debido a que en estos puntos el frenado de los articulados genera un valor atípico respecto de las vibraciones en el resto del corredor.
- Los puntos de medición estarán ubicados sobre las calles o carreras que llegan al corredor.
- Los puntos de medición se localizarán así (Ver Figura a continuación):

    - Primer punto de medición (Canal 0): Se ubicará en el sardinel externo del tráfico mixto, en el costado oriental o el occidental para la Av. Caracas o Norte - Sur para el tramo occidental del trazado
    - Segundo punto de medición (Canal 1): Se localizará a 15 m del primer punto de medición
    - Tercer punto de medición (Canal 2): Se localizará a 30 m del primer punto de medición

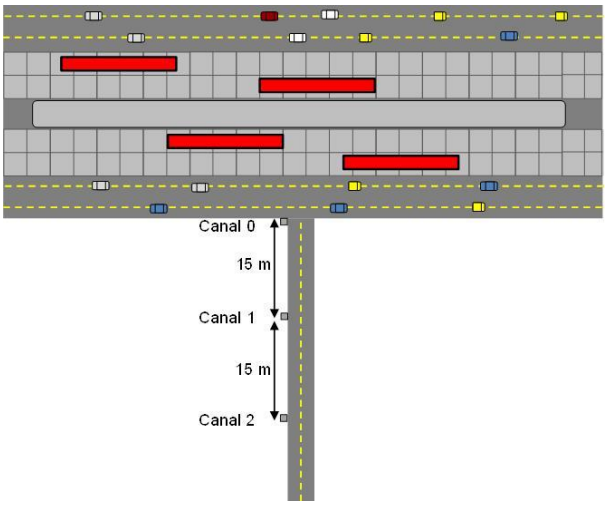


Figura 5.2.1-382 Esquema de medición de vibraciones paras las ventanas de registro en horas pico y horas valle

Con el fin de contar con un numero de adecuado de ventanas de vibración para el análisis en cada uno de los puntos de medición seleccionados se tomaron 15 ventanas de registro de 2 minutos de duración a una frecuencia de muestreo de 2000 Hz. Lo anterior está acorde con los requerimientos de número de ciclos y frecuencia de muestreo para registros de vibración en los cuales se espera que la frecuencia de vibración predominante de la señal sea superior a 5 Hz. La frecuencia de muestreo utilizada asegura que no se presente ningún tipo de filtro numérico de alta frecuencia que pudiera afectar el rango superior requerido.

Adicionalmente se realizará la medición de aceleración para quince ventanas de tiempo (2 minutos cada una) utilizando los tres sensores en un arreglo ortogonal (Ver Figura a continuación), lo cual permite registrar en una misma ventana de tiempo las tres componentes ortogonales de movimiento y poder realizar un análisis en el dominio de la frecuencia entre las dos componentes de movimiento horizontal y la componente de movimiento vertical que permite estimar la frecuencia fundamental del depósito en el punto de medición utilizando la metodología HVSR (Nakamura) empleado en estudios de microzonificación sísmica. Con base en el análisis de los registros de aceleración se determina la aceleración máxima del terreno (PGA por sus siglas en ingles), la velocidad de partícula (PPV por sus siglas en inglés) y las frecuencias dominantes de las vibraciones registradas para las tres componentes de movimiento ortogonales (X, Y y Z) y una estimación de la frecuencia fundamental de respuesta del depósito de suelo.

Figura 5.2.1-383 Esquema de medición de vibraciones paras las tres componentes de movimiento de manera simultánea

5.2.1.22.1.3 Metodología para el procesamiento de datos

El análisis de las señales previsto incluirá procesos de diezmado, implementación de filtros tipo Butterworth, cálculo del espectro de Fourier de cada una de las señales, cálculo de la función de transferencia entre las componentes horizontales y la componente vertical e integración de las señales para determinar la velocidad de partícula. Los análisis de los registros serán desarrollados en el programa de procesamiento de señales DEGTRA A4 (Ordaz et al., 2005).

Para cada una de las ventanas de registro (duración 2 minutos) por punto de medición se realizará un análisis de señales en el programa de computador Degtra A4 (Ordaz et. al., 2005) que incluirá las siguientes actividades de procesamiento:

- Decimar el registro con el fin de facilitar el procesamiento de la señal y obtener un rango de frecuencias de análisis entre 0.01 a 200 Hz.
- Corregir por línea base los registros de aceleración (tres mediciones simultaneas por ventana de tiempo)
- Calcular la aceleración máxima del registros de aceleración (PGA)
- Calcular el espectro de Fourier de cada uno de los registros de aceleración con el fin de determinar la frecuencia predominante del registro de aceleración (f).
- Para el caso de las mediciones ortogonales determinar la función de transferencia entre las componentes horizontales de movimiento y la componente vertical. Estimar la frecuencia fundamental H/V o frecuencia de Nakamura ($f_{H/V}$).
- Filtrar la señal de aceleración utilizando un filtro Butterworth pasa alta con frecuencia de esquina de 0.1 Hz.
- Integrar la señal con el fin de obtener el registro de velocidad, que permita determinar la velocidad máxima de partícula (PPV).

- Determinar una frecuencia promedio con base en PGA y PPV ($f_{PGA/PPV}$).

La Figura que se presenta a continuación muestra el registro de aceleraciones en los tres puntos de medición se observa que como es de esperarse las aceleraciones registradas en el punto más cercano a la vía principal (Canal 0) son superiores a las aceleraciones registradas en puntos más distantes (Canal 1 y Canal 2), lo cual muestra atenuación de las vibraciones generadas por el tráfico

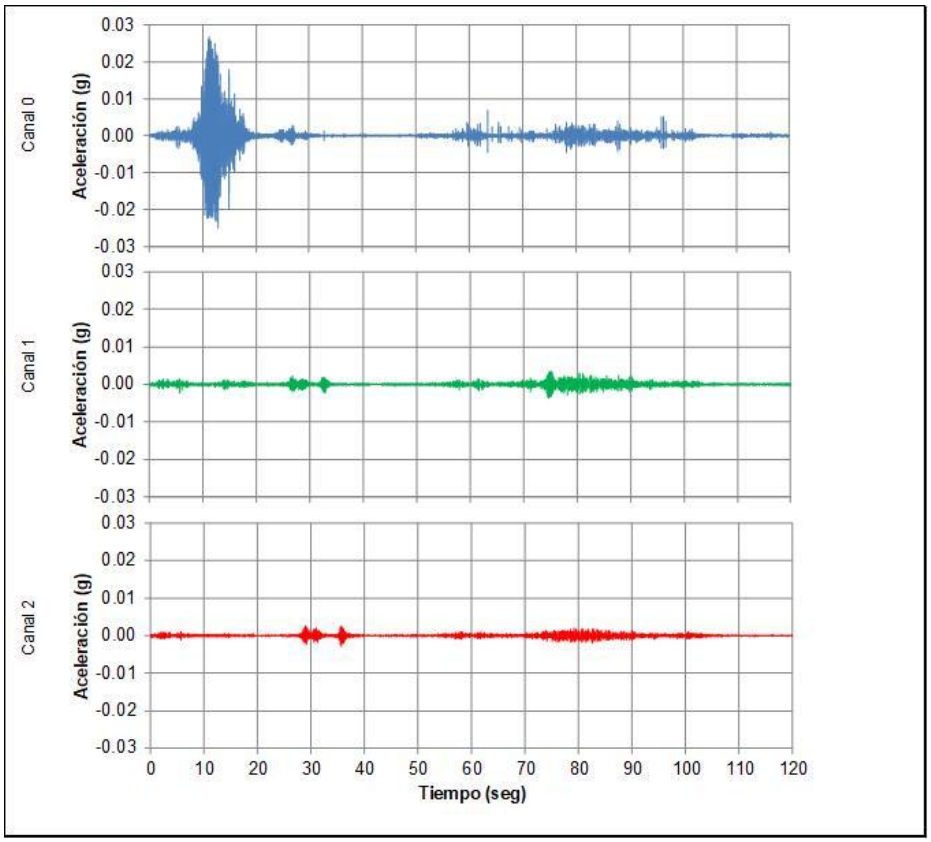


Figura 5.2.1-384 Registros de aceleración para puntos localizados a diferentes distancias desde el eje principal

El análisis HVSR se desarrollará siguiendo los conceptos planteados por Nakamura (1989) según los cuales el cociente entre la componente horizontal y la componente vertical en el dominio frecuencial es un buen estimador del efecto de sitio. Este método ha sido ampliamente implementado en los últimos años y utilizado por la fiabilidad de sus resultados y por la rapidez y economía de ejecución. La principal premisa del método de Nakamura es que la razón (H/V) o razón espectral corresponde a la función de transferencia de los niveles superficiales sometidos a movimientos horizontales. Lo anterior está soportado en la hipótesis de que un microtemblor está compuesto por un cuerpo principal de ondas y por ondas superficiales Rayleigh, inducidas por fuentes artificiales (trenes, tráfico, etc). Se considera que las componentes horizontal y vertical del registro son similares en la base rocosa. Dichos registros son amplificados por las capas de suelo blando que yacen sobre el sustrato rocoso. Se considera además que las componentes horizontales se amplifican debido a multirreflexiones de la onda S, en tanto que los microterremotos verticales lo hacen por multirreflexiones de la onda P. La velocidad de propagación de la onda P es generalmente mayor que 100 m/s, y los movimientos con frecuencias de aproximadamente 10 Hz o menos pueden no amplificarse, debido a la multirreflexión en las

capas superficiales de varias decenas de metros de espesor. Teniendo en cuenta lo anterior cuando se calcula la función de transferencia entre las componentes horizontales y la componente vertical los picos de mayor amplificación corresponden a las frecuencias fundamentales del depósito, lo cual permite caracterizar el punto de estudio con fines de definir si se presentará o no amplificación por propagación de onda (efectos locales).

La siguiente Figura presenta la ventana de trabajo en el programa Degtra A4 con los tres registros de aceleración y sus correspondientes espectros de Fourier para la ventana de tiempo en donde se registraron los niveles máximos de aceleración en un punto de análisis.

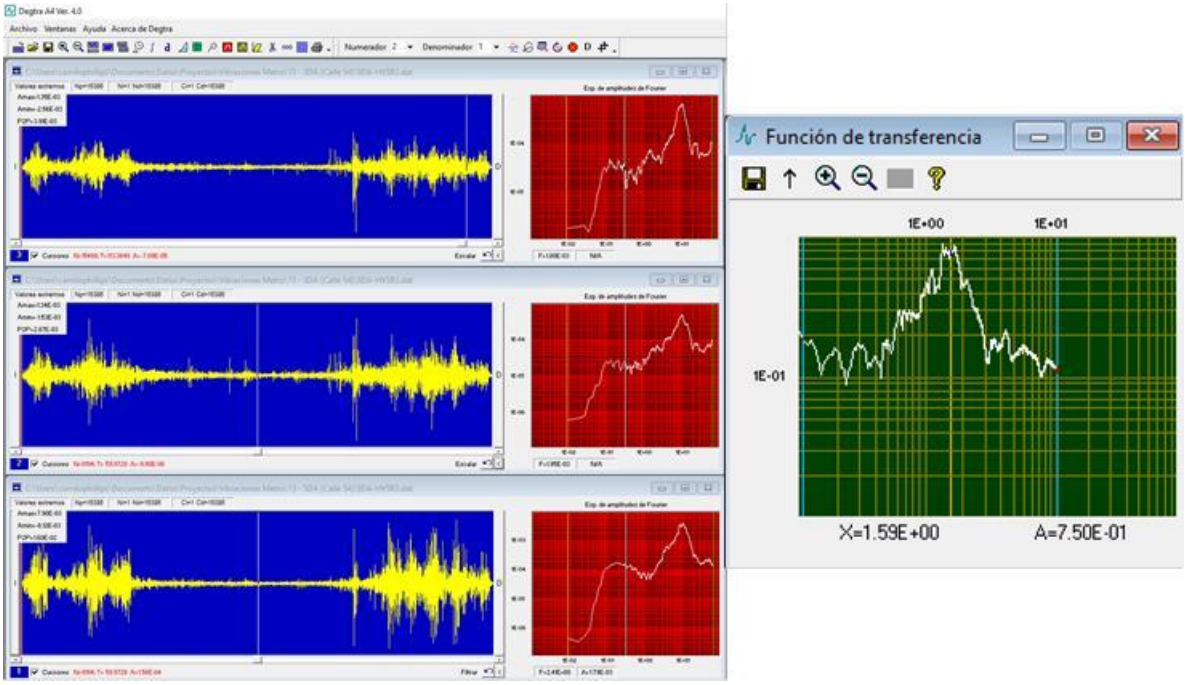


Figura 5.2.1-385 Ventanas de análisis de señales Degtra A4

5.2.1.22.1.4 Definición de umbrales de percepción humana y afectación a estructuras

En Colombia no existen normas para el control de vibraciones, razón por la cual tradicionalmente se han utilizado normas o recomendaciones europeas (en particular DIN 4150) y de Estados Unidos (USBM RI8507) con el fin de limitar y proponer medidas de mitigación en proyectos que incluyan equipos que inducen altos niveles de vibración y vehículos pesados. La definición de umbrales de vibración requiere tener claridad que las vibraciones generan efectos tanto en personas, como en estructuras y maquinaria que se encuentre en la zona cercana a la fuente de emisión de vibraciones.

El umbral de percepción para personas tradicionalmente se ha definido con base en la velocidad de partícula (PPV). La ISO 2631 define que velocidades de partícula entre 2 a 3 mm/s, en el rango de frecuencias entre 8 y 80 Hz (ISO 2631) son perceptibles para el ser humano. El estudio desarrollado por Wiss (1974) concluye que velocidades de partícula de 6 mm/s, 23 mm/s y 51 mm/s son clasificados como fácilmente perceptible para personas, intenso para personas y severo para personas respectivamente, en el caso de niveles de vibración generadas por fuentes transientes. En términos estructurales se diferencian dos niveles de daño el primero asociado con daños en elementos no estructurales y el segundo con niveles de atención de estructuras en donde los elementos estructurales principales se pueden ver afectados. En el presente caso la definición

de los umbrales de daño están asociados con la primera condición, teniendo en cuenta que la comunidad se siente afectada aun cuando los daños correspondan a fisuramiento menor que no pone en riesgo la estabilidad de la estructura.

La amplitud de deformación y por consiguiente el potencial de generación de daños inducida en una estructura por una fuente que genera vibraciones del terreno depende principalmente de las frecuencias fundamentales de la estructura y de la amplitud y frecuencia de la vibración incidente. Cuando la frecuencia fundamental de vibración coincide con una de las frecuencias fundamentales de la estructura se presenta amplificación dinámica de las solicitaciones inducidas lo cual normalmente se ve reflejado en daños estructural cuando las amplitudes de vibración superan valores umbral. En el caso estudiado las frecuencias fundamentales de las edificaciones se encuentra entre 1 y 15 Hz (rango estimado utilizando las fórmulas de cálculo de periodo estructural presentadas en la NSR-10 para edificaciones entre uno a seis pisos), teniendo en cuenta el uso de aisladores con el fin de disminuir las cargas y los niveles de vibración inducidos por el material rodante no se espera que se presenten cambios significativos de en los niveles de vibración actuales del proyecto sin embargo es posible que en las zonas cercanas al corredor de Transmilenio de la Caracas (Línea Base) se presenten niveles de vibración cercanos a los niveles de umbral de comportamiento.

Existen otras variables que deben ser consideradas en la evaluación del potencial de daño por vibraciones tales como: la duración de las vibraciones, la cantidad de ciclos de alta amplitud, la resistencia de los materiales que conforman la estructura, la calidad de la construcción, los esfuerzos estáticos preexistentes (incrementados por ejemplo por asentamientos del suelo), el nivel de mantenimiento y conservación de la estructura. Una evaluación rigurosa del potencial de daños por vibración en una serie de estructuras no es económicamente justificable en la mayoría de los casos. Por esta razón se recurre generalmente a normas y recomendaciones que relacionan características de la estructura y del suelo de cimentación con el tipo de vibración, o con los niveles de vibración (velocidad de partícula, frecuencia dominante, número de ciclos). La SIGUIENTE Figura resume diferentes criterios o límites de comportamiento ante niveles de vibración. Esta Figura es utilizada para clasificar los niveles de vibración registrados en la zona de estudio.

Para el caso de edificaciones existen diferentes recomendaciones referentes a la velocidad de partícula límite para afectación de construcciones, las recomendaciones de la DIN 4150 (2016), y CALTRANS (2013) limitan la velocidad de partícula para afectación estructuras antiguas construidas en mampostería a 12.7 mm/s (0.5 in/s) en el caso de fuentes de vibraciones transientes (poco frecuentes) y de 7.6 mm/s para el caso de fuentes de vibración continuas. Es claro que en la medida que las estructuras analizadas presentan un mayor detallamiento y un cumplimiento estricto de los requerimientos de construcción sismoresistente, el nivel de velocidad de partícula tolerable aumenta.

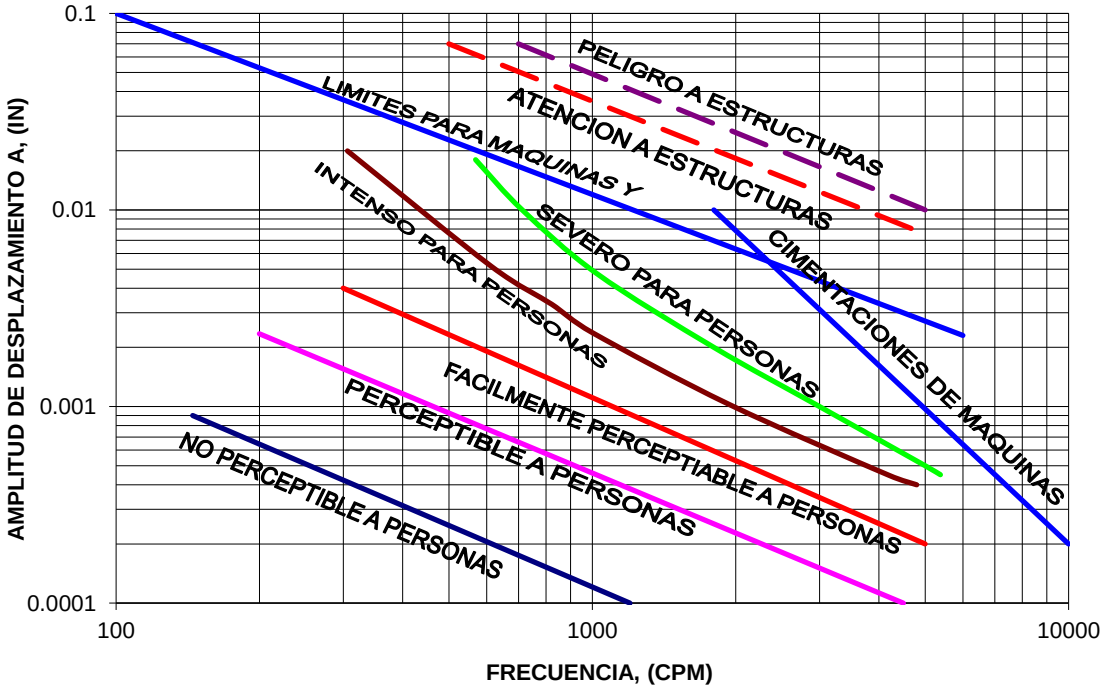


Figura 5.2.1-386 Umbrales de comportamiento ante vibraciones.

Fuente: Universidad de los Andes (2001)

5.2.1.22.1.5 Selección de los sitios de medición de vibraciones

Según las especificaciones técnicas ET-19, los puntos de muestreo se deben ubicar en los sitios donde se localizan las estaciones y el Patio-Taller. En unos casos puntuales la localización de los puntos de muestreo tuvo que ser ajustada teniendo en cuenta limitaciones de acceso a los predios y bajo el precepto de minimizar afectación en la movilidad local por el desarrollo de los muestreos.

Los puntos de monitoreo seleccionados a lo largo del corredor de la Primera Línea del Metro son los siguientes:

- Patio-Taller
- Estación Portal de las Américas
- Estación Villa Blanca
- Estación Palenque
- Estación Kennedy
- Estación Boyacá
- Estación Avenida 68
- Estación Rosario
- Estación NQS
- Estación Santander
- Estación Hospitales
- Estación Centro Histórico
- Estación Calle 26
- Estación Calle 45

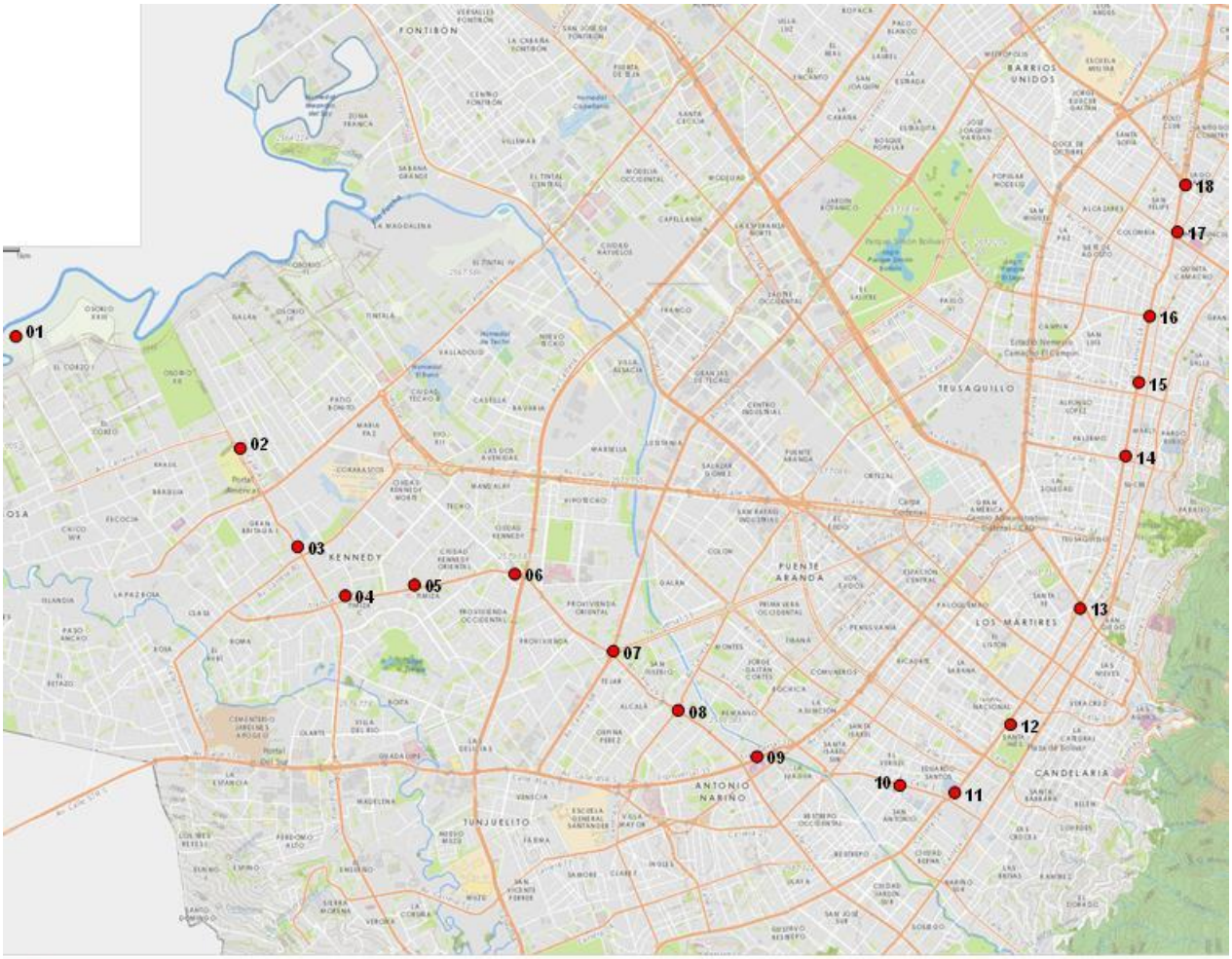
- Secretaria Distrital de Ambiente (SDA)
- Estación Calle 63
- Estación Calle 72
- Estación Calle 76

La Tabla que se presenta a continuación muestra las coordenadas de cada uno de los 18 puntos de registro de vibraciones.

Tabla 5.2.1-287 Localización de los puntos de medición de vibraciones en la zona de influencia del proyecto

Sitio de Medición	Este	Norte
01 Patio-Taller	86739	105492
02 Portal Américas	89356	104158
03 Villa Blanca	90145	102839
04 Palenque	90865	102188
05 Kennedy	91475	102264
06 Avenida Boyacá	92866	102551
07 Avenida 68	94219	101479
08 Avenida Rosario	95112	100637
09 NQS	96335	100104
10 Santander	98302	99671
11 Hospitales	98885	99727
12 Centro Histórico	99529	100553
13 Calle 26	100430	101899
14 Calle 45	101093	103916
15 SDA	101290	105009
16 Calle 63	101448	105901
17 Calle 72	101713	106942
18 Calle 76	101848	107483

La siguiente Figura presenta la localización de los puntos de registro sobre un mapa de la ciudad de Bogotá.



Puntos de Medición

01 Patio Taller	02 Portal Américas	03 Villa Blanca
04 Palenque	05 Kennedy	06 Avenida Boyacá
07 Avenida 68	08 Avenida Rosario	09 NQS
10 Santander	11 Hospitales	12 Centro Histórico
13 Calle 26	14 Calle 45	15 Secretaria Distrital de Ambiente
16 Calle 63	17 Calle 72	18 Calle 76

Figura 5.2.1-387 Localización de los puntos de registro de vibraciones

Las Figuras que se presentan a continuación muestran la localziación en detalle de cada uno de los puntos de medición de vibraciones y una fotografía del ensayo realizado.

Figura 5.2.1-388 Localización punto de registro de vibraciones 01 (Patio-Taller)

Figura 5.2.1-389 Localización punto de registro de vibraciones 02 (Portal de las Américas)

Figura 5.2.1-390 Localización punto de registro de vibraciones 03 (Villa Blanca)

Figura 5.2.1-391 Localización punto de registro de vibraciones 04 (Palenque)

Figura 5.2.1-392 Localización punto de registro de vibraciones 05 (Kennedy)

Figura 5.2.1-393 Localización punto de registro de vibraciones 06 (Av. Boyacá)

Figura 5.2.1-394 Localización punto de registro de vibraciones 07 (Av. 68)

Figura 5.2.1-395 Localización punto de registro de vibraciones 08 (Av. Rosario)

Figura 5.2.1-396 Localización punto de registro de vibraciones 09 (NQS)

Figura 5.2.1-397 Localización punto de registro de vibraciones 10 (Santander)

Figura 5.2.1-398 Localización punto de registro de vibraciones 11 (Hospitales)

Figura 5.2.1-399 Localización punto de registro de vibraciones 12 (Centro Histórico)

Figura 5.2.1-400 Localización punto de registro de vibraciones 13 (Calle 26)

Figura 5.2.1-401 Localización punto de registro de vibraciones 14 (Calle 45)

Figura 5.2.1-402 Localización punto de registro de vibraciones 15 (SDA)

Figura 5.2.1-403 Localización punto de registro de vibraciones 16 (Calle 63)

Figura 5.2.1-404 Localización punto de registro de vibraciones 17 (Calle 72)

Figura 5.2.1-405 Localización punto de registro de vibraciones 18 (Calle 76)

5.2.1.22.2 Resultados registro de vibraciones

La Tabla que se presenta a continuación muestra los resultados más relevantes del registro de vibraciones realizado en los 18 puntos a lo largo del corredor de la Primera Línea del Metro de Bogotá. En esta Tabla se presentan los valores promedio de velocidad de partícula (PGV) estimados a partir del análisis de señales desarrollado para diferentes ventanas de tiempo para las tres localizaciones de los sensores [Canal 0 (C_0), Canal 1 (C_1) y Canal 2 (C_2)], en el cual el sensor denominado Canal 0 es el más cercano al eje de la Primera Línea del Metro y el Canal 2 el más lejano. Adicionalmente se presentan las frecuencias estimadas utilizando la técnica de Nakamura entre las componentes longitudinal y vertical (f_1) y transversal y vertical (f_2), el promedio de estas dos frecuencias se reporta como $f_{Nakamura}$. El valor de PGV_{Max} reportado en la Tabla corresponde a la máxima velocidad de partícula estimada para cada uno de los puntos de análisis, lo cual incluye las mediciones con el arreglo con sensores en diferentes localizaciones y las mediciones adelantadas para implementar la técnica de Nakamura (HVSR).

Tabla 5.2.1-288 Localización de los puntos de medición de vibraciones en la zona de influencia del proyecto

Sitio de Medición	Este	Norte	C_0 (mm/s)	C_1 (mm/s)	C_2 (mm/s)	f_1 (Hz)	f_2 (Hz)	$f_{Nakamura}$ (Hz)	PGV_{MAX} (mm/s)
01 Patio-Taller	86739	105492	0,15	0,28	0,21	0,46	0,46	0,46	0,31
02 Portal Américas	89356	104158	0,41	0,14	0,15	0,46	0,49	0,47	0,54
03 Villa Blanca	90145	102839	0,71	0,50	0,30	0,50	0,50	0,50	0,98
04 Palenque	90865	102188	0,77	0,61	0,47	0,60	0,62	0,61	0,78
05 Kennedy	91475	102264	0,68	0,42	0,40	0,80	0,79	0,79	1,03
06 Avenida Boyacá	92866	102551	0,88	0,66	0,51	0,52	0,49	0,51	1,17
07 Avenida 68	94219	101479	0,52	0,42	0,38	0,69	0,65	0,67	0,97
08 Avenida Rosario	95112	100637	0,49	0,39	0,41	0,65	0,74	0,70	0,89
09 NQS	96335	100104	0,35	0,28	0,31	0,88	0,87	0,87	0,58
10 Santander	98302	99671	0,16	0,32	0,35	1,06	0,99	1,02	0,31
11 Hospitales	98885	99727	1,22	0,89	0,77	1,14	1,06	1,10	1,60
12 Centro Histórico	99529	100553	1,99	0,87	0,71	1,43	1,29	1,36	3,59
13 Calle 26	100430	101899	0,85	0,52	0,44	1,19	1,47	1,33	1,18
14 Calle 45	101093	103916	0,96	0,65	0,47	1,42	1,36	1,39	1,10
15 SDA	101290	105009	1,93	1,73	1,19	1,59	1,42	1,51	2,48
16 Calle 63	101448	105901	0,89	0,54	0,53	1,08	1,05	1,06	1,18
17 Calle 72	101713	106942	1,71	1,11	0,65	0,99	1,08	1,03	2,05
18 Calle 76	101848	107483	1,88	1,10	0,81	0,65	0,66	0,66	2,86

Se observa que para el punto que se calculan los mayores niveles de velocidad de partícula corresponde al Centro Histórico localizado en la Avenida Carcas con Calle 10. Por otro lado el punto con menores niveles de vibración corresponde al Patio-Taller. Lugar en el cual no existe la fuente de vibraciones del tráfico vehicular razón por la cual es el único punto de registro en el cual no se realizaron muestreos para hora valle y hora pico. Por otro lado y tal y como es de esperarse las frecuencias estimadas mediante el método de Nakamura son más altas en la zona de la Avenida Caracas en donde el perfil estratigráfico es de menor espesor y disminuyen hacia el occidente en donde el depósito aluvial alcanza su mayor espesor y en el extremo norte del

corredor de análisis en donde se encuentran los depósitos de origen lacustre en la ciudad de Bogotá. Las Figuras que se muestran a continuación presentan los resultados del registro de vibraciones en términos de PGV_{Max} y $f_{Nakamura}$.

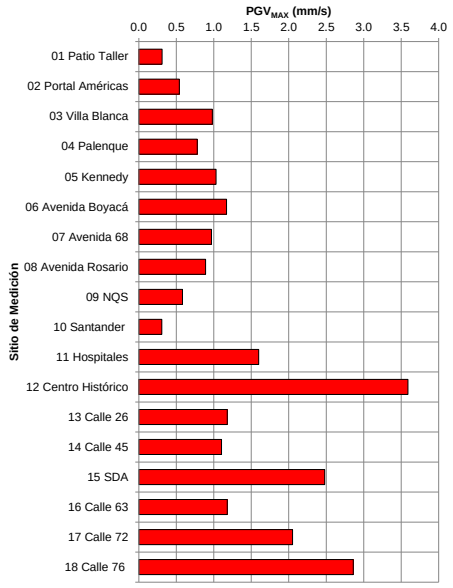


Figura 5.2.1-406 Valores de PGV_{Max}

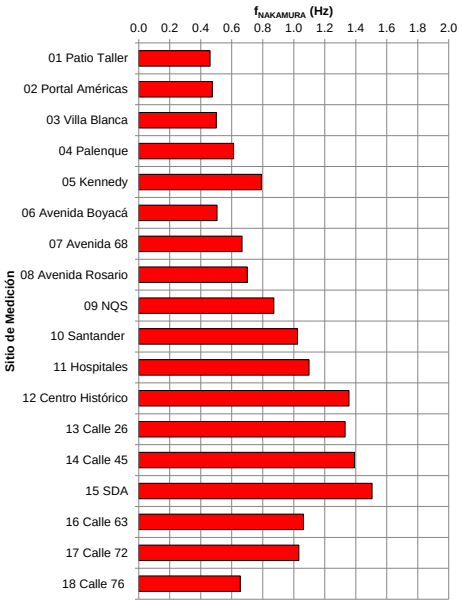


Figura 5.2.1-407 Valores de $f_{Nakamura}$

Como se mencionó anteriormente las recomendaciones de la DIN 4150 (2016), AS2187.2 (1993) y CALTRANS (2013) limitan la velocidad de partícula para afectación estructuras antiguas construidas en mampostería a 12,7 mm/s (0,5 in/s) en el caso de fuentes de vibraciones transientes (poco frecuentes) y de 7,6 mm/s para el caso de fuentes de vibración continuas. La

velocidad de partícula máxima estimada en las mediciones realizadas es de 3,59 mm/s (Centro Histórico) que es 47% del valor límite para vibraciones continuas y por lo tanto no se identifica que los niveles de vibración registrados puedan generar afectación a estructuras. Las Figuras que se presentan a continuación muestran una comparación de los registros de vibración contra los umbrales de sensibilidad humana y atención de estructuras para los puntos Centro Histórico y Patio-Taller, las Figuras para todos los puntos de registro son presentadas a manera de Anexo de este Documento. En estas Figuras se presentan las mediciones de los Canales 0, 1 y 2 (círculos rojos, rombos verdes y triángulos amarillos respectivamente) determinados con base en el análisis de señales. Como se observa que aún en el punto en el cual se registraron los mayores niveles de vibración (Centro Histórico) los mayores niveles de vibración son clasificados como entre fácilmente perceptibles a personas a intenso para personas per están por debajo de los límites para maquinaria y atención de estructuras. Por otro lado para el Patio-Taller los niveles de vibración actual son clasificados como no perceptibles para personas.

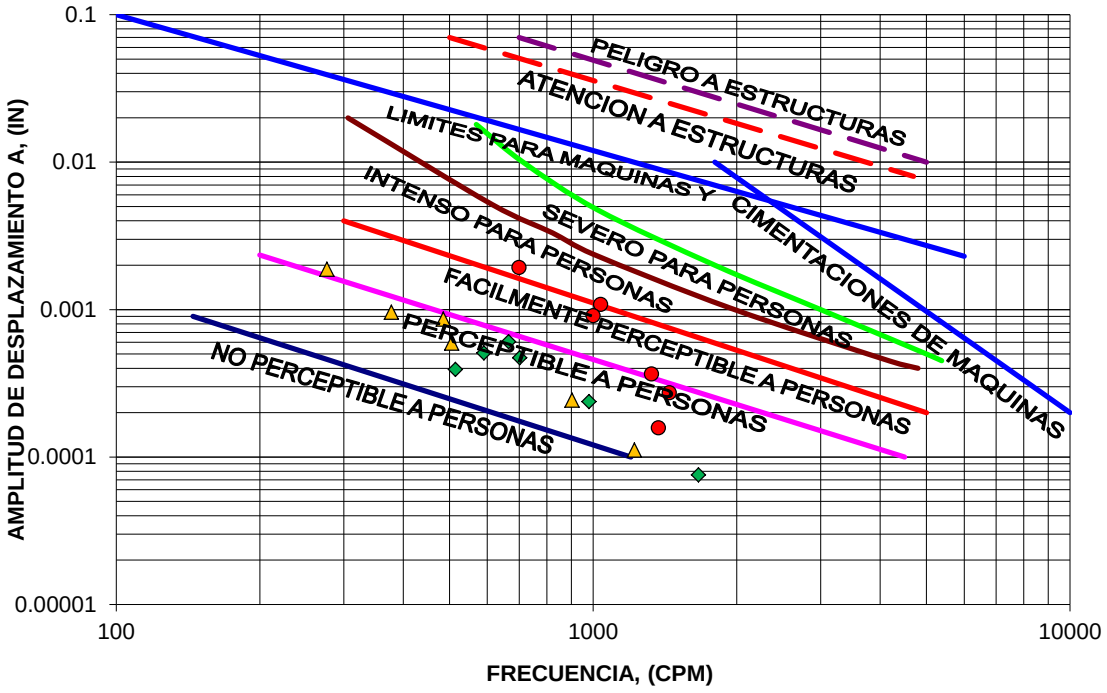


Figura 5.2.1-408 Comparación de registros de vibraciones con umbrales de movimiento para el punto 12 (Centro Histórico)

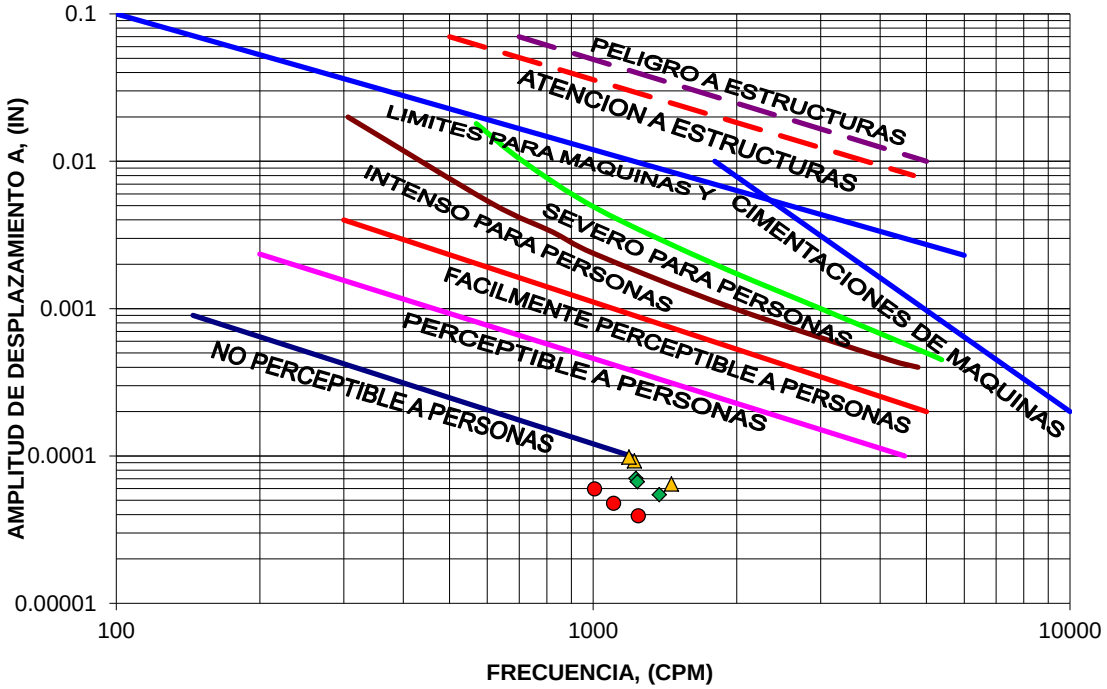


Figura 5.2.1-409 Comparación de registros de vibraciones con umbrales de movimiento para el punto 1 (Patio-Taller)

Con base en la frecuencia estimada implementando el método de Nakamura es posible calcular el periodo como el inverso de la frecuencia. La Figura que se presenta a continuación, muestra una comparación entre los periodos fundamentales de vibración del perfil estratigráfico de la ciudad e Bogotá (FOPAE, 2010) y los resultados de los análisis de HVSR (Nakamura). En general se observa que los periodos calculados mediante el método de Nakamura muestran las mismas tendencias que los periodos fundamentales del depósito con periodos mayores en los extremos occidental y norte del corredor de la Primera Línea del Metro. Sin embargo se encuentra que en las zonas con periodos fundamentales superiores a 1 segundo el método de Nakamura identifica periodos menores lo cual puede corresponder a modos superiores de vibración. Este resultado es consistente con ello encontrado en FOPAE (2010) en donde los periodos fundamentales calculados con microtrepidaciones utilizando el método de Nakamura son inferiores a los valores estimados como el modelo fundamental de la columna estratigráfica.

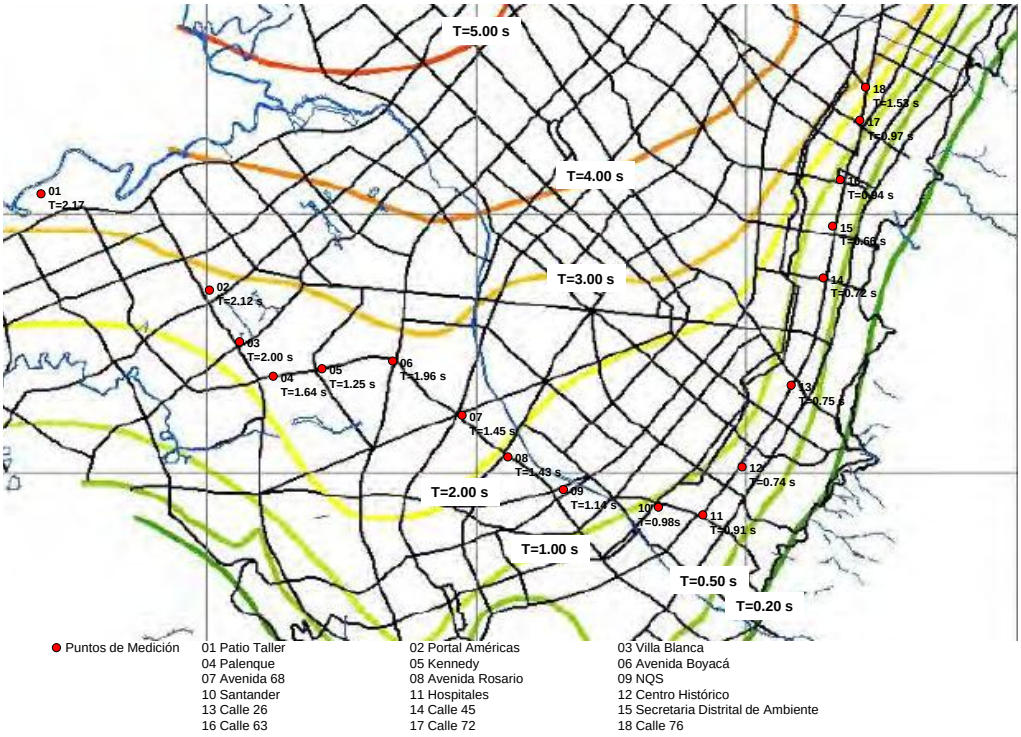


Figura 5.2.1-410 Comparación estimación periodo mediante el método de Nakamura contra los periodos fundamentales del depósito presentados en FOPAE (2010)

La siguiente Figura presenta los resultados promedio en términos de velocidad de partícula para los tres canales de medición del arreglo en el cual los sensores estan en tres localizaciones diferentes. En esta Figura se puede observar que en los puntos con mayores niveles de vibración (Centro Histórico, SDA, Calle 72 y Calle 76) se encuentra una atenuación de la velocidad de partícula con la distancia entre 1,11 y 2,29 (promedio 1,63) para las mediciones relaizadas en el aden y a 15 m. Lo anterior es importante teniendo en ceunta que las obras del proyecto Metro serán desarrolladas principalmente en el eje central de los corredores viales y por tanto cualquier vibración presentará atenuación y será inferior en la zona en donde se ecneuntran las estructuras colidantes. En puntos con bajos niveles de vibración no se observan cambios significativos con la distancia, lo cual se debe a que en estos sitios al no presentarse una fuente de vibración de mayor importancia como lo es Transmilenio, los niveles de vibración son casi los mismos en todos los puntos.

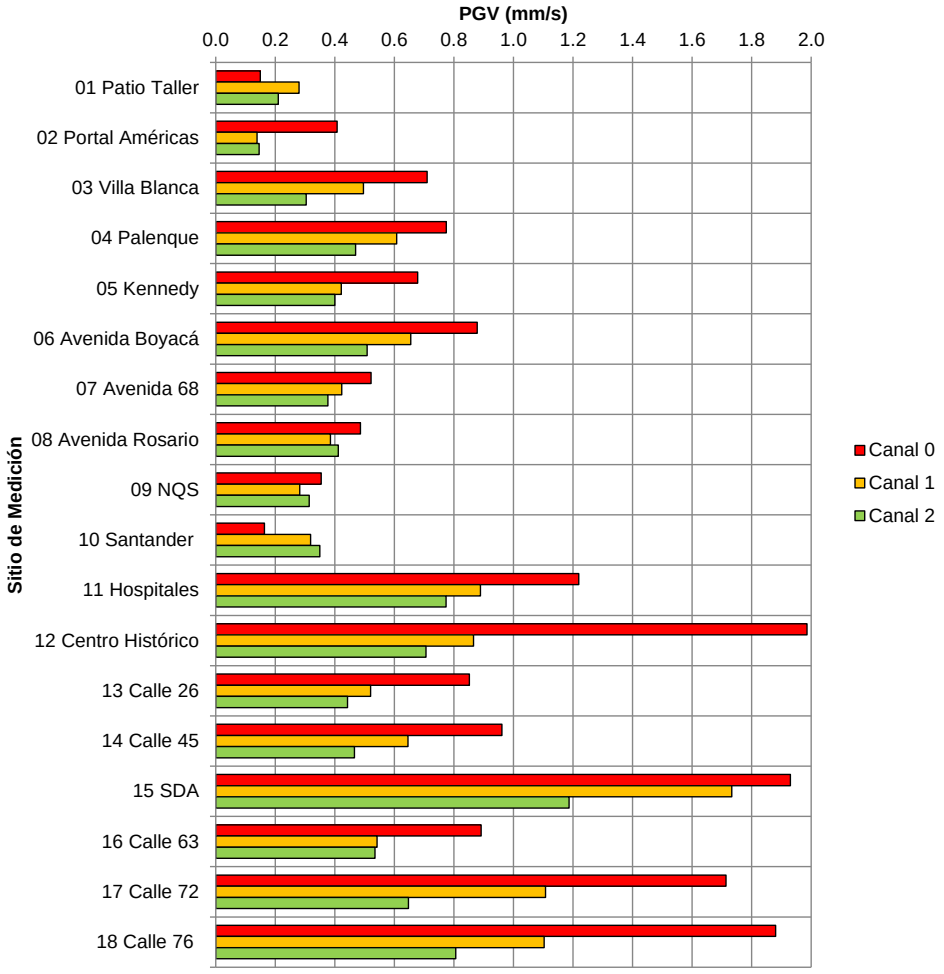


Figura 5.2.1-411 Valores de velocidad de partícula (PGV) para los tres canales de registro

5.2.1.22.2.1 Estimación de efectos durante la construcción del proyecto

Las actividades de construcción que generan mayores niveles de vibración corresponden al uso de explosivos para excavaciones en roca o el hincado de elementos de fundación (pilotes) o contención (tablestacados). En el desarrollo de la Primera Línea del Metro no se tiene previsto que se implementen actividades que involucren el uso de explosivos o el hincado de elementos de acero o concreto, con lo cual se minimiza cualquier tipo de afectación por vibraciones. Se tiene previsto que las cimentaciones profundas necesarias para la fundación del viaducto y las estaciones sean desarrolladas con pilotes pre-excavados, técnica que como lo define la norma inglesa BS7385-2 (1993) es una metodología de construcción de pilotes que genera bajos niveles de vibración y que solo en el caso de instalación de camisas de acero de gran longitud puede generar niveles de vibración que pudieran ser caracterizados como intensos para personas y que tengan capacidad de generar algún impacto en estructuras. Aun en el caso que las vibraciones asociadas con los procesos constructivos pudiesen generar valores de 1 mm/s (valor que constituye el límite superior de las casos de estudio reportados en la norma BS 5228-2:2009, para procesos constructivos que involucran pilotes pre-excavados) los niveles de vibración en la zona en el andén de los corredores viales serian inferiores al umbral de 7,6 mm/s, por otro lado y tal y

como lo presenta la siguiente Figura aún para el punto con el mayor nivel de vibración (Centro Histórico) el efecto de una vibración adicional de 1 mm/s no cambiaría la clasificación de nivel de vibraciones. Se anota que el valor de 1 mm/s se considera un nivel de vibración superior al que se espera que se genere por las actividades de construcción del viaducto y estaciones que hacen parte de la Primera Línea del Metro correspondiendo a un análisis conservador, lo anterior teniendo en cuenta que el valor de 1 mm/s corresponde al máximo valor reportado en BS 5228-2:2009 en el caso de pilotes pre-excavados cuando se alcanza roca dura en la base del pilote. Se resalta que en el caso de la Primera Línea del Metro de Bogotá los pilotes que servirán de cimentación para el viaducto y las estaciones en algunos sitios puntuales alcanzarán un estrato clasificado como roca, sin embargo, las formaciones rocosas que se pueden encontrar en la zona de estudio a las profundidades de desplante de los pilotes han sido clasificadas como rocas blandas. Al ser rocas de menor resistencia se prevé que los niveles de vibración generados durante la excavación sean menores que los niveles de vibración que se podría generar en el caso de excavación de rocas de dureza media a dura, teniendo en cuenta lo anteriormente expuesto se considera que la estimación de un nivel máximo de vibración durante la construcción del proyecto de 1 mm/s es conservador.

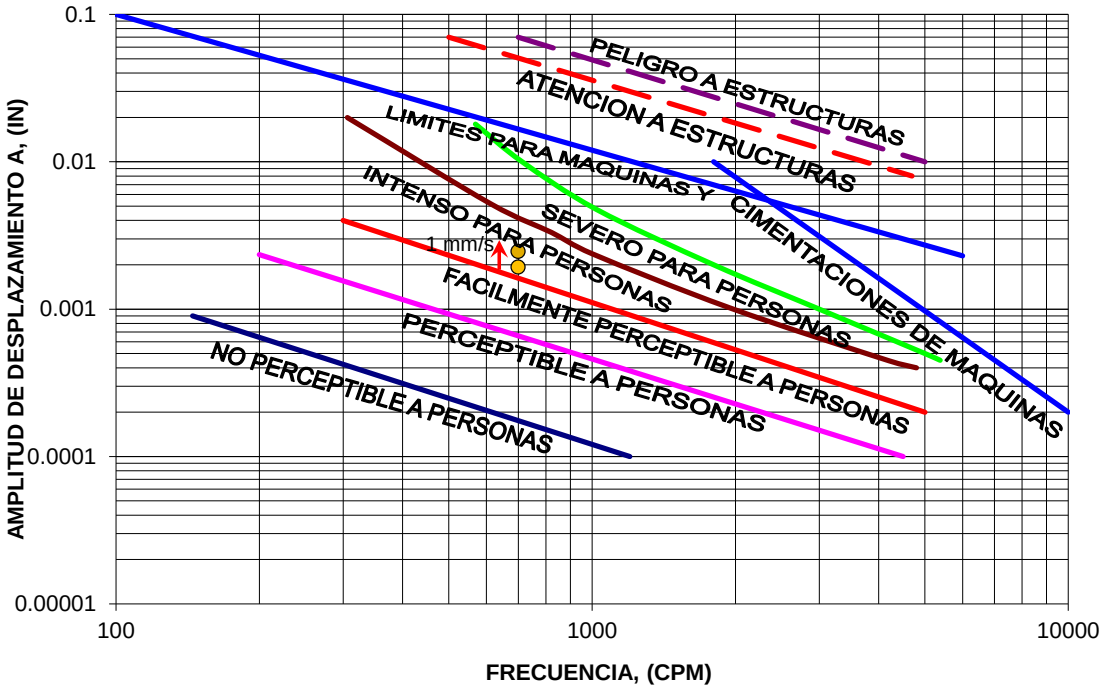


Figura 5.2.1-412 Efecto de vibraciones adicionales de con PGV de 1 mm/s durante construcción.

Adicionalmente se identifica que otra posible fuente de vibraciones durante la etapa de construcción es el tráfico de los vehículos pesados requeridos para el movimiento de tierras asociado con el proyecto, los niveles de vibración que pueden ser inducidos por el tráfico de vehículos pesados son caracterizados como menores o iguales a los que puede generar el tráfico de Transmilenio y están limitados y controlados en el Plan de Manejo de Tráfico (PMT).

Teniendo en cuenta lo anterior no se identifican impactos asociados con vibraciones durante la construcción del proyecto que pudieran generar afectación a estructuras. Es importante anotar que aunque las actividades asociadas con la construcción del proyecto no representan una fuente que pudiera generar afectación de estructuras sí podrían aumentar los niveles actuales aumentando la posibilidad que superen los límites de sensibilidad a personas.

5.2.1.22.2.2 Estimación de efectos durante la operación del proyecto

La definición de los apoyos y conectores del material rodante en la estructura del viaducto y las estaciones del Metro minimiza los efectos di vibración al tener elementos que disipan energía en las conexión de los rieles o vías del material rodante y las estructuras del Metro. La Figura que se presenta a continuación muestra los límites máximos de vibración que podrían ser generados durante la operación de la Primera Línea del Metro, se observa que los niveles de vibración previstos son muy inferiores a 1 mm/s (el nivel máximo de vibración previsto producto de la operación de la Primera Línea del Metro es ligeramente superior a 0.3 mm/s) y por tanto los efectos en términos de vibraciones del proyecto son inferiores a los estimados para la etapa de construcción, niveles que como se ha presentado anteriormente son clasificados como bajos, teniendo en cuenta las procesos constructivos previstos para el desarrollo de la Primera Línea del Metro. Con base en lo anterior no se identifican impactos por vibraciones durante la operación del proyecto que pudieran generar afectación a estructuras.

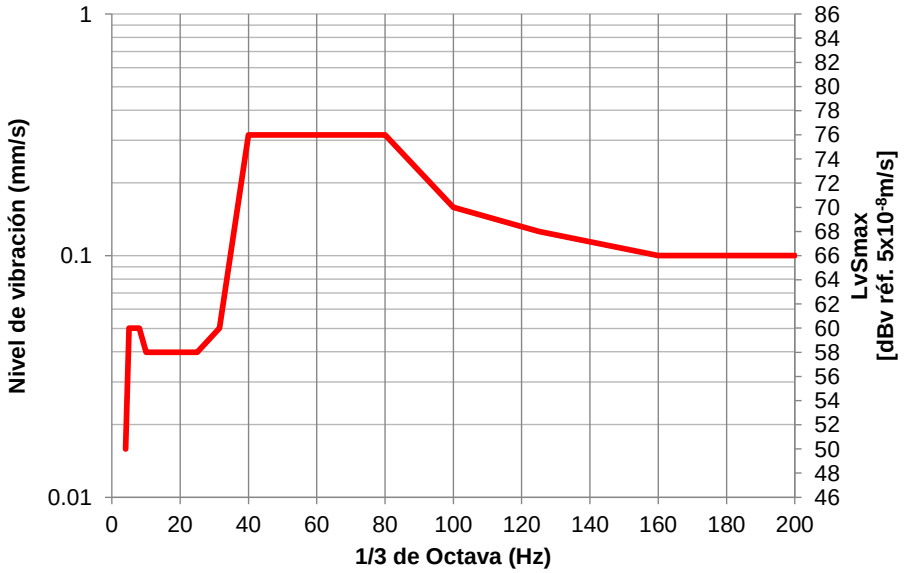


Figura 5.2.1-413 Niveles de vibración esperados a pie de pila del Metro.

5.2.1.22.2.3 Efectos de vibraciones a las estructuras adyacentes

Como se mencionó anteriormente no se espera que los niveles de vibración a lo largo del corredor de la Primera Línea del Metro se modifiquen de manera significativa durante las etapas de construcción y operación del proyecto razón por la cual no se identifica un potencial de afectación a estructuras. En algunos puntos del corredor los niveles de vibración son clasificados como fácilmente perceptibles a intensos para personas, clasificación que no variará durante la construcción y operación del proyecto. Para las estructuras que se encuentran a los largo del corredor los niveles de aceleración y velocidad son inferiores a los umbrales de daño y muy inferiores a los espectros de diseño sísmico definidos en el Decreto 523 de 2010 para la ciudad de Bogotá. En la Figura que se presenta a continuación se observa que los niveles de aceleración registrados en el punto que presenta los mayores niveles de vibración son muy inferiores a los requerimientos del Decreto 523 de 2010 para el diseño sísmico de estructuras. Lo anterior es consistente con lo presentado en este numeral según lo cual aunque las vibraciones son

perceptibles para el ser humano (en particular en el tramo de la Avenida Caracas) están muy lejos de los umbrales de afectación de estructuras, aún para estructuras patrimoniales.

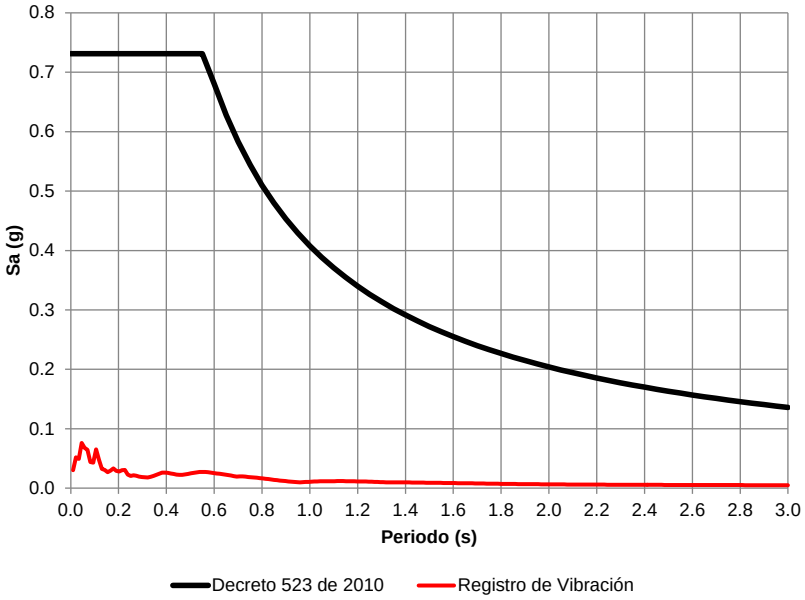


Figura 5.2.1-414 Comparación espectros de respuesta

5.2.1.23 ANEXOS

Anexo 5.2.1.1 Fuentes de Emisión (Bases de Datos - SDA)

Anexo 5.2.1.2 Calidad del aire (monitoreos)

Anexo 5.2.1.3 Modelo de dispersión (Informe y anexos)

Anexo 5.2.1.4 Ruido Ambiental (Monitoreo)

Anexo 5.2.1.5 Modelo de Ruido (Informe y anexos)

Anexo 5.2.1.6 Receptores de los niveles de ruido

Anexo 5.2.1.7 ETPLMB-ET19-L04-PLA-G-0008_RA

Anexo 5.2.1.8 ETPLMB-ET19-L04-PLA-I-0019A_RA

Anexo 5.2.1.9 Vibraciones

Anexo 5.2.1.10 ETPLMB-ET19-L04-PLA-G-0005_RA.

Anexo 5.2.1.11 ETPLMB-ET19-L04-PLA-I-0011_RA

Anexo 5.2.1.12 ETPLMB-ET19-L04-PLA-G-0004_RA

Anexo 5.2.1.13 ETPLMB-ET19-L04-PLA-G-0003_RA

Anexo 5.2.1.14 ETPLMB-ET19-L04-PLA-G-0006_RA

Anexo 5.2.1.15 ETPLMB-ET14-L00-PLA-J-0001_RC

ESTRUCTURACIÓN TÉCNICA DEL TRAMO 1 DE LA PRIMERA LÍNEA DEL METRO DE BOGOTÁ

Metro de Bogotá

ALCALDÍA MAYOR DE BOGOTÁ D.C.

BOGOTÁ MEJOR PARA TODOS

ESTRUCTURACIÓN TÉCNICA DEL TRAMO 1 DE LA PRIMERA LÍNEA DEL METRO DE BOGOTA (PLMB)

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL Y SOCIAL (EIAS)

LINEA BASE – MEDIO BIOTICO

DOCUMENTO N° ETPLMB-ET19-L16.5-ITE-I-001_R2

MAYO DE 2018

FDN Financiera de Desarrollo Nacional

CONSORCIO METRO BOG

SYSTRA

INGETEC INGENIEROS CONSULTORES

TABLA DE CONTENIDO

5.2.2 MEDIO BIÓTICO 1
5.2.2.1 Estructura Ecológica Principal (EEP) 1
5.2.2.2 Conceptos básicos 2
5.2.2.3 Manejo de información y análisis 3
5.2.2.4 Resultados del Análisis de la Estructura Ecológica Principal (EEP) 3
5.2.2.5 Caracterización de los elementos de la Estructura Ecológica Principal presentes en el AID 23
5.2.2.6 Caracterización del AII y los principales componentes de la EEP 31
5.2.2.7 Intervenciones del proyecto en los elementos de la EEP 35
5.2.2.8 Conclusiones Generales del Análisis de Estructura Ecológica Principal – EEP 45
5.2.2.9 Vegetación 47
5.2.2.10 Inventario forestal en el corredor PLMB 51
5.2.2.11 Propuesta conceptual paisajística 68
5.2.2.12 Fauna (Avifauna) 73
5.2.2.13 Caracterización hidrobiológica 93
5.2.2.14 Descripción del Monitoreo 95
5.2.2.15 Ubicación y descripción de áreas de muestreo 104
5.2.2.16 Resultados hidrobiológicos 117
5.2.2.17 Bibliografia línea base Biótica 144

LISTA DE TABLAS

Tabla 5.2.2.1 Componentes de la Estructura Ecológica Principal presentes en el AID 3
Tabla 5.2.2.2 Áreas de cruce del AID con los Corredores Ecológicos de la EEP 5
Tabla 5.2.2.3 Cruce del AID con las Rondas Hidráulicas Distritales 8
Tabla 5.2.2.4 Cruce del AID con las ZMPA Distrital 10
Tabla 5.2.2.5 Componentes de la Estructura Ecológica Principal presentes en el AII 12
Tabla 5.2.2.6 Presencia de Áreas Protegidas Distritales en el AII del proyecto 13
Tabla 5.2.2.7 Corredores Ecológicos Distritales presentes en el AII del proyecto 15
Tabla 5.2.2.8 Rondas Hidráulicas del Distrito presentes en el AII 18
Tabla 5.2.2.9 Zonas de Manejo y Preservación Ambiental Distrital presentes en el AII del proyecto 20
Tabla 5.2.2.10 Clasificación del humedal La Vaca, Política de Humedales del Distrito Capital 32
Tabla 5.2.2.11 Intervención por parte del proyecto de elementos de la Estructura Ecológica Principal 36
Tabla 5.2.2.12 Estado actual de las coberturas en la EEP en donde se localizarán la infraestructura del proyecto 37
Tabla 5.2.2.13 Ubicación de los pilotes proyectados a construir en áreas de la Estructura Ecológica Principal 39
Tabla 5.2.2.14 Presencia en el AII de la PLMB de Áreas Protegidas Distritales como Parques Ecológicos de Humedal 45
Tabla 5.2.2.15 Presencia en el Área de Influencia de la PLMB de Corredores Ecológicos de ronda distritales 45
Tabla 5.2.2.16 Presencia en el Área de Influencia de la PLMB de Rondas Hidráulicas distritales 46
Tabla 5.2.2.17 Presencia en el Área de Influencia de la PLMB de Zonas de Manejo y Protección Ambiental ZMPA distritales 46
Tabla 5.2.2.18 Conjunto de variables del Inventario Forestal del corredor PLMB 47
Tabla 5.2.2.19 Abundancia de especies según inventario forestal del corredor PLMB 52
Tabla 5.2.2.20 Especies vegetales que presentan restricciones en el AID del corredor de la PLMB 57
Tabla 5.2.2.21. Registro total de individuos arbóreos con veda nacional emplazados en el corredor PLMB 57
Tabla 5.2.2.22. Clasificación por clases de altura del inventario forestal del corredor PLMB 62
Tabla 5.2.2.23. Abundancia de especies según inventario forestal del Patio Taller PLMB 63
Tabla 5.2.2.24 . Clasificación por clases de altura del inventario forestal del Patio Taller PLMB 64
Tabla 5.2.2.25. Registro fotográfico de especies más abundantes en el Patio Taller PLMB 65
Tabla 5.2.2.26 Inventario de zonas verdes existentes 67
Tabla 5.2.2.27 Especies de aves registradas 74
Tabla 5.2.2.28 Unidades establecidas para monitoreo de Avifauna. 77
Tabla 5.2.2.29 Especies predominantes en la zona de influencia. 81
Tabla 5.2.2.30 Unidades establecidas para monitoreo de Avifauna. 87
Tabla 5.2.2.31 Número de nidos por cada especie de árbol identificado en las unidades de muestreo de avifauna 88
Tabla 5.2.2.32 Nidos registrados en el Área de Influencia Directa del Proyecto - AID 90
Tabla 5.2.2.33 Número de nidos por cada una de las 12 especies de árbol registradas con nidos en el AID del proyecto 92
Tabla 5.2.2.34 Puntos de monitoreo 95
Tabla 5.2.2.35 Metodología del monitoreo 96
Tabla 5.2.2.36.Índices ecológicos de las comunidades hidrobiológicas de la estación Canal Cundinamarca Aguas Arriba 118
Tabla 5.2.2.37. Índices ecológicos de las comunidades hidrobiológicas de la estación Canal Cundinamarca Aguas Abajo 121
Tabla 5.2.2.38. Índices ecológicos de las comunidades hidrobiológicas de la estación Canal Tintal II Aguas Arriba 123

Tabla 5.2.2.39.Índices ecológicos de las comunidades hidrobiológicas de la estación Canal Tintal II Aguas Abajo 125
Tabla 5.2.2.40. Índices ecológicos de las comunidades hidrobiológicas de la estación Canal Río Seco Aguas Arriba 127
Tabla 5.2.2.41. Índices ecológicos de las comunidades hidrobiológicas de la estación Canal Río Seco Aguas Abajo 129
Tabla 5.2.2.42.Índices ecológicos de las comunidades hidrobiológicas de la estación Canal Río Fucha Aguas Arriba 132
Tabla 5.2.2.43.Índices ecológicos de las comunidades hidrobiológicas de la estación Canal Río Fucha Aguas Abajo 134
Tabla 5.2.2.44. Índices ecológicos de las comunidades hidrobiológicas de la estación Canal Arzobispo Aguas Arriba 136
Tabla 5.2.2.45. Índices ecológicos de las comunidades hidrobiológicas de la estación Canal Arzobispo Aguas Abajo 138
Tabla 5.2.2.46.Índices ecológicos de las comunidades hidrobiológicas de la estación Canal Albina Aguas Arriba 140
Tabla 5.2.2.47. Índices ecológicos de las comunidades hidrobiológicas de la estación Canal Albina Aguas Abajo 142

LISTA DE FIGURAS

Figura 5.2.2.1 Cruce del AID del Proyecto con el Corredor Ecológico - Canal Albina (ETPLMB-ET-AID Cor_Ecol_ Canal Albina) 6
Figura 5.2.2.2 Cruce del AID del Proyecto con el Corredor Ecológico – Canal Arzobispo (ETPLMB-ET-AID Cor_Ecol_ Río Arzobispo) 6
Figura 5.2.2.3 Cruce del AID del Proyecto con el Corredor Ecológico - Canal Cundinamarca (ETPLMB-ET-AID Cor_Ecol_ Canal Cundinamarca) 7
Figura 5.2.2.4 Cruce del AID del Proyecto con el Corredor Ecológico Río Fucha o San Cristóbal (ETPLMB-ET-AID Cor_Ecol_ Río Fucha) 7
Figura 5.2.2.5 Cruce del AID del Proyecto con la Ronda Hidráulica del Canal Río Seco-Sector 1 (ETPLMB-ET-AID Ronda_Hid_ Canal Río Seco) 8
Figura 5.2.2.6 Cruce del AID del Proyecto con la Ronda Hidráulica del Canal Tintal II (ETPLMB-ET-AID Ronda_Hid_ Canal Tintal II) 9
Figura 5.2.2.7 Cruce del AID del Proyecto con la Ronda Hidráulica del Río Bogotá (ETPLMB-ET-AID Ronda_Hid_ Río Bogotá) 9
Figura 5.2.2.8 Cruce del AID del Proyecto con la ZMPA Canal Río Seco Sector1 (ETPLMB-ET-AID ZMPA_ Canal Río Seco) 11
Figura 5.2.2.9 Cruce del AID del Proyecto con la ZMPA del Canal Tintal II (ETPLMB-ET-AID ZMPA_ Canal Tintal II) 11
Figura 5.2.2.10 Cruce del AID del Proyecto con la ZMPA del Río Bogotá (ETPLMB-ET-AID ZMPA_ Río Bogotá) 12
Figura 5.2.2.11 Humedal de la Vaca I (Sector Sur) en el sector catastral Chucua de La Vaca I. (Anexo 5.2.2.17) 14
Figura 5.2.2.12 Humedal de la Vaca II (Sector Norte) en el sector catastral Villa Nelly Sector III. (Anexo 5.2.2.18) 15
Figura 5.2.2.13 Corredor Ecológico Albina en el AII del proyecto 16
Figura 5.2.2.14 Corredor ecológico del Canal Arzobispo en el AII del proyecto 16
Figura 5.2.2.15 Corredor ecológico del Canal Cundinamarca en el AII del proyecto 17
Figura 5.2.2.16 Corredor ecológico del Río Fucha o San Cristóbal en el AII del proyecto 17
Figura 5.2.2.17 Ronda Hidráulica del Canal Río Seco Sector 2 en el AII del proyecto 18
Figura 5.2.2.18 Ronda Hidráulica del Canal Río Seco Sector 1 en el AII del proyecto 19
Figura 5.2.2.19 Ronda Hidráulica del Canal Tintal II en el AII del Proyecto 19
Figura 5.2.2.20 Ronda Hidráulica del Río Bogotá en el AII del proyecto 20
Figura 5.2.2.21 ZMPA del Canal Río Seco Sector 2 en el AII del proyecto 21
Figura 5.2.2.22 ZMPA del Canal Río Seco Sector 1 en el AII del proyecto 21
Figura 5.2.2.23 ZMPA del Canal Tintal II en el AII del proyecto 22
Figura 5.2.2.24 ZMPA del Río Bogotá en el AII del proyecto 22
Figura 5.2.2.25 Ubicación Canal Albina en la localidad de Puente Aranda 26
Figura 5.2.2.26 Ubicación del Humedal La Vaca Sectores Norte y Sur. 34
Figura 5.2.2.27 Abundancia de especies en el corredor PLMB 56
Figura 5.2.2.28 Abundancia de individuos en veda 61
Figura 5.2.2.29. Distribución por clases de altura del inventario forestal del corredor PLMB 62
Figura 5.2.2.30 Imagen 2. Localización predio Patio Taller PLMB 63
Figura 5.2.2.31 Abundancia de especies predio Patio Taller PLMB 64
Figura 5.2.2.32. Distribución por clases de altura del inventario forestal del corredor PLMB 65
Figura 5.2.2.33 Mapa unidades paisajísticas 69
Figura 5.2.2.34 Plano general de especies en Estaciones 70
Figura 5.2.2.35 Estaciones de Metro - Especies Arbóreas 70
Figura 5.2.2.36.Distribución por órdenes de las familias de aves registradas en el área de influencia directa del proyecto 75
Figura 5.2.2.37.Distribución por familias de las especies de aves registradas en el área de influencia directa del proyecto 75
Figura 5.2.2.38.Abundancia de especies registradas en el área de influencia directa del proyecto 79

Figura 5.2.2.39.Número de especies e individuos por estación de monitoreo 80
Figura 5.2.2.40.Gremios tróficos conformados por las especies registradas en el área del proyecto 83
Figura 5.2.2.41. Número de especies e individuos registrados en las unidades arbóreas y/o de emplazamiento en el área del proyecto 86
Figura 5.2.2.42 Número y porcentaje de los nidos registrados en el AID para las diferentes especies. 90
Figura 5.2.2.43 Clasificación de los nidos según la altura de los árboles donde se ubican 91
Figura 5.2.2.44 Ubicación espacial de las estaciones de monitoreo de calidad hidrobiológica (figura obtenida con Google Earth) 95
Figura 5.2.2.45 Diagrama de flujo esquematizando la toma de muestras de la comunidad perifítica 100
Figura 5.2.2.46 Diagrama de flujo esquematizando la toma de muestras de la comunidad bentónica. 101
Figura 5.2.2.47. Abundancias de morfoespecies perifíticas para la estación Canal Cundinamarca Aguas Arriba 117
Figura 5.2.2.48. Porcentaje de organismos bioindicadores del perifiton. 119
Figura 5.2.2.49. Porcentaje de organismos bioindicadores del Macroinvertebrados bentónicos. . 119
Figura 5.2.2.50. Abundancias de morfoespecies perifíticas para la estación Canal Cundinamarca Aguas Abajo 120
Figura 5.2.2.51 Abundancias de morfoespecies bentónicas para la estación Canal Cundinamarca Aguas Abajo 120
Figura 5.2.2.52.Porcentaje de organismos Bioindicadores del perifiton 121
Figura 5.2.2.53. Porcentaje de organismos Bioindicadores de Macroinvertebrados bentónicos ... 121
Figura 5.2.2.54.Abundancias de morfoespecies perifíticas para la estación Canal Tintal II Aguas Arriba 122
Figura 5.2.2.55 Porcentaje de organismos bioindicadores del perifiton 123
Figura 5.2.2.56 Porcentaje de organismos bioindicadores de Macroinvertebrados bentónicos 123
Figura 5.2.2.57 Abundancias de morfoespecies perifíticas para la estación Canal Tintal II Aguas Abajo 124
Figura 5.2.2.58. Abundancias de especies bentónicas para la estación Canal Tintal II Aguas Abajo 125
Figura 5.2.2.59. Porcentaje de organismos bioindicadores del perifiton 126
Figura 5.2.2.60. Porcentaje de organismos bioindicadores de Macroinvertebrados bentónicos ... 126
Figura 5.2.2.61. Abundancias de morfoespecies perifíticas para la estación Canal Río Seco Aguas Arriba 127
Figura 5.2.2.62. Porcentaje de organismos Bioindicadores del perifiton 128
Figura 5.2.2.63. Porcentaje de organismos Bioindicadores de Macroinvertebrados bentónicos ... 128
Figura 5.2.2.64. Abundancias de morfoespecies perifíticas para la estación Canal Río Seco Aguas Abajo 129
Figura 5.2.2.65. Porcentaje de organismos bioindicadores del Perifiton 130
Figura 5.2.2.66. Abundancias de morfoespecies perifíticas para la estación Canal Río Fucha Aguas Arriba 131
Figura 5.2.2.67. Abundancias de morfoespecies bentónicas para la estación Canal Río Fucha Aguas Arriba 131
Figura 5.2.2.68. Porcentaje de organismos bioindicadores del perifiton. 132
Figura 5.2.2.69. Porcentaje de organismos bioindicadores del Macroinvertebrados bentónicos. . 132
Figura 5.2.2.70. Abundancias de morfoespecies perifíticas para la estación Canal Río Fucha Aguas Abajo 133
Figura 5.2.2.71 Abundancias de morfoespecies bentónicas para la estación Canal Río Fucha Aguas Abajo 134

Figura 5.2.2.72. Porcentaje de organismos Bioindicadores del perifiton 135
Figura 5.2.2.73. Porcentaje de organismos Bioindicadores de Macroinvertebrados bentónicos ... 135
Figura 5.2.2.74 Porcentaje de organismos bioindicadores del perifiton 136
Figura 5.2.2.75. Abundancias de morfoespecies perifíticas para la estación Canal Arzobispo Aguas Abajo 137
Figura 5.2.2.76. Porcentaje de organismos bioindicadores del perifiton 138
Figura 5.2.2.77. Abundancias de morfoespecies bentónicas para la estación Canal Albina Aguas Arriba 139
Figura 5.2.2.78. Porcentaje de organismos Bioindicadores del perifiton 140
Figura 5.2.2.79. Porcentaje de organismos Bioindicadores de Macroinvertebrados bentónicos ... 140
Figura 5.2.2.80. Abundancias de morfoespecies bentónicas para la estación Canal Albina Aguas Abajo 141
Figura 5.2.2.81. Porcentaje de organismos bioindicadores del perifiton 142
Figura 5.2.2.82. Porcentaje de organismos bioindicadores de Macroinvertebrados bentónicos ... 142

"El contenido de este documento se encuentra en construcción. Por lo anterior, la información aquí consignada será actualizada con ocasión de las mejoras o inclusiones derivadas de las socializaciones y observaciones, o de los cambios regulatorios y/o normativos que surjan a nivel nacional y/o local. De igual manera la información será actualizada con base en los requerimientos y/o obligaciones que la autoridad ambiental competente haya establecido para el proyecto.

El propósito de publicar y brindar la información aquí contenida, es cumplir con lo establecido con los estándares internacionales de las salvaguardas ambientales y sociales que utiliza la banca multilateral. Este documento no puede considerarse bajo ninguna circunstancia como una versión final hasta que la EMB y la Banca Multilateral manifiesten que se trata del documento definitivo."

5.2.2 MEDIO BIÓTICO

5.2.2.1 Estructura Ecológica Principal (EEP)

De acuerdo con el Decreto 190 del 22 de Junio de 2004 por el cual se establece el Plan de Ordenamiento Territorial "y se compilan las disposiciones contenidas en los Decretos Distritales 619 de 2000 y 469 de 2003" ((Alcaldía Mayor de Bogotá, 2004), la Estructura Ecológica Principal (EEP) en su definición, recoge y considera los aspectos desarrollados en los siguientes artículos;
"(…)…

***Artículo 16.** Principios básicos. (…)*

1. La estructura ecológica principal está constituida por una red de corredores ambientales localizados en jurisdicción del DISTRITO CAPITAL e integrados a la estructura ecológica regional, y cuyos componentes básicos son el sistema de áreas protegidas; los parques urbanos; los corredores ecológicos y el área de manejo Especial del río Bogotá.

Por sus valores ambientales, paisajísticos y culturales, los elementos que hacen parte de la Estructura Ecológica Principal se constituyen en el sustrato de base para el ordenamiento de la ciudad. La recuperación, preservación, integración y tutela son las determinantes que gobiernan la regulación que se fija para cada uno de ellos.

Los cerros orientales y el río Bogotá, conjuntamente con los suelos rurales del D. C conforman un continuo ambiental y protegido alrededor de la ciudad, cuya finalidad principal es evitar los procesos de conurbación con los municipios vecinos.

2. La estructura funcional de servicios, está conformada por los sistemas generales de servicios públicos, de movilidad y de equipamientos, cuya finalidad es garantizar que el centro y las centralidades que conforman la estructura socio económica y espacial y las áreas residenciales cumplan adecuadamente sus respectivas funciones y se garantice de esta forma la funcionalidad del Distrito Capital en el marco de la red de ciudades.

3. La estructura socio - económica y espacial está constituida por el centro y la red de centralidades que concentran actividades económicas y de servicios, y que se disponen sobre todo el territorio del Distrito Capital para garantizar el equilibrio urbano y rural en prestación de servicios, la cohesión social, la integración de la ciudad a diferentes escalas, y el desarrollo económico para todos los habitantes del D. C. y de la región.

Parágrafo. Las determinaciones a que hace referencia el presente artículo, se sintetizan en el plano denominado "Estrategia de Ordenamiento del Distrito Capital

***Artículo 17. La Estructura Ecológica Principal: componentes**.*

La Estructura Ecológica Principal tiene la función básica de sostener y conducir la biodiversidad y los procesos ecológicos esenciales a través del territorio del Distrito Capital, en sus diferentes formas e intensidades de ocupación, y dotar al mismo de bienes y servicios ambientales para el desarrollo sostenible.

Para efectos de su ordenamiento y regulación, los elementos que hacen parte de la Estructura Ecológica Principal se asocian a los siguientes cuatro componentes:

a. Sistema de Áreas Protegidas del Distrito Capital
b. Parques urbanos
c. Corredores Ecológicos
d. Área de Manejo especial del Río Bogotá.

***Parágrafo.** Las determinaciones y clasificación de áreas a que hace referencia el presente artículo, y los demás pertinentes al tema y desarrollados en el Titulo VI de la presente revisión, se consignan en los planos denominados "Estructura Ecológica Principal Regional", "Estructura Ecológica Principal: Distrito Capital" y "Estructura Ecológica Principal: Suelo urbano*

5.2.2.2 Conceptos básicos

Según Van der Hammen, T., 2003, la EEP se define como "El conjunto de ecosistemas naturales y semi-naturales que tienen una localización, extensión, conexiones y estado de salud, tales que garantiza el mantenimiento de la integridad de la biodiversidad, la provisión de servicios ambientales (agua, suelos, recursos biológicos y clima), como medida para garantizar la satisfacción de las necesidades básicas de los habitantes y la perpetuación de la vida". La EEP es la propuesta de ordenamiento de la cobertura vegetal, del uso y manejo de la tierra y del agua, que garantiza la conservación, preservación y restauración de la biodiversidad, los recursos biológicos y los servicios ambientales. La implementación de la EEP implica en el futuro el estudio detallado de las áreas a incorporar y la definición de categorías según el Sistema Nacional de Áreas Protegidas al igual que de los ecosistemas sensibles y estratégicos.

Los ecosistemas sensibles y/o áreas protegidas se consideran aquellas áreas pertenecientes al territorio que por su especial valor ambiental y de fragilidad, respaldadas en la mayoría de los casos por un acto administrativo local, regional y/o nacional, son administrados por algún instrumento de manejo ambiental. De acuerdo con Fraume (2007), dichas áreas son provistas de una vulnerabilidad y susceptibilidad especial, lo cual las hace frágiles pudiendo verse afectadas negativamente por el desarrollo inadecuado de un proyecto, alterando sus propiedades biológicas y ecológicas, generando un deterioro continuo en su funcionalidad ecosistémica y así mismo en su representatividad ambiental.

Según Usma y Trujillo (2011), este tipo de ecosistemas o áreas protegidas son definidos como de alta importancia ecológica y biológica para la conservación, puesto que sus condiciones naturales y funcionales brindan protección permitiendo la regulación hídrica de la zona y, adicionalmente garantizan la oferta de bienes y servicios ambientales esenciales.

Por otra parte, las áreas estratégicas o ecosistemas estratégicos son una parte diferenciable del territorio donde se concentran funciones naturales de las cuales dependen de manera especial y significativa los bienes y servicios ambientales vitales para el sustento de la sociedad y naturaleza. Algunas de estas áreas son de tipo artificial, en el cual su principal uso es de tipo antrópico y su importancia ecológica y biológica no es igualmente prioritaria al momento de elaborar un plan de manejo ambiental.

En cuanto a las áreas estratégicas constituyen unidades estructurales y funcionales de la naturaleza, conformadas por conjuntos de organismos que interactúan entre sí y con el entorno físico o hábitat, a través de intercambios de materia, energía e información (Márquez, 1997).

5.2.2.3 Manejo de información y análisis

De acuerdo con lo anterior y con base en la consulta que se realizó en la oficina de ecosistemas estratégicos y biodiversidad de la Secretaría Distrital de Ambiente mediante radicado ETPLM-SDA-CMB-CF-ADM-001 (2017ER115760 Interno SDA) del 22 de junio de 2017, ésta emitió pronunciamiento mediante radicado 2017EE122135 Proc: 3764510 del 04 de abril de 2017, en el cual realizó entrega oficial con los archivos shape relacionados con La Estructura Ecológica Principal y cada uno de sus componentes (Áreas protegidas, corredores ecológicos, franjas de adecuación, rondas hidráulicas, ZPMA, etc.). En este sentido y con base en esta información, se realizaron los análisis con el geovisor de la Secretaría Distrital de Ambiente, herramienta de la entidad que permite consultar y visualizar la información relacionada con calidad visual, de agua, suelo, aire, además de los componentes de la Estructura Ecológica Principal (Áreas Protegidas, Corredor Ecológico de Ronda, Parques Urbanos, Ronda Hidráulica, ZMPA). A este Visor se puede acceder desde la dirección web: http://www.secretariadeambiente.gov.co/visorgeo/

Con el fin de identificar y evaluar la interferencia del proyecto con la infraestructura asociada a la Estructura Ecológica Principal (EEP), se realizó un análisis con los archivos shape que suministró la Secretaría Distrital de Ambiente y con el geovisor del SIAC ya que éste permite cargar los archivos mencionados y así llevar a cabo una cartografía temática con la comprobación o verificación de algún tipo de superposición del proyecto con los diferentes componentes de la EEP.

5.2.2.4 Resultados del Análisis de la Estructura Ecológica Principal (EEP)

5.2.2.4.1 Área de Influencia Directa

En el Área de Influencia Directa se localizan elementos de los componentes de la Estructura Ecológica Principal del Distrito Capital, correspondientes a los Corredores ecológicos y el Área de Manejo Especial del río Bogotá. En la Tabla 5.2.2.1 se presenta el nombre de cada uno de estos elementos, la nomenclatura asignada y el Acto Administrativo con la cual fue adoptado o reglamentado. Todas las áreas de la Estructura Ecológica Principal presentes en el AID del proyecto, se constituyen en suelo de protección.

Tabla 5.2.2.1 Componentes de la Estructura Ecológica Principal presentes en el AID

Componente		Nombre	Nomenclatura	Acto administrativo
Corredores Ecológicos	Corredor ecológico de ronda	Canal Albina	Corredor - 66	Decreto 190 de 22 de junio de 2004 de la Alcaldía Mayor de Bogotá
		Canal Arzobispo	Corredor - 67	

Componente		Nombre	Nomenclatura	Acto administrativo
		Río Fucha o San Cristobal	Corredor - 168	
		Canal Cundinamarca	Corredor - 179	Resolucion EAAB 1149 del 27 de octubre del 2000
	Ronda hidráulica	Canal Río Seco Sector 1	Ronda - 18	Resolucion SDA 1032 del 26 de enero de 2010
		Canal Tintal II	Ronda - 27	Resolucion SDA 2771 del 24 de marzo de 2010
	Zona de Manejo y Preservación- ZMPA	Canal Río Seco Sector 1	ZMPA - 341 y ZMPA - 342	Resolucion SDA 1032 del 26 de enero de 2010
		Canal Tintal II	ZMPA - 348	Resolucion SDA 2771 del 24 de marzo de 2010
Área de Manejo Especial del Río Bogotá	Ronda hidráulica del Río Bogotá	Río Bogotá	Ronda - 51	Acuerdo CAR 017 del 8 de julio del 2009
	Zona de Manejo y Preservación del Río Bogotá	Río Bogotá	ZMPA - 304	

Fuente: SYSTRA-Ingetec S.A

El Decreto 190 de 2004 de la Alcaldía Mayor de Bogotá, el cual compila las normas de los Decretos Distritales 619 de 2000 y 469 de 2003, que conforman el Plan de Ordenamiento Territorial de Bogotá, D. C., define a los Corredores Ecológicos en su artículo 98, como " *zonas verdes lineales que siguen los bordes urbanos y los principales componentes de la red hídrica y la malla vial arterial como parte del manejo ambiental de las mismas y para incrementar la conexión ecológica entre los demás elementos de la Estructura Ecológica Principal, desde los Cerros Orientales hasta el Área de Manejo Especial del río Bogotá y entre las áreas rurales y urbanas".*

Los principales Corredores Ecológicos de Ronda, y entre ellos el del Río Fucha localizado en el AID del proyecto, contarán con un plan de manejo adelantado por la Empresa de Acueducto y Alcantarillado de Bogotá y concertado con la autoridad ambiental competente, el cual será adoptado mediante Decreto. A la fecha, aún no se han establecido los Planes de Manejo de los Corredores ecológicos mediante acto administrativo, y algunos de ellos se hallan en etapa de formulación.

Por otro lado, las rondas hidráulicas y las Zonas de Manejo y Preservación Ambiental- ZMPA, hacen parte de los elementos del Sistema Hídrico del Distrito Capital, los cuales deben ser preservados, al constituirsen tanto en elementos conectores de las diversas áreas del Sistema de Áreas Protegidas, como en áreas claves de la conservación de la biodiversidad y de los servicios ambientales

Con respecto al Área de Manejo Especial del Río Bogotá, que comprende su ronda hidráulica y su Zona de Manejo y Preservación Ambiental, conforma el eje integrador de la EEP al cual debe conectarse directa o indirectamente todos los corredores ecológicos urbanos, en especial los parques de ronda de los ríos y canales urbanos, y las áreas protegidas urbanas y rurales en especial los humedales.

Se realizó un análisis exploratorio con base en la información digital de la Estructura Ecológica Principal que suministró la oficina de ecosistemas estratégicos y biodiversidad de la Secretaría Distrital de Ambiente mediante el radicado ETPLM-SDA-CMB-CF-ADM-001 (2017ER115760 Interno SDA) del 22 de junio de 2017, y radicado 2017EE122135 Proc: 3764510 del 04 de abril de 2017, en donde se identificó puntualmente la localización de los elementos de la EEP con el área de intervención directa (huella del proyecto) o AID, al igual que para el Área de Influencia Indirecta AII Biótica, en donde el Geovisor evidenció las siguientes apreciaciones:

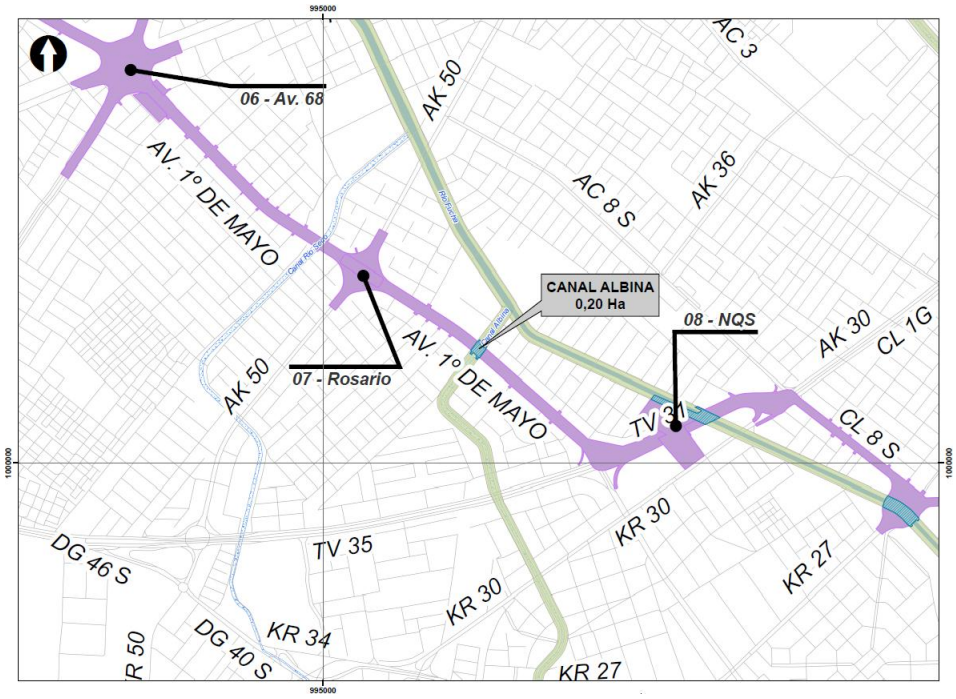
- Cruce del AID con Corredores Ecológicos Distritales

El AID del proyecto cruza cuatro corredores ecológicos: Canal Albina, Canal Arzobispo, Canal Cundinamarca y Río Fucha o San Cristóbal, cuyas áreas de intercepción se muestran en la Tabla 5.2.2.2. La Figura 5.2.2.1, la Figura 5.2.2.2, la Figura 5.2.2.3 y la Figura 5.2.2.4, presentan respectivamente la ubicación de los corredores ecológicos del Canal Albina, Canal Arzobispo, Canal Cundinamarca y el Canal del río Fucha o San Cristobal a lo largo del AID del proyecto.

Tabla 5.2.2.2 Áreas de cruce del AID con los Corredores Ecológicos de la EEP

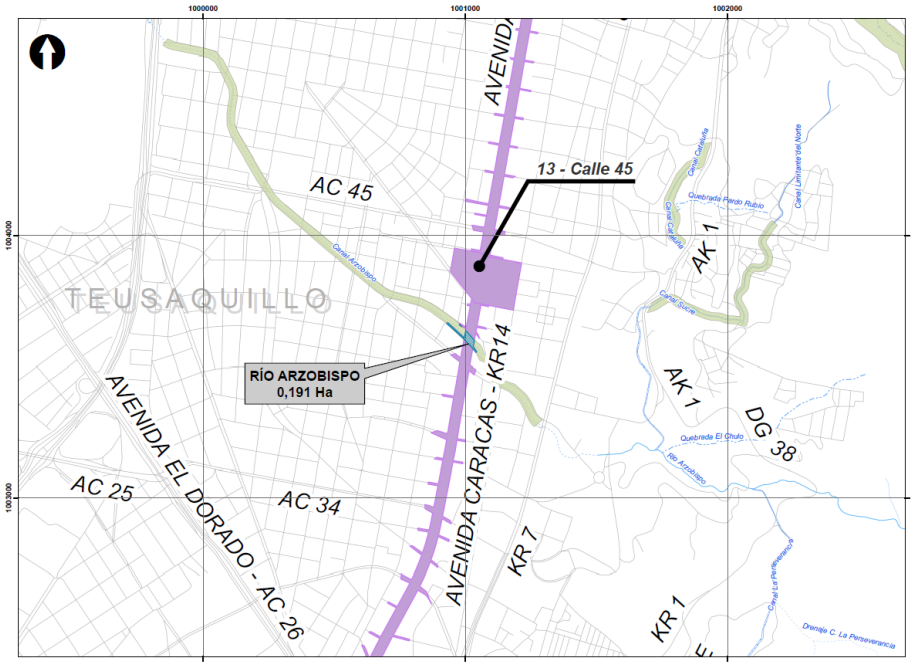
Nombre del Corredor	Área (ha)
Canal Albina	0,20
Canal Arzobispo	0,19
Canal Cundinamarca	41,11
Río Fucha o San Cristóbal	1,30

Fuente: SYSTRA-Ingetec S.A. (Noviembre 2017)



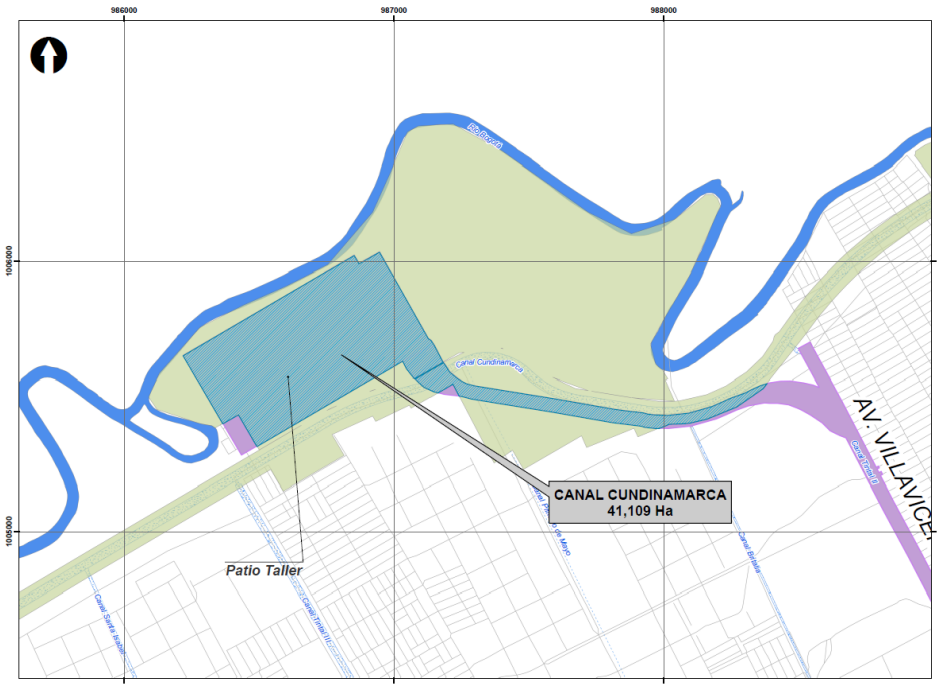
Fuente: SYSTRA-Ingetec S.A. (Noviembre 2017)

Figura 5.2.2.1 Cruce del AID del Proyecto con el Corredor Ecológico - Canal Albina (ETPLMB-ET-AID Cor_Ecol_ Canal Albina)



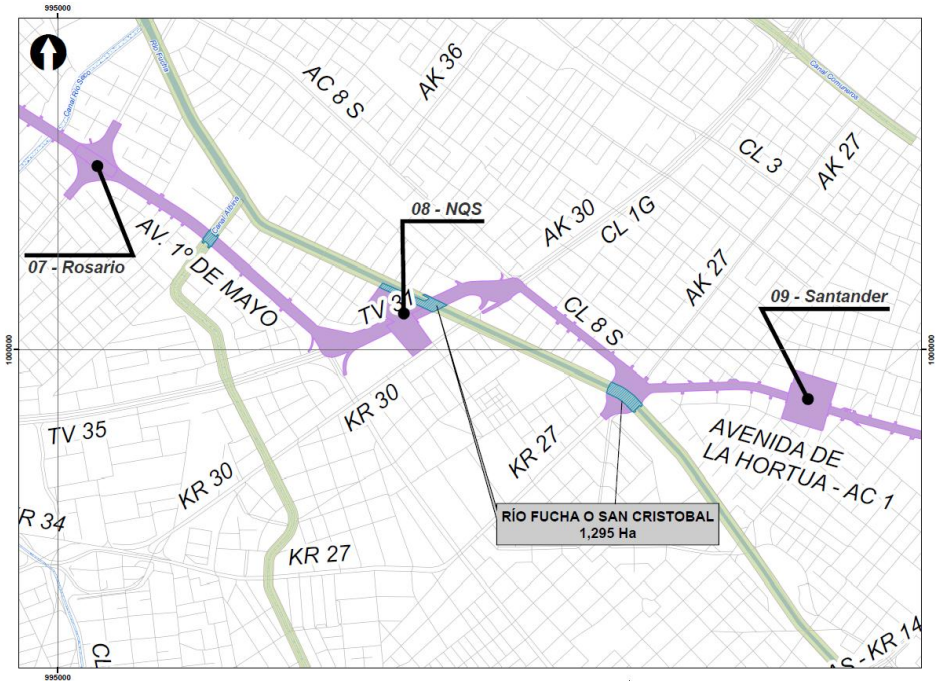
Fuente: SYSTRA-Ingetec S.A. (Noviembre 2017)

Figura 5.2.2.2 Cruce del AID del Proyecto con el Corredor Ecológico – Canal Arzobispo (ETPLMB-ET-AID Cor_Ecol_ Río Arzobispo)



Fuente: SYSTRA-Ingetec S.A. (Noviembre 2017)

Figura 5.2.2.3 Cruce del AID del Proyecto con el Corredor Ecológico - Canal Cundinamarca (ETPLMB-ET-AID Cor_Ecol_ Canal Cundinamarca)



Fuente: SYSTRA-Ingetec S.A. (Noviembre 2017)

Figura 5.2.2.4 Cruce del AID del Proyecto con el Corredor Ecológico Río Fucha o San Cristóbal (ETPLMB-ET-AID Cor_Ecol_ Río Fucha)

El anterior análisis se vincula con los siguientes planos:

- Anexo 5.2.2.8 ETPLMB-ET-AID Cor_Ecol_ Canal Albina
- Anexo 5.2.2.9 ETPLMB-ET-AID Cor_Ecol_ Río Arzobispo
- Anexo 5.2.2.10 ETPLMB-ET-AID Cor_Ecol_ Canal Cundinamarca
- Anexo 5.2.2.11 ETPLMB-ET-AID Cor_Ecol_ Río Fucha

- Cruce del AID con Rondas Hidráulicas Distritales

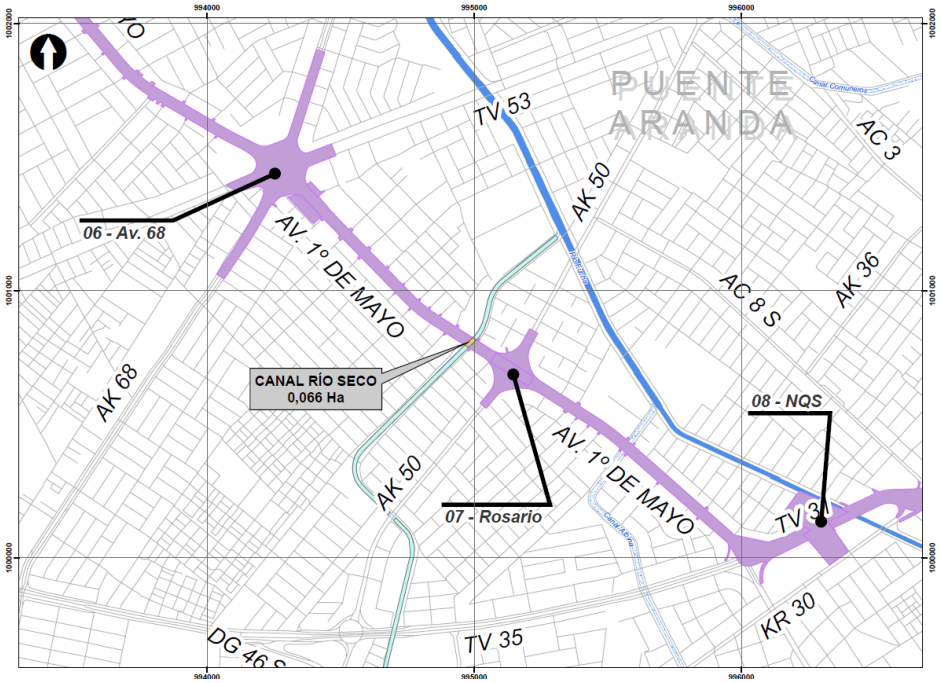
El AID del proyecto cruza las siguientes tres rondas hidráulicas; Canal Río Seco Sector 1, Canal Tintal II y Río Bogotá. En la Tabla 5.2.2.3 se presentan las áreas de intercepción del AID con las Rondas Hidráulicas Distritales.

En la Figura 5.2.2.5, la Figura 5.2.2.6 y la Figura 5.2.2.7, se presenta el cruce respectivamente de las rondas hidráulicas Río Seco Sector 1, Tintal II y río Bogotá con el AID del proyecto

Tabla 5.2.2.3 Cruce del AID con las Rondas Hidráulicas Distritales

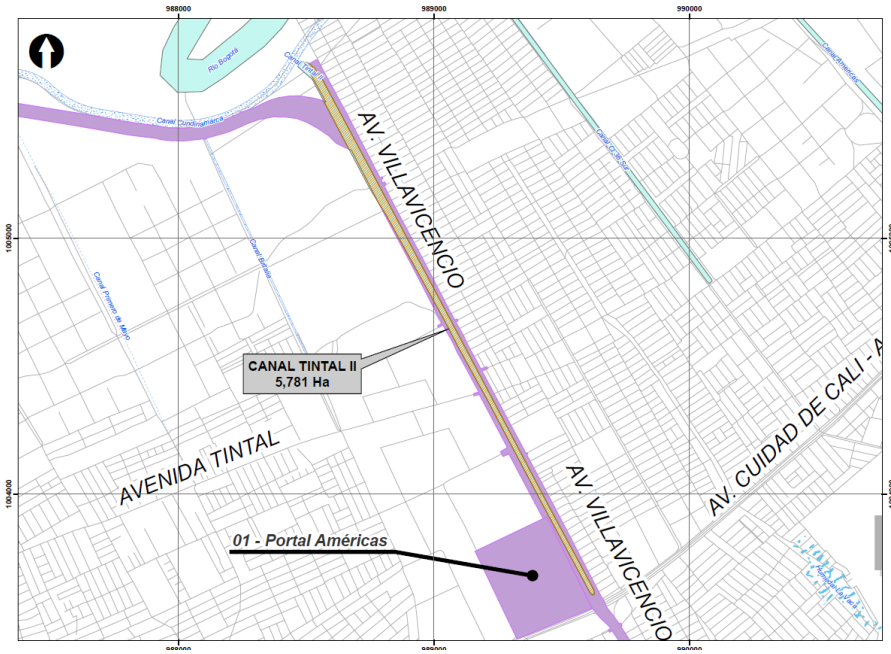
Nombre	Área (ha)
Canal Río Seco Sector1	0,07
Canal Tintal II	5,78
Río Bogotá	0,17

Fuente: SYSTRA-Ingetec S.A. (Noviembre 2017)



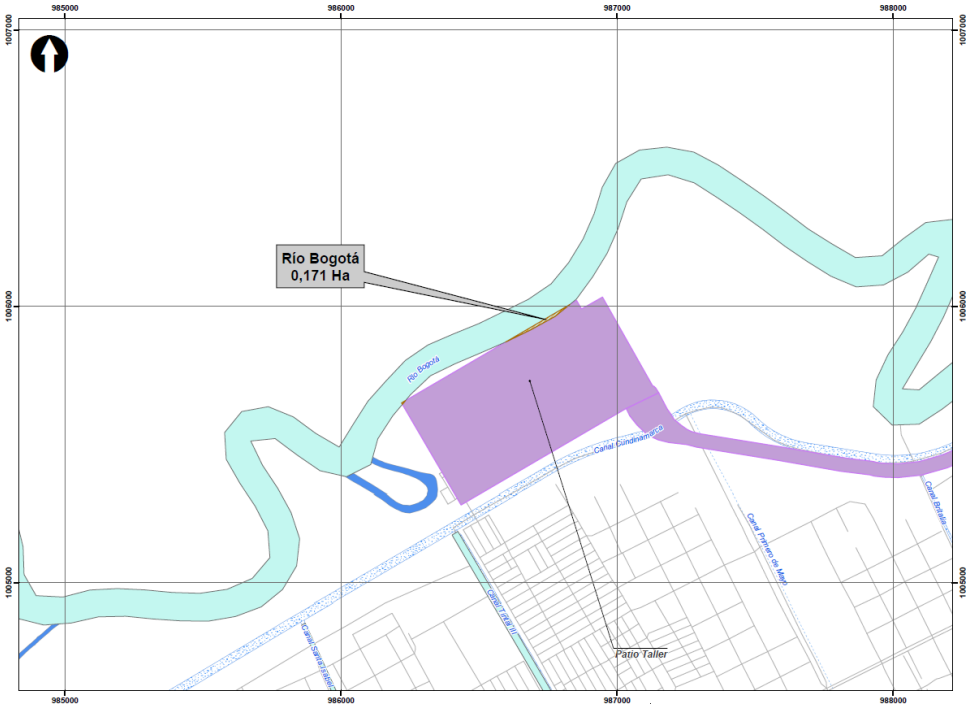
Fuente: SYSTRA-Ingetec S.A. (Noviembre 2017)

Figura 5.2.2.5 Cruce del AID del Proyecto con la Ronda Hidráulica del Canal Río Seco-Sector 1 (ETPLMB-ET-AID Ronda_Hid_ Canal Río Seco)



Fuente: SYSTRA-Ingetec S.A. (Noviembre 2017)

Figura 5.2.2.6 Cruce del AID del Proyecto con la Ronda Hidráulica del Canal Tintal II (ETPLMB-ET-AID Ronda_Hid_ Canal Tintal II)



Fuente: SYSTRA-Ingetec S.A. (Noviembre 2017)

Figura 5.2.2.7 Cruce del AID del Proyecto con la Ronda Hidráulica del Río Bogotá (ETPLMB-ET-AID Ronda_Hid_ Río Bogotá)

El anterior análisis se vincula con los siguientes planos:

- Anexo 5.2.2.12 ETPLMB-ET-AID Ronda_Hid_ Canal Río Seco
- Anexo 5.2.2.13 ETPLMB-ET-AID Ronda_Hid_ Canal Tintal II
- Anexo 5.2.2.14 ETPLMB-ET-AID Ronda_Hid_ Río Bogotá

- Cruce del AID con Zonas de Manejo y Preservación Ambiental -ZMPA

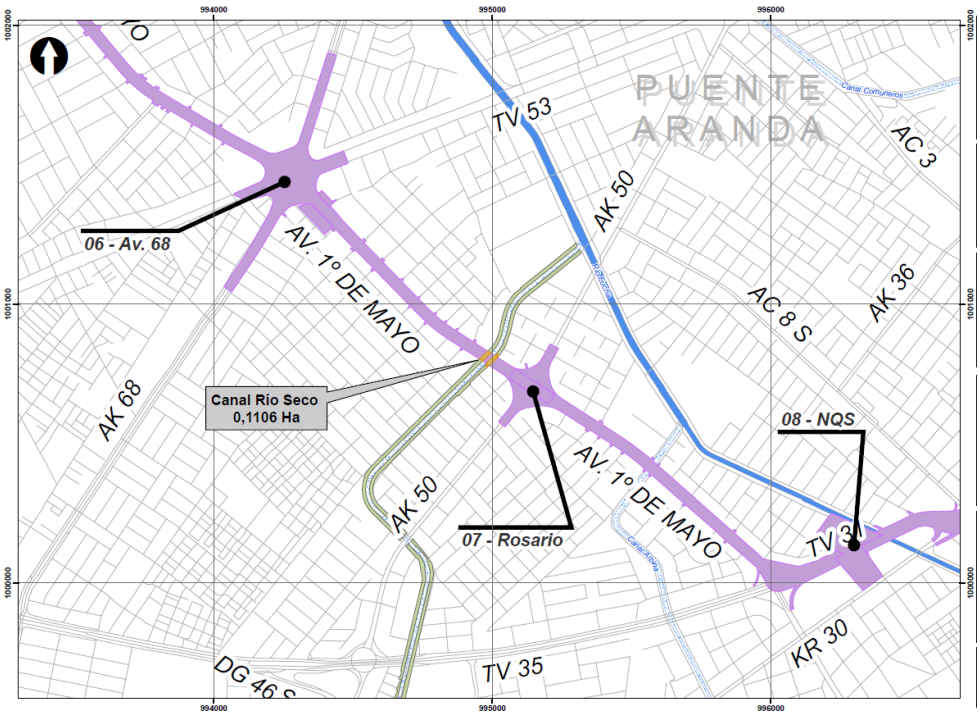
El AID del proyecto cruza las siguientes tres Zonas de Manejo y Preservación Ambiental -ZMPA; Canal Río Seco Sector 1, Canal Tintal II y Río Bogotá, cuyas áreas de intercepción se registran en la Tabla 5.2.2.4. Cabe resaltar que el área correspondiente al Patio Taller se traslapa con 26,52 ha de la ZMPA del Río Bogotá.

Tabla 5.2.2.4 Cruce del AID con las ZMPA Distrital

Nombre de la ZMPA	Área (ha)
Canal Río Seco Sector1	0,11
Canal Tintal II	5,01
Río Bogotá	31,31

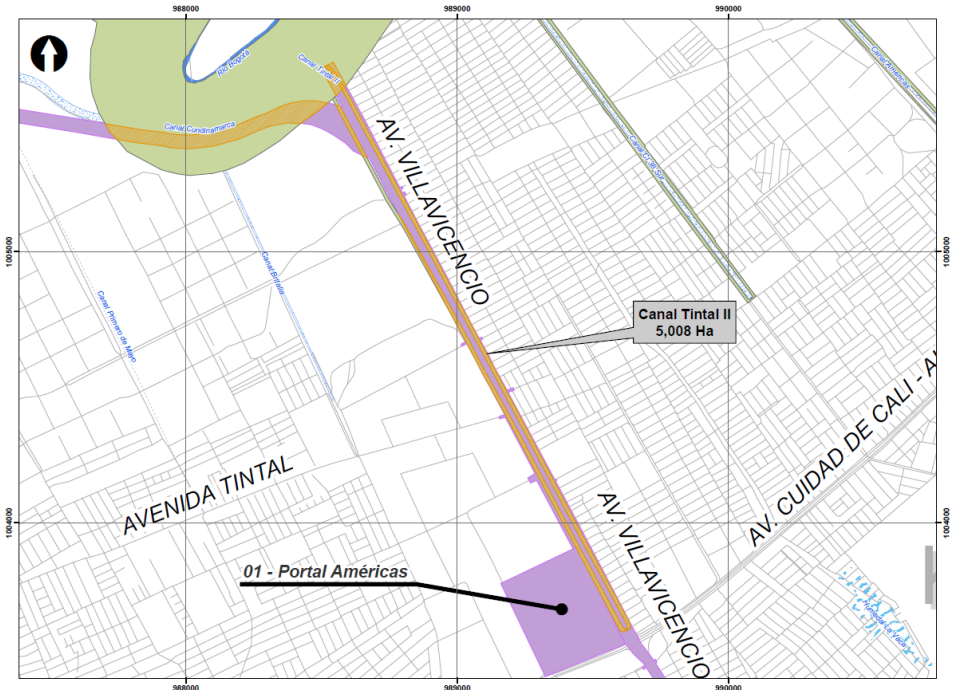
Fuente: SYSTRA-Ingetec S.A. (Noviembre 2017)

En la Figura 5.2.2.8, la Figura 5.2.2.9 y Figura 5.2.2.10, se presenta el cruce respectivamente de las áreas de la ZMPA de los canales Río Seco Sector 1, Tintal II y río Bogotá con el AID del proyecto



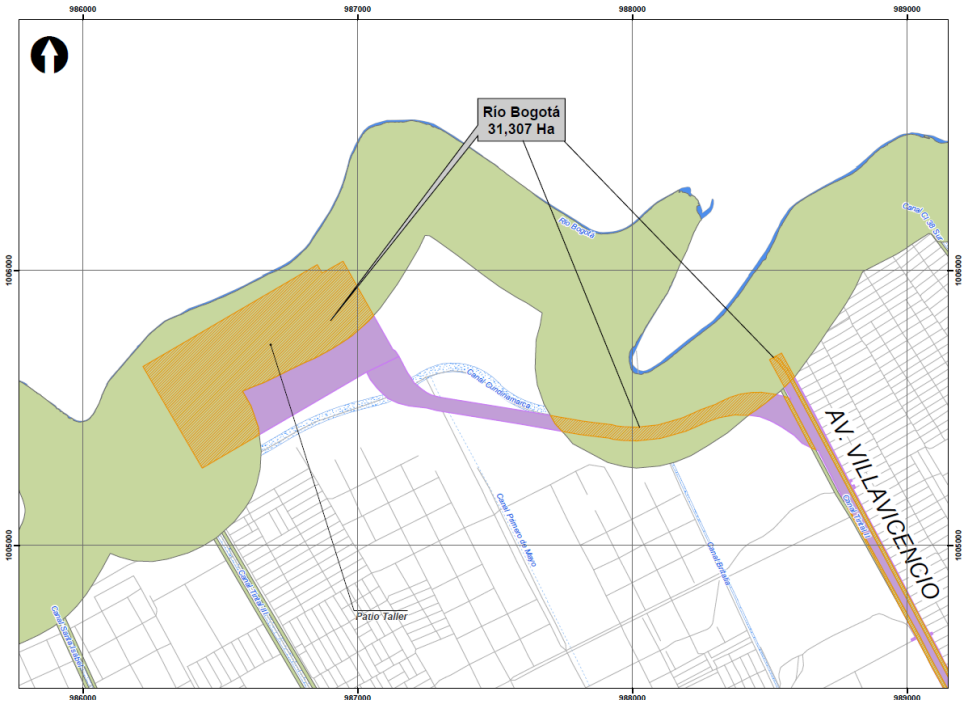
Fuente: SYSTRA-Ingetec S.A. (Noviembre 2017)

Figura 5.2.2.8 Cruce del AID del Proyecto con la ZMPA Canal Río Seco Sector1 (ETPLMB-ET-AID ZMPA_ Canal Río Seco)



Fuente: SYSTRA-Ingetec S.A. (Noviembre 2017)

Figura 5.2.2.9 Cruce del AID del Proyecto con la ZMPA del Canal Tintal II (ETPLMB-ET-AID ZMPA_ Canal Tintal II)



Fuente: SYSTRA-Ingetec S.A. (Noviembre 2017)

Figura 5.2.2.10 Cruce del AID del Proyecto con la ZMPA del Río Bogotá (ETPLMB-ET-AID ZMPA_ Río Bogotá)

Al anterior análisis se vinculan los siguientes planos:

- Anexo 5.2.2.5 ETPLMB-ET-AID ZMPA_ Canal Río Seco
- Anexo 5.2.2.6 ETPLMB-ET-AID ZMPA_ Canal Tintal II
- Anexo 5.2.2.7 ETPLMB-ET-AID ZMPA_ Río Bogotá

5.2.2.4.2 Área de Influencia Indirecta

Los componentes de la Estructura Ecológica Principal que se encuentran en el AII del proyecto corresponden a elementos del Sistema de Áreas protegidas del Distrito Capital, de los Corredores Ecológicos y del Área de Manejo Especial del Río Bogotá. En la Tabla 5.2.2.5 se sintetiza el nombre de cada uno de estos elementos, la nomenclatura asignada y el Acto Administrativo con la cual fue adoptado o reglamentado.

Tabla 5.2.2.5 Componentes de la Estructura Ecológica Principal presentes en el AII

Componente		Nombre	Nomenclatura	Acto Administrativo
Sistema de Áreas protegidas del Distrito Capital	Parque Ecológico Distrital de Humedal	Humedal La Vaca	Área - 261	Decreto 190 de 22 de junio de 2004 de la Alcaldía Mayor de Bogotá
		Humedal La Vaca	Área - 262	
Corredores Ecológicos	Corredor ecológico de ronda	Canal Albina	Corredor - 66	
		Canal Arzobispo	Corredor - 67	
		Río Fucha o San Cristobal	Corredor - 168	
		Canal Cundinamarca	Corredor - 179	Resolucion EAAB 1149 del 27 de octubre del 2000
	Ronda hidráulica	Canal Río Seco Sector 1	Ronda - 18	Resolucion SDA 1032 del 26 de enero de 2010
		Canal Río Seco Sector 2	Ronda - 17	
		Canal Tintal II	Ronda - 27	Resolucion SDA 2771 del 24 de marzo de 2010
	Zona de Manejo y Preservación-ZMPA	Canal Río Seco Sector 1	ZMPA - 341 y ZMPA - 342	Resolucion SDA 1032 del 26 de enero de 2010
		Canal Río Seco Sector 2	ZMPA - 338 y ZMPA - 339	
		Canal Tintal II	ZMPA - 348	Resolucion SDA 2771 del 24 de marzo de 2010
Área de manejo Especial del Río	Ronda hidráulica del Río Bogotá	Río Bogotá	Ronda - 51	Acuerdo CAR 017 del 8 de julio del 2009

Componente		Nombre	Nomenclatura	Acto Administrativo
Bogotá	Zona de Manejo y Preservación del Río Bogotá	Río Bogotá	ZMPA - 304	

Fuente: SYSTRA-Ingetec S.A.

Es de señalar que los componentes de la EEP ubicados en el AII no serán afectados directamente por la intervención del proyecto ni por la ejecución de las obras durante las etapas preconstructiva y constructiva, sin embargo, y en la medida de la cercanía de algunos de los elementos de la EEP al AID del proyecto, se deben aplicar medidas de tipo preventivo que protejan estas áreas de valor ambiental y en concordancia con los planes de manejo, que para el caso de los humedales entre otros, ha instaurado la autoridad competente.

- Presencia de Áreas protegidas Distritales

El Decreto 190 de 2004, en su artículo 79, define al Sistema de áreas Protegidas del Distrito Capital, como *"…el conjunto de espacios con valores singulares para el patrimonio natural del Distrito Capital, la Región o la Nación, cuya conservación resulta imprescindible para el funcionamiento de los ecosistemas, la conservación de la biodiversidad y la evolución de la cultura en el Distrito Capital, las cuales en beneficio de todos los habitantes, se reservan y se declaran dentro de cualquiera de las categorías enumeradas en el presente Plan."*

La Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza – UICN, hace revolucionar el concepto del área protegida hacia "Un espacio geográfico claramente definido, reconocido, delicado y gestionado, mediante medios legales u otros tipos de acciones eficaces para conseguir la conservación a largo plazo de la naturaleza y de sus servicios ecosistémicos y sus valores culturales" (Dudley, 2008). Las áreas protegidas pueden ser de diversos tipos, conforme el nivel de biodiversidad que conserven, su estado de preservación, el tipo de gobernanza, la escala de gestión (nacional, regional o local) y las actividades que en ella se permitan.

Bajo este contexto, el conjunto de áreas protegidas, actores sociales y estrategias e instrumentos de gestión que las articulan, contribuyen como un todo al cumplimiento de los objetivos de conservación del país. Incluye todas las áreas protegidas de gobernanza pública, privada o comunitaria, y del ámbito de gestión nacional, regional o local.

De acuerdo con lo anterior y con base en la información digital de la Estructura Ecológica Principal que suministró la oficina de Ecosistemas Estratégicos y Biodiversidad de la Secretaría Distrital de Ambiente como respuesta a los oficios radicados y señalados anteriormente, el análisis de información muestra que en el AII se encuentra el Humedal de la Vaca en dos polígonos correspondientes con los sectores catastrales Chucua de la Vaca I y Villa Nelly Sector III, como se muestra en la Tabla 5.2.2.6.

Tabla 5.2.2.6 Presencia de Áreas Protegidas Distritales en el AII del proyecto

Sector Catastral	Orden	Categoría	Nombre del Área	Suelo
Chucua de la Vaca I	2	2	Humedal de La Vaca I	Urbano
Villa Nelly Sector III	2	2	Humedal de La Vaca II	Urbano

Fuente: SYSTRA-Ingetec S.A. obtenida de SDA (Noviembre 2017)

El Humedal de La Vaca forma parte de los Parques Ecológicos Distritales de Humedal del Sistema de Áreas Protegidas, y en la actualidad se encuentra fragmentado en dos sectores, por la construcción de viviendas durante la expansión urbana de la ciudad.

En la Figura 5.2.2.11 y la Figura 5.2.2.12 se visualiza respectivamente la ubicación del Humedal La Vaca (I) sector Sur y del Humedal La Vaca (II) sector Norte en el AII del proyecto

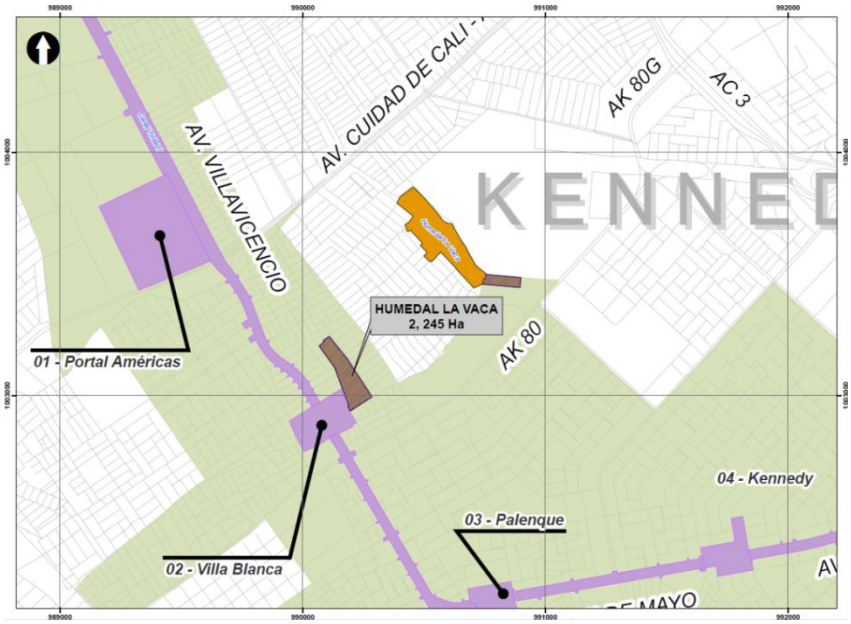


Figura 5.2.2.11 Humedal de la Vaca I (Sector Sur) en el sector catastral Chucua de La Vaca I. (Anexo 5.2.2.17)

Fuente: SYSTRA-Ingetec S.A. (Noviembre 2017)

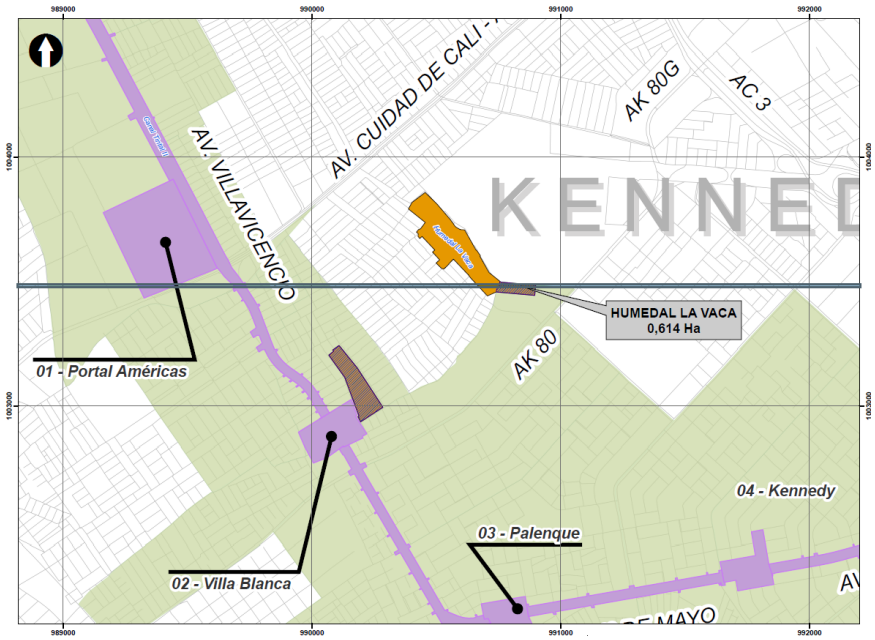


Figura 5.2.2.12 Humedal de la Vaca II (Sector Norte) en el sector catastral Villa Nelly Sector III. (Anexo 5.2.2.18)

Fuente: SYSTRA-Ingetec S.A. (Noviembre 2017)

- Presencia en el AII de Corredores Ecológicos Distritales

En el AII del proyecto se encuentran cuatro (4) corredores ecológicos, cuyas áreas se presentan en la Tabla 5.2.2.7.

Tabla 5.2.2.7 Corredores Ecológicos Distritales presentes en el AII del proyecto

Nombre	Área (ha)
Canal Albina	5,49
Canal Arzobispo	4,56
Canal Cundinamarca	157,32
Río Fucha o San Cristóbal	21,03

Fuente: SYSTRA-Ingetec S.A. (Noviembre 2017)

En la Figura 5.2.2.13, la Figura 5.2.2.14, Figura 5.2.2.15 y la Figura 5.2.2.16 se visualiza la ubicación, respectivamente de los corredores ecológicos Albina, Canal Arzobispo, Canal Cundinamarca y río Fucha o San Crisitobal en el AII del proyecto

Figura 5.2.2.13 Corredor Ecológico Albina en el AII del proyecto

Fuente: SYSTRA-Ingetec S.A. (Noviembre 2017)

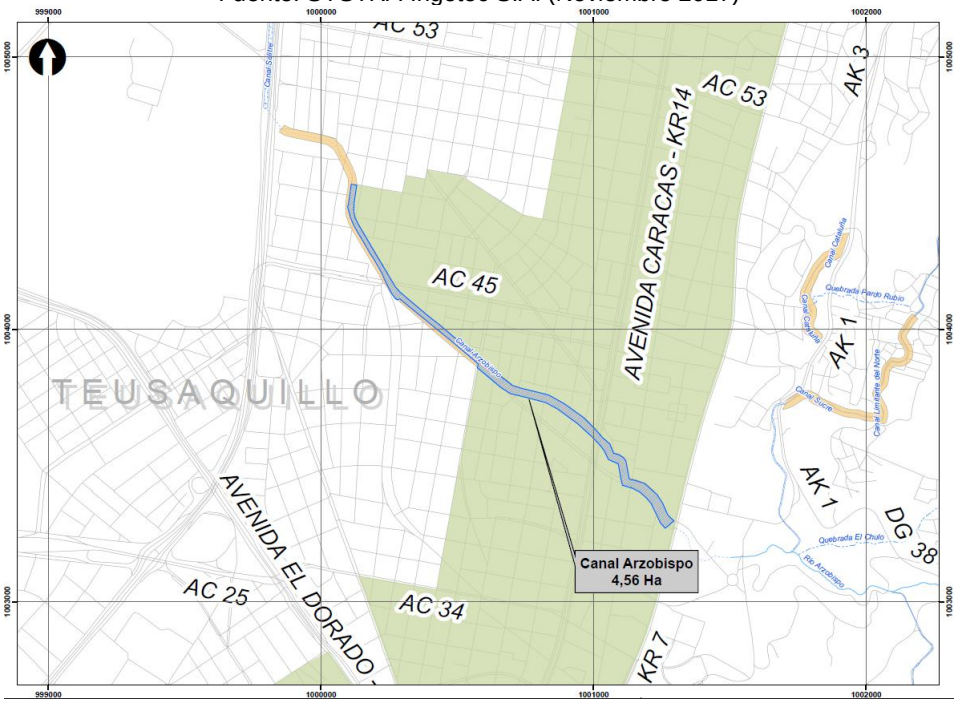


Figura 5.2.2.14 Corredor ecológico del Canal Arzobispo en el AII del proyecto

Fuente: SYSTRA-Ingetec S.A. (Noviembre 2017)

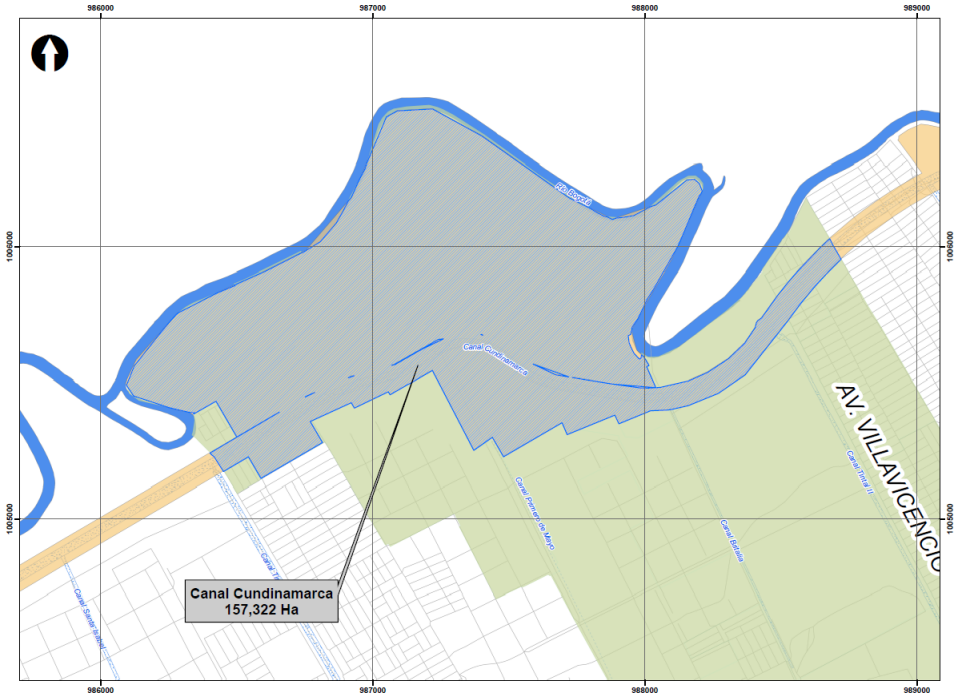


Figura 5.2.2.15 Corredor ecológico del Canal Cundinamarca en el AII del proyecto

Fuente: SYSTRA-Ingetec S.A. (Noviembre 2017)

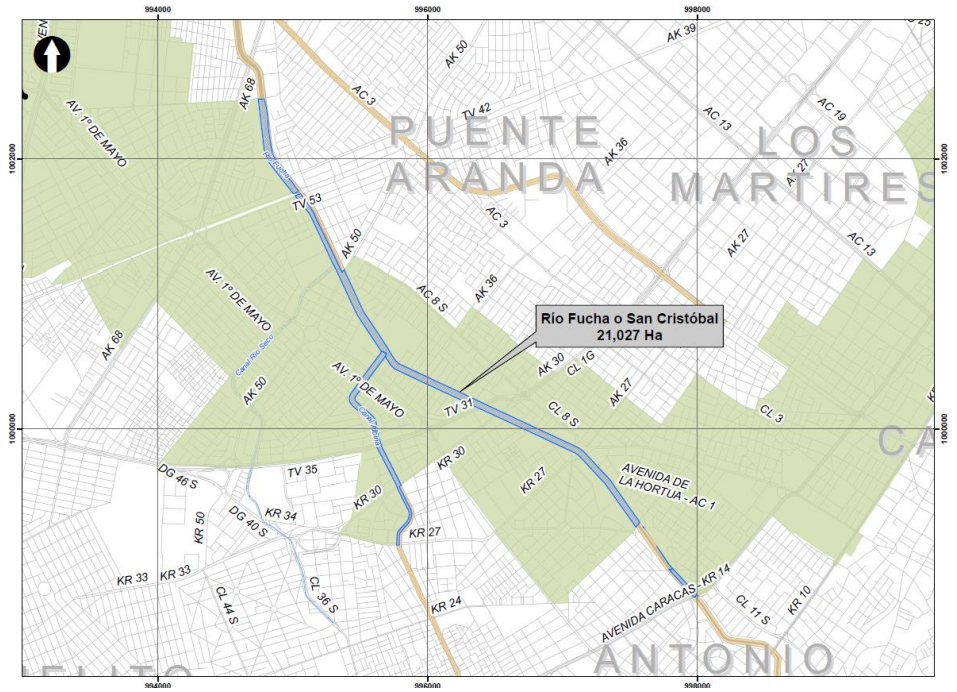


Figura 5.2.2.16 Corredor ecológico del Río Fucha o San Cristóbal en el AII del proyecto

Fuente: SYSTRA-Ingetec S.A. (Noviembre 2017)

- Presencia de Rondas Hidráulicas Distritales

En el AII del proyecto se encuentran cuatro (4) rondas hidráulicas, como se registra en la Tabla 5.2.2.8. En la Figura 5.2.2.17, la Figura 5.2.2.18, la Figura 5.2.2.19 y la Figura 5.2.2.20, se presentan respectivamente las rondas hidráulicas de los canales Río Seco Sector 2, Río Seco Sector 1, Canal Tintal II y río Bogotá en el AII del proyecto.

Tabla 5.2.2.8 Rondas Hidráulicas del Distrito presentes en el AII

Nombre	Área (Ha)
Canal Río Seco Sector 2	0,67
Canal Río Seco Sector1	2,20
Canal Tintal II	6,10
Río Bogotá	14,36

Fuente: SYSTRA-Ingetec S.A. (Noviembre 2017)

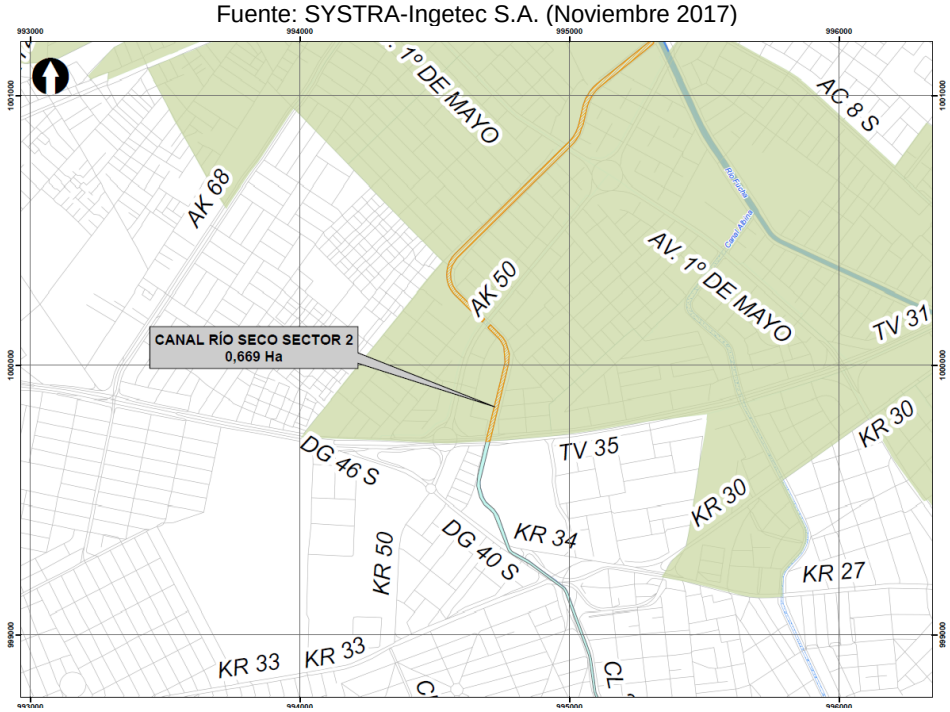


Figura 5.2.2.17 Ronda Hidráulica del Canal Río Seco Sector 2 en el AII del proyecto

Fuente: SYSTRA-Ingetec S.A. (Noviembre 2017)

Figura 5.2.2.18 Ronda Hidráulica del Canal Río Seco Sector 1 en el AII del proyecto

Fuente: SYSTRA-Ingetec S.A. (Noviembre 2017)

Figura 5.2.2.19 Ronda Hidráulica del Canal Tintal II en el AII del Proyecto

Fuente: SYSTRA-Ingetec S.A. (Noviembre 2017)

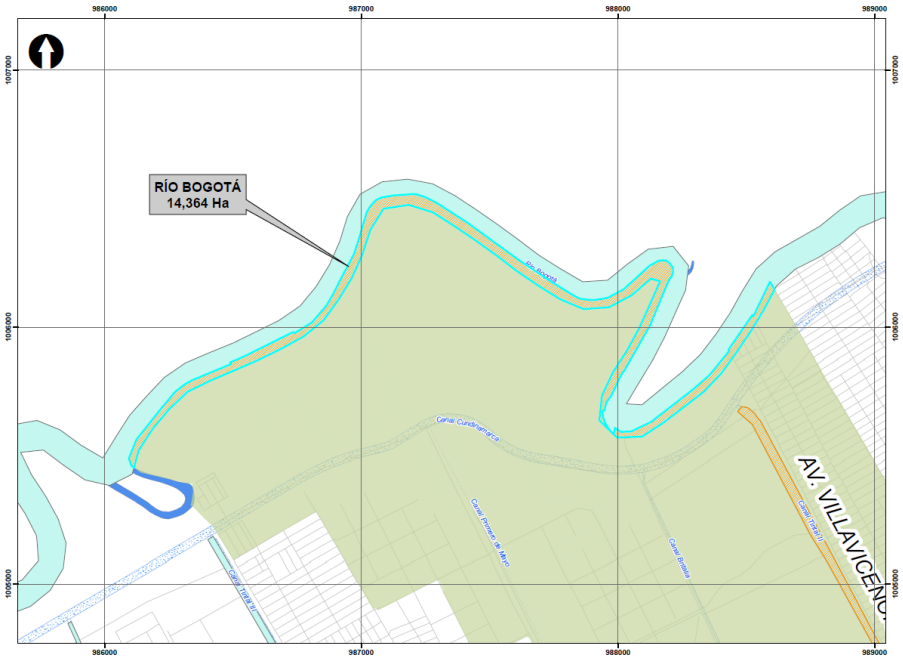


Figura 5.2.2.20 Ronda Hidráulica del Río Bogotá en el AII del proyecto

Fuente: SYSTRA-Ingetec S.A. (Noviembre 2017)

- Presencia de Zonas de Manejo y Preservación Ambiental – ZMPA

En el AII del proyecto se encuentran cuatro (4) ZMPA, cuyas áreas se presentan en la Tabla 5.2.2.9.

Tabla 5.2.2.9 Zonas de Manejo y Preservación Ambiental Distrital presentes en el AII del proyecto

Nombre	Área (Ha)
Canal Río Seco Sector 2	1,01
Canal Río Seco Sector1	3,23
Canal Tintal II	5,78
Río Bogotá	130,16

Fuente: SYSTRA-Ingetec S.A. (Noviembre 2017)

En la
Figura 5.2.2.21, la Figura 5.2.2.22, la Figura 5.2.2.23 y la Figura 5.2.2.24, se presentan respectivamente las áreas de la ZMPA de los canales Río Seco Sector 2, Río Seco Sector 1, Canal Tintal II y río Bogotá con el AII del proyecto.

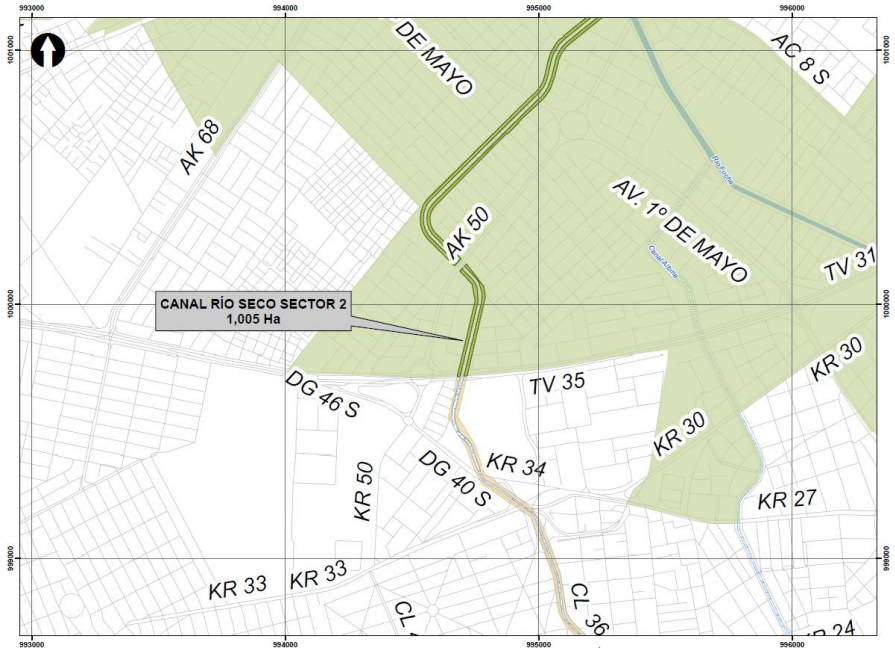


Figura 5.2.2.21 ZMPA del Canal Río Seco Sector 2 en el AII del proyecto

Fuente: SYSTRA-Ingetec S.A. (Noviembre 2017)

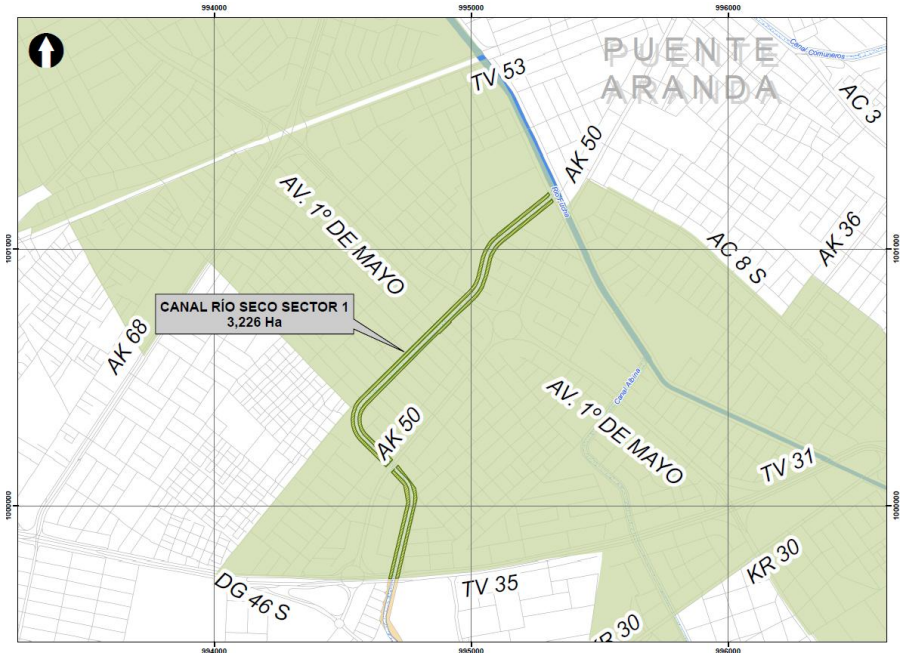


Figura 5.2.2.22 ZMPA del Canal Río Seco Sector 1 en el AII del proyecto

Fuente: SYSTRA-Ingetec S.A. (Noviembre 2017)

Figura 5.2.2.23 ZMPA del Canal Tintal II en el AII del proyecto

Fuente: SYSTRA-Ingetec S.A. (Noviembre 2017)

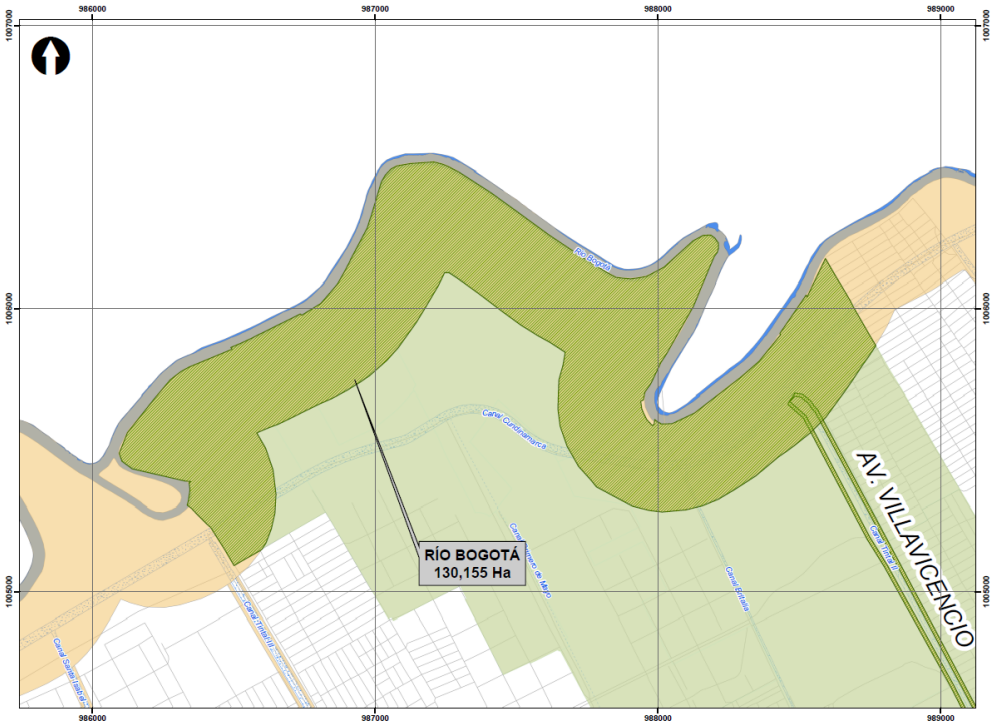


Figura 5.2.2.24 ZMPA del Río Bogotá en el AII del proyecto

Fuente: SYSTRA-Ingetec S.A. (Noviembre 2017)

5.2.2.5 Caracterización de los elementos de la Estructura Ecológica Principal presentes en el AID

5.2.2.5.1 Canal Tintal II

La Subdirección de Ecosistemas y Ruralidad de la Secretaría Distrital de Ambiente, y de acuerdo con el artículo 1012 del Decreto 190 de 2004, adoptó mediante la Resolución 2771 del 24 de marzo de 2010, el acotamiento y alinderamiento del Canal Tintal II, con base en un estudio técnico elaborado por la Empresa de Acueducto y Alcantarillado de Bogotá ESP-EAAB denominado "Consultoría para la Definición de la Zona de Ronda Hidráulica (RH) y Zona de Manejo y Preservación Ambiental (ZMPA) de Treinta y Siete (37) Canales ubicados en Bogotá, D.C.

En la mencionada resolución de la SDA, se solicita a la EAAB-ESP se ubique en terreno los elementos necesarios para acotar y alinderar el límite exterior de la Zona de Ronda Hidráulica (RH) y de la Zona de Manejo y Preservación Ambiental del Canal Tintal II, a ambos lados del canal, en la zona que cruza por suelo urbano y que hacen parte de la subcuenca Cundinamarca, y cuyas coordenadas las relaciona la SDA en el acto administrativo en mención.

El Canal Tintal II conformado por la franja de Ronda hidráulica y la ZMPA, constituye uno de los Corredores Ecológicos del Distrito Capital, que tienen como función la protección del ciclo hidrológico, el incremento de la conectividad ecológica entre los distintos elementos de la EEP, el aumento de la permeabilidad del medio urbano y rural al tránsito de las aves y otros componentes de la fauna regional, que contribuyan con la dispersión de la flora nativa.

En el área de estudio, el Canal Tintal II es un canal trapezoidal en tierra con una longitud aproximada de 1350 metros de longitud, dos metros de ancho en su parte más baja y cuatro a cinco metros en la parte superior de la sección. El alineamiento del canal acompaña el alineamiento del viaducto en toda su longitud. (SYSTRA-INGETEC, 2017).

Las paredes del canal se encuentran empradizadas y el área de ronda en su mayor extensión se encuentra descubierta de cobertura arbórea. El sector del Canal Tintal II en inmediaciones al Canal Cundinamarca, es receptor de basuras, las cuales se localizan tanto en el área de ronda como en el lecho del canal. (Fotografía 5.2.2.1)

Fotografía 5.2.2.1 Canal Tintal II

Fuente: SYSTRA- INGETEC, 2018

El canal Tintal II, hacia el sector del Portal Américas de Transmilenio, presenta una mejor condición evidente por el mantenimiento de las áreas verdes y la limpieza del canal. Se observa de igual forma, la delimitación de la ronda hidráulica del canal dada por la presencia de postes de concreto. La ZMPA en los lugares donde se conserva, en su mayor parte se encuentra cubierta por pastos. (Fotografía 5.2.2.2).

Fotografía 5.2.2.2 Aspecto del Canal Tintal II en el sector del Portal de las Américas de Transmilenio

Fuente: SYSTRA- INGETEC, 2018

5.2.2.5.2 Canal Fucha o San Cristobal

En el sector del AID donde se encuentra este corredor ecológico, actualmente la Autopista Sur atraviesa el Canal del Fucha mediante un puente vehicular. El canal es trapezoidal construido en concreto, con paredes parcialmente recubiertas de vegetación de porte bajo. (SYSTRA-INGETEC, 2017)

El canal del Fucha en su vista hacia el oriente, presenta cobertura arbórea en inmediaciones de una de las franjas de ronda del canal, mientras que en la margen opuesta la Zona de Manejo y Preservación Ambiental-ZMPA ha sido intervenida conformando un área dura donde se localiza el puente peatonal de acceso a la estación del SENA de Transmilenio. (Fotografía 5.2.2.3).

Fotografía 5.2.2.3 Vista del Canal el Fucha desde el puente peatonal de la estación SENA de Transmilenio

Fuente: SYSTRA- INGETEC, 2017

Hacia el occidente, el Canal del Fucha se encuentra delimitado por franjas de arboles de gran porte. Aun cuando el corredor ecológico del Canal del Fucha se encuentra en la actualidad fragmentado en el sector por el puente vehicular de la Autopista Sur, la cobertura arbórea que bordea el canal hacia el occidente, contribuye con la presencia de hábitats favorables especialmente para la avifauna y la conectividad requerida para la estabilidad de este componente dentro de la Estructura Ecológica Principal de la ciudad. (Fotografía 5.2.2.4).

Fotografía 5.2.2.4 Vista del Canal Fucha hacia el occidente

Fuente: SYSTRA- INGETEC, 2018

5.2.2.5.3 Canal Albina

El cruce del proyecto de la PLMB con el Canal La Albina se localiza en la Avenida 1ro de Mayo con la Carrera 39. Es un canal trapezoidal construido en concreto, con paredes parcialmente recubiertas. (SYSTRA-INGETEC, 2017). En la Figura 5.2.2.25 se visualiza la ubicación del Canal Albina en el sector del proyecto de la PLMB.

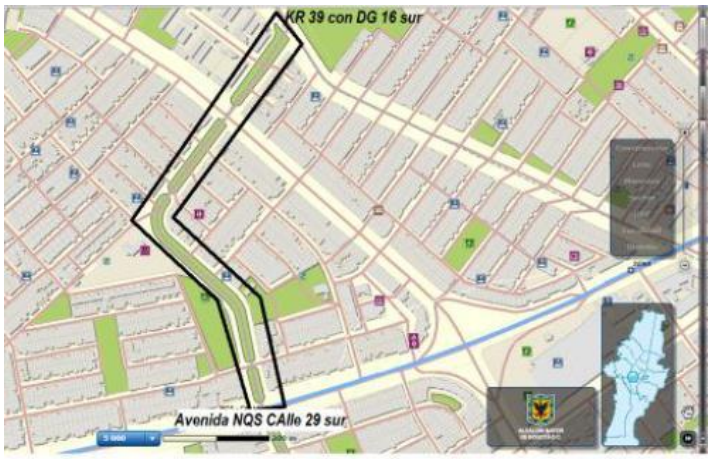


Figura 5.2.2.25 Ubicación Canal Albina en la localidad de Puente Aranda

Fuente: Alcaldía Mayor de Bogotá, 2013

El canal Albina es un canal estructurado para el transporte de aguas lluvias siendo afluente del río Fucha. Con base en un diagnóstico ambiental realizado al canal (Alcaldía Mayor de Bogotá, 2013), las principales problemáticas se asocian con la presencia de residuos sólidos en el lecho, el área de ronda y en la base de los puentes vehiculares debido a la disposición inadecuada de residuos sólidos y escombros. Esta situación la atribuyen al poco interés que tienen los residentes, visitantes, comerciantes e industriales del sector en participar en la promoción e instauración de nuevos hábitos y esquemas culturales en cuanto a la preservación y manejo del ambiente, además de la escasa participación de la comunidad en los procesos ambientales adelantados por las instituciones.

En el sector del proyecto, el Canal Albina posee una estructura arbórea con elementos de gran porte que bordean al canal en su zona de ronda. En la Fotografía 5.2.2.5 se visualiza la ronda arbórea en el sector anexo al AID del proyecto.

Fotografía 5.2.2.5 Aspecto del Canal Albina

Fuente: SYSTRA- INGETEC, 2018

5.2.2.5.4 Canal Cundinamarca

El Canal Cundinamarca hace parte del sistema de amortiguación de la EAAB-ESP, que regula las inundaciones del río Bogotá en las épocas de creciente. En sus inicios el Canal Cundinamarca era receptor de aguas lluvias, sin embargo en la actualidad conduce las aguas efluentes que se recogen en el sector de la Avenida Ciudad de Cali, al igual que las del Canal Tintal II, conduciéndolas hacia el occidente de la ciudad hasta el río Bogotá. El Canal Cundinamarca es de 10 km de largo y alcanza a almacenar más de un millón de metros cúbicos. (Camargo, M.P., 2012)

El corredor ecológico del canal Cundinamarca se caracteriza en general por poseer un área de ronda con pastos y escasos elementos arbóreos, y en las áreas anexas a diferencia de los otros canales, no se encuentran edificaciones de viviendas dominando la presencia de terrenos con pastos, algunos individuos arbustivos y vegetación de tipo herbáceo.(Fotografía 5.2.2.6).

Fotografía 5.2.2.6 Izquierda: aspecto del Canal Cundinamarca. Derecha: vegetación de las áreas anexas al canal

Fuente: SYSTRA- INGETEC, 2018

5.2.2.5.5 Canal Río Seco

El Canal Río Seco es un canal trapezoidal construido en concreto, con paredes parcialmente recubiertas, que tiene un ancho aproximado de 16 metros. (SYSTRA-INGETEC, 2017) (Fotografía 5.2.2.7).

De acuerdo con el diagnóstico realizado por la Alcaldía en la localidad de Puente Aranda (Alcaldía Mayor de Bogotá, 2013) el canal del Río Seco sigue el antiguo curso del río del mismo nombre, haciendo parte del sistema de alcantarillado de la ciudad de Bogotá, y cumpliendo con tres actividades principales: Recolección, conducción y disposición final de aguas servidas y lluvias.

Fotografía 5.2.2.7 Aspecto del Canal Río Seco en inmediaciones del AID del proyecto
Fuente: SYSTRA- INGETEC, 2018

La problemática ambiental asociada con el canal, se relaciona con la invasión de la ronda hídrica con elementos y personas ajenas al paisaje, y con el inadecuado manejo de residuos sólidos domésticos, comerciales y escombros. Es habitual la presencia en el sector del canal, de habitantes de la calle pernoctando en cambuches, lo que interfiere en la calidad del paisaje y genera la percepción de inseguridad en los residentes del vecindario. (Fotografía 5.2.2.8)

Fotografía 5.2.2.8 Aspecto de la ZMPA en el Canal del Río Seco
Fuente: SYSTRA- INGETEC, 2018

5.2.2.5.6 Canal Arzobispo

El Canal Arzobispo es un canal construido en mampostería y su paso por la Avenida Caracas se realiza bajo un puente vehicular en concreto. (SYSTRA-INGETEC, 2017). En la Fotografía 5.2.2.9 se aprecia el Canal Arzobispo en el sector de la Avenida Caracas.

Fotografía 5.2.2.9 Izquierda Canal Arzobispo al oriente de la Avenida Caracas. Derecha: Vista al occidente de la avenida

Fuente: SYSTRA- INGETEC, 2018

El río Arzobispo en su sector de nacimiento, hace parte de las microcuencas conformadas por pequeñas quebradas localizadas en los Cerros orientales de Bogotá, y al ingresar a la ciudad y adquirir un caudal mayor, su cauce se encuentra canalizado.

El Canal Arzobispo hace parte de la cuenca del río Salitre, siendo una de sus mayores afectaciones la calidad del recurso hídrico. La carga de contaminantes en el agua aumenta gradualmente en el tramo comprendido desde el Parque Nacional hasta la Av. NQS Calle 53, reflejando el impacto que la intervención antrópica genera sobre la calidad del agua, por su paso en el área urbana. (Tovar, A.M., 2012).

En el sector del AID del proyecto, el canal Arzobispo presenta una ronda de pastos que sustenta individuos arbóreos. Este canal aun cuando es utilizado por habitantes de la calle, lo que genera una percepción de inseguridad en la ciudadanía, es apreciado por el vecindario al recrear un ambiente de paisaje natural.

5.2.2.5.7 Río Bogotá

El cauce y valle aluvial del río Bogotá en su cuenca media ha sido intervenido, y sus caudales actualmente son controlados por un complejo de sistemas de regulación del cual hacen parte varias infraestructuras, con condiciones de operación diversas y bajo la responsabilidad de diversas entidades.

De otro lado, las áreas periféricas del cauce del río se reconocen como fajas de protección cuyo uso principal es el de la conservación de los suelos y la restauración de la vegetación adecuada para la protección de los mismos. De igual forma, el río Bogotá por ser un río de segundo orden y dada su importancia geográfica, económica y social en el área de jurisdicción de la CAR, requiere para su adecuada protección y mantenimiento, la mayor área legalmente posible para el establecimiento de su ronda tanto en el río, como en su valle de inundación, sus afluentes y sus humedales.

La Corporación Autónoma Regional de Cundinamarca –CAR- contrató el "Estudio hidrológico e hidráulico para la determinación de los niveles que definen el cauce natural del río en el sector comprendido entre el Municipio de Soacha (Cund) -Compuertas de Alicachín- y el Municipio de Villapinzón (Cund) -Nacimiento del Río Bogotá-" el cual es fundamento técnico básico para la determinación de la zona de ronda de protección del río Bogotá en las cuencas alta y media.

De igual forma la CAR, determinó la zona de ronda de protección del río Bogotá, buscando su armonía con los Planes de Ordenamiento Territorial de los municipios pertenecientes a la cuenca y en especial con el POT de la ciudad de Bogotá D. C. y por supuesto el Plan de Ordenamiento y Manejo de la Cuenca, adoptado en el año 2006, mediante resolución No 3194 del 23 de noviembre de 2006.

Es así como y a través del Acuerdo CAR No. 017 del 8 de julio del 2009, se determinó como Zona de Ronda de Protección del río Bogotá, la franja comprendida entre la línea de niveles promedios máximos de los últimos 15 años y una línea paralela a esta última, localizada a 30 metros, a lado y lado del cauce, con un área total de doce millones setecientos veinte mil ochocientos trece (12.720.813) metros cuadrados aproximadamente, en el sector comprendido entre la Estación Hidrológica del río Bogotá en el Municipio de Villapinzón (Cund) y las Compuertas de Alicachín en el municipio de Soacha.

A su vez, el objetivo fundamental de la zona de ronda de protección, es la restauración de los ecosistemas protectores, es decir, de los ecosistemas nativos originales.

El sector del río Bogotá en donde se adecuará el Patio Taller del Proyecto, ocupa en su mayor proporción área de la ZMPA, y en menor extensión la situada en la Ronda Hidráulica del río Bogotá.

Con respecto a las condiciones actuales del área de ubicación del Patio Taller, corresponde a terrenos en su mayor extensión cubiertos con potreros y hacia las márgenes del río Bogotá, presencia de sectores con franjas de elementos arbóreos que protegen la ronda del río. (Fotografía 5.2.2.10)

Fotografía 5.2.2.10 Aspecto del terreno de adecuación del Patio Taller, al fondo línea de árboles que bordean al río Bogotá

Fuente: SYSTRA- INGETEC, 2018

Es de señalar, que en el área de estudio se ubican predios de la EAAB-ESP, destinados a la recuperación y protección de las áreas de ronda y de la ZMPA de los cuerpos hídricos presentes. (Fotografía 5.2.2.11).

Fotografía 5.2.2.11 Valla informativa de la EAAB-ESP sobre las áreas de protección y recuperación a cargo de la entidad

Fuente: SYSTRA- INGETEC, 2018

5.2.2.6 Caracterización del AII y los principales componentes de la EEP

Desde el enfoque ecológico del medio biótico y considerando una contextualización a nivel local, la caracterización en el AII del proyecto implica la evaluación de las áreas que mantengan una conectividad entre áreas ambientalmente conservadas, la presencia de áreas protegidas y legalmente constituidas a nivel distrital, de ecosistemas estratégicos que sustenten el aprovisionamiento y la regulación de los servicios ecosistémicos, aspectos que entre otros, contribuyen con el entendimiento del estado de la composición y estructura de las unidades de análisis de flora y fauna que se encuentran en el AID del proyecto, así como en el establecimiento del panorama que se requiere para la evaluación de las repercusiones que se generen en las áreas anexas al proyecto de la PLMB.

De acuerdo con lo anterior, se evalúan a nivel general los siguientes aspectos del AII:

- Presencia de Zonas verdes o coberturas vegetales

En el AII del proyecto, predominan las coberturas de tejido urbano e infraestructura edificada propias de la ciudad, presentándose por tanto una baja representatividad de áreas con vegetación y de zonas verdes, las cuales están representadas en general por los separadores viales que sustentan el arbolado de tipo urbano, y por los parques de carácter local, los cuales dado el planeamiento de la ciudad y su ubicación, no se encuentran interconectados.

- Conectividad espacial de los diferentes elementos asociados a los ecosistemas naturales presentes.

Se encuentra en el área de estudio que los ecosistemas de humedal son los que en la actualidad sustentan la mayor biodiversidad en el Distrito Capital, y en donde las autoridades competentes

han dirigido los mayores esfuerzos en la conservación y la recuperación de los hábitat deteriorados, sin embargo, estos ecosistemas naturales en el sector se presentan a manera de cuerpos de agua aislados, sin el aporte de sistemas lóticos que permitan un mejoramiento en la calidad del agua y la continuidad de los procesos ecológicos.

- Estado de los componentes de la EEP del Distrito Capital.

A nivel espacial en la ciudad de Bogotá, los diversos elementos de los componentes de la EEP se encuentran mayormente consolidados a nivel de los corredores ecológicos de ronda, los cuales y para el AII se localizan principalmente hacia el centro del corredor o línea vial de la PLMB, entre ellos los asociados con el Canal río Seco Sector 2, el Canal Fucha y el Canal Albina. Es de señalar sin embargo, que el fortalecimiento de la EEP es incipiente en la ciudad, de tal modo que aún se encuentra en proyección y desarrollo el establecimiento del Área de Manejo Especial del río Bogotá como zona de preservación ambiental y como eje de integración de la EEP, al cual deben conectarse directa e indirectamente todos los corredores ecológicos urbanos.

En el AII del proyecto y entre los componentes más representativos de la EEP del Distrito Capital se encuentra el humedal de la Vaca el cual esta declarado como Parque Ecológico Distrital y cuyo uso principal es el de la preservación y restauración de la flora y fauna nativos y la educación ambiental. Es de señalar sin embargo, que este cuerpo de agua se encuentra en la actualidad en proceso de recuperación y no se reporta en la lista de Humedales de Importancia Internacional o lista RAMSAR.

El Humedal de La Vaca se encuentra ubicado al sur-occidente de la ciudad de Bogotá, y pertenece a la Localidad de Kennedy. Actualmente el humedal se encuentra fraccionado en dos sectores independientes, los cuales están separados por una zona densamente urbanizada y poblada por estratos bajos. La porción o sector denominado Norte comprende cerca de 7.0 hectáreas, y se ubica entre la Avenida Agoberto Mejía y la Carrera 91 Sur; entre el costado sur del cerramiento de Corabastos y la calle 41 Bis A Sur. La porción o sector denominado Sur tiene un área de aproximadamente 2.0 hectáreas, y está ubicado entre las Carreras 88 y 89C; y Calles 42C Sur y 42G Sur. En general su localización está enmarcada entre las Avenidas Agoberto Mejía y la Avenida Ciudad de Cali en el sentido oriente – occidente; y entre el cerramiento de Corabastos y la Avenida Villavicencio en el sentido norte – sur. (EAAB-ESP, 2009). Es de mencionar que el Sector Sur del humedal de la Vaca se encuentra cercana de la proyectada Estación Villa Blanca de la PLMB, aclarándose; sin embargo, que en el área del humedal no se realizarán obras ni actividades relacionadas con el proyecto.

De acuerdo con la tipología de la Política de Humedales del Distito Capital (Alcaldía Mayor de Bogotá & DAMA, 2006) basada en los criterios de origen, morfología y posición orográfica, se definió al Humedal de la Vaca como humedal de Planicie. En la Tabla 5.2.2.10 se presenta la Clasificación del humedal de la Vaca de acuerdo con la tipología de la Política de Humedales del Distrito Capital.

Tabla 5.2.2.10 Clasificación del humedal La Vaca, Política de Humedales del Distrito Capital

Tipo de Humedal	Origen	Posición orográfica	Aspectos morfológicos	Altura msnm	Ambito Político o particular
De planicie	Fluviolacustre	Sabana	Espejo único, múltiple, áreas inundables morfométricamente no uniformes	< 2700	Localidad de Kennedy

Fuente: Alcaldía Mayor de Bogotá & DAMA, 2006

Con base en análisis de fotografías aéreas del año 1940, el humedal de la Vaca hacía parte de un tramo del antiguo curso del río Tunjuelo; sin embargo, el curso final de este río cambió su trazado a través del tiempo, quedando el humedal aislado y formando parte posterioremente de la subcuenca del Tintal. En la actualidad, el humedal de la Vaca es un cuerpo de agua que se halla inmerso en la gran matriz urbana y ya no hace parte de ninguna planicie inundable, como lo era antes de los impactos generados por el desarrollo y expansión de la ciudad de Bogotá.

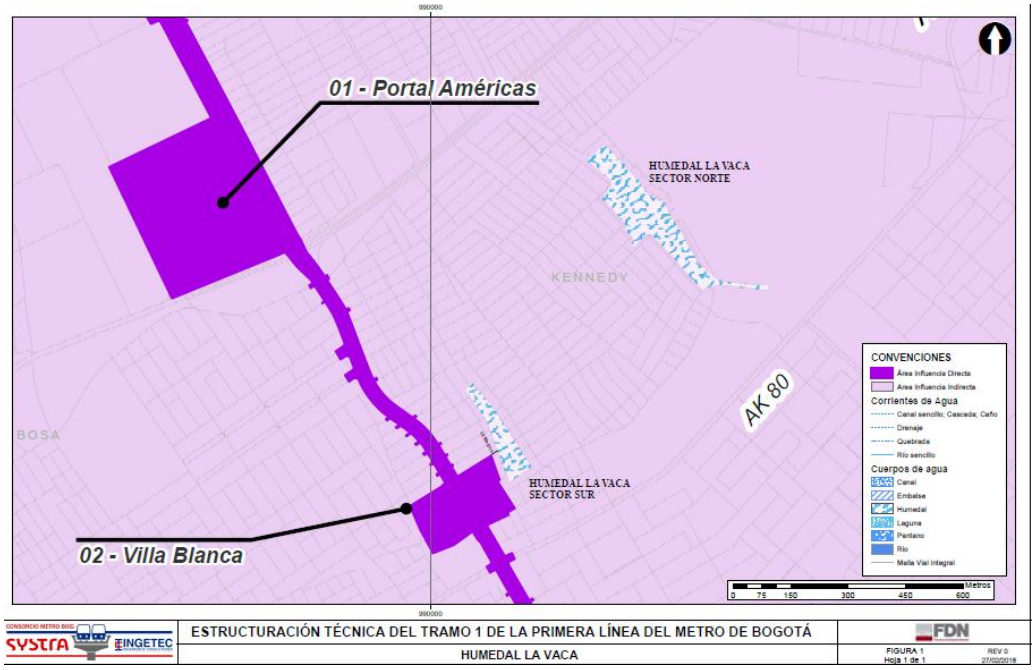
Por otro lado, las únicas fuentes de agua del humedal provienen del alcantarillado pluvial de la ciudad, la lluvia directa y los posibles aportes de flujo subsuperficial; y sus salidas de agua continúan así mismo por el alcantarillado pluvial haciendo parte de la cuenca del Canal Cundinamarca. Lo que queda del humedal se encuentra fraccionado en dos sectores independientes hidráulicamente.

El humedal La Vaca ha quedado reducido a 5.73 ha en el sector norte o Corabastos y 2.24 ha en el sector sur o Villa Nelly, incluyendo su ronda de protección, para un área total de 7.97 ha. Las dos áreas inundables presentan rellenos ilegales y acumulación de sedimentos que han causado una disminución significativa en su capacidad de almacenamiento de agua.

Es de considerar que de los 13 humedales protegidos y en proceso de recuperación presentes en la ciudad de Bogotá, el humedal de la Vaca es el más degradado debido a la pérdida de áreas inundables y la presión que se ejerce en el uso del suelo por actividades diferentes a la conservación, situación que se presenta dadas las condiciones socioambientales de la zona.

De acuerdo con el informe de caracterización del humedal (EAAB-Hidromecánicas Ltda, 1998), el fragmento sur del humedal de la Vaca se reportaban pocos relictos de las comunidades vegetales originales con presencia de especies acuáticas como Botoncillo (*Bidens laevis*) y Barbasco (*Polygonum sp*.); no presentaba lámina de agua permanente y solamente en época de lluvias accedían aguas combinadas (lluvias y negras) provenientes de los colectores de la EAAB, las cuales egresaban por una tubería localizada en la parte baja facilitando el drenaje de toda el área. En su mayor parte el humedal se encontraba seco y en proceso de terrización y empotreramiento, sin reportar fauna de vertebrados de interés, y solo en algunas ocasiones se encontraban garzas de ganado (*Ardeola ibis*) u otras aves típicamente urbanas como los copetones (*Zonotrichia capensis*), tórtolas (*Zenaida auriculata*) y mirlas (*Turdus fuscater*). Ver Figura 5.2.2.26.

El Plan de Manejo Ambiental del humedal de la Vaca adelantado por la EAAB-ESP se adjunta en el Anexo 5.2.2.4.



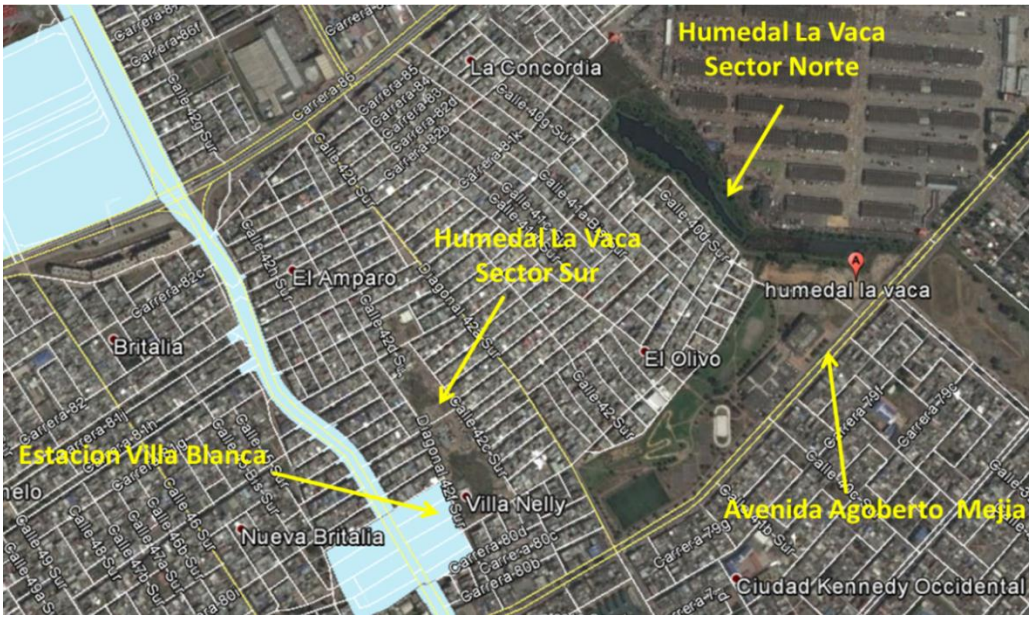


Figura 5.2.2.26 Ubicación del Humedal La Vaca Sectores Norte y Sur.

Fuente: EAAB-ESP, 2009

El Sector sur del humedal de La Vaca se ubica aledaño a la futura Estación de Villa Blanca del proyecto PLMB. Este sector se muestra altamente transformado, con presencia de áreas potrerizadas, construcción de viviendas de tipo informal y como lugar utilizado para la disposición de escombros. En las fotografías adjuntas se muestra el estado actual de esta zona (Fotografía 5.2.2.12).

Fotografía 5.2.2.12 Aspecto actual del Sector Sur del humedal de la Vaca, vecino al sitio de ubicación de la Estacion Villa Blanca del PLMB

Fuente: INGETEC, 2018 y Google Earth

5.2.2.7 Intervenciones del proyecto en los elementos de la EEP

Las obras y actividades del proyecto que se adelantarán en el AID de la PLMB, intervendrán algunos sectores de los componentes de la Estructura Ecológica Principal del Distrito Capital, correspondientes a los Corredores Ecológicos y el Área de Manejo Especial del Río Bogotá.

En total se requieren para el proyecto cerca de 85 ha ubicadas en la EEP; aproximadamente 52 ha se requieren para la adecuación del viaducto de la PLMB y el Patio Taller, sobre el Corredor ecológico y la Ronda Hidráulica y ZMPA del Canal Cundinamarca y 32 ha sobre la Ronda Hidráulica y la ZMPA del río Bogotá.

En la Tabla 5.2.2.11 se presentan las áreas de intervención, el tipo del área de la EEP intervenida por las diferentes obras, al igual que la Entidad Administradora de las áreas destinadas a suelo de protección.

Tabla 5.2.2.11 Intervención por parte del proyecto de elementos de la Estructura Ecológica Principal

Tipo de área intervenida	Obra	Entidad administradora	Área (ha)	Área total intervenida (ha)
Corredor Ecológico de Ronda	Viaducto	Alcaldía Mayor de Bogotá	0,20	0,20
Corredor Ecológico de Ronda	Viaducto	Alcaldía Mayor de Bogotá	0,19	0,19
Corredor Ecológico de Ronda	Patio Taller	Empresa de Acueducto y Alcantarillado de Bogotá	8,35	41,08
	Viaducto		4,40	
	Patio Taller		25,42	
	Viaducto		2,73	
	Patio Taller		0,17	
Ronda Hidraulica	Viaducto	Secretaría Distrital de Ambiente	0,07	0,07
ZMPA	Viaducto		0,06	0,11
	Viaducto		0,05	
Ronda Hidraulica	Viaducto	Secretaría Distrital de Ambiente	5,49	5,78
	Viaducto		0,29	
ZMPA	Viaducto		4,85	5,00
	Estación Portal Américas		0,03	
	Viaducto		0,13	
ZMPA	Patio Taller	CAR	0,91	31,28
	Viaducto		1,64	
	Patio Taller		25,42	
	Viaducto		0,29	
	Viaducto		2,73	
	Viaducto		0,13	
	Patio Taller		0,17	
Ronda Hidraulica	Patio Taller		0,17	0,17
Corredor Ecológico de Ronda	Estación NQS calle 30 Sur	Alcaldía Mayor de Bogotá	0,43	1,29
	Viaducto		0,87	

Fuente: SYSTRA- INGETEC, 2018

Del total del área de la EPP requerida para el PLMB (85 ha aproximadamente), el 95% se encuentra en suelos protegidos urbanos, representados por los separadores viales, los parques y zonas verdes; y los canales. Es de precisar sin embargo, que algunos lugares donde se ubican los elementos de la EEP y en donde se tiene previsto localizar la infraestructura del proyecto, en la actualidad se encuentran transformados y no están cumpliendo su función de ser áreas con suelos protegidos. Es así como, sectores de los corredores ecológicos de ronda del Canal Albina, Canal

Arzobispo y el río Fucha, al igual que en lugares de Ronda Hidráulica y de ZMPA del Canal Río Seco Sector 1 y del Canal Tintal II, en la actualidad son calzadas de las vías, cubriendo un área total de cerca de 4 ha. (Tabla 5.2.2.12). De igual forma, algunos lugares se encuentran construídos y con edificaciones cubriendo una extensión de alrededor de 0,7 ha.

Tabla 5.2.2.12 Estado actual de las coberturas en la EEP en donde se localizarán la infraestructura del proyecto

Nombre	Elemento EEP	Tipo de infraestructura	Cobertura	Área (ha)
Canal Albina	Corredor Ecológico de Ronda	Viaducto	Calzada	0,14
Canal Arzobispo	Corredor Ecológico de Ronda	Viaducto	Calzada	0,07
Canal Río Seco Sector 1	Ronda Hidraulica	Viaducto	Calzada	0,01
Canal Río Seco Sector 1	ZMPA	Viaducto	Calzada	0,07
Canal Tintal II	Ronda Hidraulica	Viaducto	Calzada	0,20
Canal Tintal II	ZMPA	Estación	Calzada	0,03
Canal Tintal II	ZMPA	Viaducto	Calzada	2,95
Río Fucha o San Cristóbal	Corredor Ecológico de Ronda	Estación	Calzada	0,17
Río Fucha o San Cristóbal	Corredor Ecológico de Ronda	Viaducto	Calzada	0,31
Canal Tintal II	Ronda Hidraulica	Viaducto	Canal	1,63
Canal Tintal II	ZMPA	Viaducto	Canal	0,14
Canal Cundinamarca	Corredor Ecológico de Ronda	Viaducto	Canales	0,47
Río Bogotá	ZMPA	Viaducto	Canales	0,20
Canal Río Seco Sector1	Ronda Hidraulica	Viaducto	Construcción	0,00
Canal Río Seco Sector1	ZMPA	Viaducto	Construcción	0,00
Canal Tintal II	Ronda Hidraulica	Viaducto	Construcción	0,55
Canal Tintal II	ZMPA	Viaducto	Construcción	0,03
Río Fucha o San Cristóbal	Corredor Ecológico de Ronda	Viaducto	Construcción	0,00
Río Fucha o San Cristóbal	Corredor Ecológico de Ronda	Viaducto	Institución Educativa	0,00

Nombre	Elemento EEP	Tipo de infraestructura	Cobertura	Área (ha)
Canal Albina	Corredor Ecológico de Ronda	Viaducto	Parques y zonas verdes	0,03
Canal Arzobispo	Corredor Ecológico de Ronda	Viaducto	Parques y zonas verdes	0,12
Canal Cundinamarca	Corredor Ecológico de Ronda	Patio Taller	Parques y zonas verdes	33,94
Canal Cundinamarca	Corredor Ecológico de Ronda	Viaducto	Parques y zonas verdes	6,67
Canal Río Seco Sector1	Ronda Hidraulica	Viaducto	Parques y zonas verdes	0,01
Canal Río Seco Sector1	ZMPA	Viaducto	Parques y zonas verdes	0,01
Canal Tintal II	Ronda Hidraulica	Viaducto	Parques y zonas verdes	3,38
Canal Tintal II	ZMPA	Viaducto	Parques y zonas verdes	1,85
Río Bogotá	ZMPA	Patio Taller	Parques y zonas verdes	26,50
Río Bogotá	ZMPA	Viaducto	Parques y zonas verdes	4,59
Río Bogotá	Ronda Hidraulica	Patio Taller	Parques y zonas verdes	0,17
Río Fucha o San Cristóbal	Corredor Ecológico de Ronda	Viaducto	Parques y zonas verdes	0,51
Río Fucha o San Cristóbal	Corredor Ecológico de Ronda	Estación	Parques y zonas verdes	0,25
Canal Río Seco Sector1	Ronda Hidraulica	Viaducto	Puente	0,05
Canal Tintal II	Ronda Hidraulica	Viaducto	Puente	0,02
Canal Tintal II	ZMPA	Viaducto	Puente	0,00
Río Fucha o San Cristóbal	Corredor Ecológico de Ronda	Viaducto	Puente	0,02
Canal Albina	Corredor Ecológico de Ronda	Viaducto	Separador	0,03
Canal Arzobispo	Corredor Ecológico de Ronda	Viaducto	Separador	0,00
Canal Río Seco Sector1	Ronda Hidraulica	Viaducto	Separador	0,00

Nombre	Elemento EEP	Tipo de infraestructura	Cobertura	Área (ha)
Canal Río Seco Sector1	ZMPA	Viaducto	Separador	0,02
Canal Tintal II	ZMPA	Viaducto	Separador	0,01
Río Fucha o San Cristóbal	Corredor Ecológico de Ronda	Estación	Separador	0,00
Río Fucha o San Cristóbal	Corredor Ecológico de Ronda	Viaducto	Separador	0,03
			Total	**85,18**

Fuente: SYSTRA- INGETEC, 2018

Un total de 116 pilotes proyectados a construir para la PLMB, se encuentran en áreas de Corredores Ecológicos de Ronda, ZMPA y Rondas hidráulicas, en su mayoría localizados en la localidad de Kennedy y ubicados en el Canal Cundinamarca, Canal Tintal II, Canal Río Seco Sector 1, Canal Arzobispo y en la ZMPA del Área de Manejo Especial del río Bogotá. De estos pilotes, 31 se ubicarán en la localidad de Bosa, 83 pilotes en Kennedy, uno en Puente Aranda y uno en la localidad de Santa Fe.

Es de señalar, que en algunos lugares donde se tiene proyectada la ubicación de pilotes y estan designados como suelo de protección de acuerdo con el POT de Bogotá, en la actualidad son áreas duras correspondientes a calzadas viales. Es así como, de los 116 pilotes proyectados a construir para el soporte del viaducto de la PLMB, 39 pilotes se localizarán en lugares donde actualmente se encuentran calzadas viales. Para los restantes, uno se ubicará en un separador vial en la localidad de Puente Aranda y 76 pilotes ocuparán coberturas que en la actualidad corresponden a Parques y Zonas verdes, áreas destinadas a suelos de protección. En la Tabla 5.2.2.13 se presenta la georeferenciación de los pilotes a construir, el tipo de área intervenida de la EEP, la localidad, y la clase de cobertura vegetal u otra que ocupan estos lugares en la actualidad.

Tabla 5.2.2.13 Ubicación de los pilotes proyectados a construir en áreas de la Estructura Ecológica Principal

Nombre del elemento de la Estructura Ecologica Principal	Tipo de área intervenida	Localidad	Cobertura	Ubicación del pilote	
				Coordenada X	Coordenada Y
Canal Cundinamarca	Corredor Ecológico de Ronda	Bosa	Parques y zonas verdes	987150,7896	1005625,747
	Corredor Ecológico de Ronda		Parques y zonas verdes	987169,5632	1005595,057
	Corredor Ecológico de Ronda		Parques y zonas verdes	987204,9844	1005555,868

Nombre del elemento de la Estructura Ecologica Principal	Tipo de área intervenida	Localidad	Cobertura	Ubicación del pilote	
				Coordenada X	Coordenada Y
	Corredor Ecológico de Ronda		Parques y zonas verdes	987234,3712	1005535,183
	Corredor Ecológico de Ronda		Parques y zonas verdes	987261,37	1005522,196
	Corredor Ecológico de Ronda		Parques y zonas verdes	987290,0065	1005513,39
	Corredor Ecológico de Ronda		Parques y zonas verdes	987319,5319	1005508,184
	Corredor Ecológico de Ronda		Parques y zonas verdes	987354,1218	1005502,934
	Corredor Ecológico de Ronda		Parques y zonas verdes	987388,7117	1005497,684
	Corredor Ecológico de Ronda		Parques y zonas verdes	987423,3016	1005492,434
	Corredor Ecológico de Ronda		Parques y zonas verdes	987457,8915	1005487,184
	Corredor Ecológico de Ronda		Parques y zonas verdes	987492,4814	1005481,933
	Corredor Ecológico de Ronda		Parques y zonas verdes	987527,0713	1005476,683
	Corredor Ecológico de Ronda		Parques y zonas verdes	987561,6612	1005471,433
	Corredor Ecológico de Ronda		Parques y zonas verdes	987596,251	1005466,183
	Corredor Ecológico de Ronda		Parques y zonas verdes	987630,841	1005460,933
	Corredor Ecológico de Ronda		Parques y zonas verdes	987665,4309	1005455,682

Nombre del elemento de la Estructura Ecologica Principal	Tipo de área intervenida	Localidad	Cobertura	Ubicación del pilote	
				Coordenada X	Coordenada Y
	Corredor Ecológico de Ronda		Parques y zonas verdes	987700,0208	1005450,432
	Corredor Ecológico de Ronda		Parques y zonas verdes	987744,4935	1005443,682
	Corredor Ecológico de Ronda		Parques y zonas verdes	987788,9661	1005436,932
	Corredor Ecológico de Ronda		Parques y zonas verdes	987813,6732	1005433,182
	Corredor Ecológico de Ronda		Parques y zonas verdes	987838,3803	1005429,432
	Corredor Ecológico de Ronda		Parques y zonas verdes	987863,0874	1005425,682
	Corredor Ecológico de Ronda		Parques y zonas verdes	987887,7944	1005421,931
	Corredor Ecológico de Ronda		Parques y zonas verdes	987912,5021	1005418,181
	Corredor Ecológico de Ronda		Parques y zonas verdes	987937,2361	1005414,487
	Corredor Ecológico de Ronda		Parques y zonas verdes	987962,1122	1005411,484
	Corredor Ecológico de Ronda		Parques y zonas verdes	987987,1785	1005409,93
	Corredor Ecológico de Ronda		Parques y zonas verdes	988017,3115	1005410,147
	Corredor Ecológico de Ronda		Parques y zonas verdes	988047,3464	1005412,633
	Corredor Ecológico de Ronda		Parques y zonas verdes	988072,1834	1005416,43

Nombre del elemento de la Estructura Ecologica Principal	Tipo de área intervenida	Localidad	Cobertura	Ubicación del pilote	
				Coordenada X	Coordenada Y
	Corredor Ecológico de Ronda	Kennedy	Parques y zonas verdes	988091,742	1005420,561
	Corredor Ecológico de Ronda		Parques y zonas verdes	988111,1777	1005425,648
	Corredor Ecológico de Ronda		Parques y zonas verdes	988139,9584	1005434,174
	Corredor Ecológico de Ronda		Parques y zonas verdes	988168,6725	1005442,824
	Corredor Ecológico de Ronda		Parques y zonas verdes	988197,386	1005451,474
	Corredor Ecológico de Ronda		Parques y zonas verdes	988226,0994	1005460,124
	Corredor Ecológico de Ronda		Parques y zonas verdes	988245,2417	1005465,891
	Corredor Ecológico de Ronda		Parques y zonas verdes	988269,0717	1005473,069
	Corredor Ecológico de Ronda		Parques y zonas verdes	988292,8689	1005480,238
Río Bogotá	ZMPA	Kennedy	Parques y zonas verdes	988316,8128	1005487,393
				988340,9799	1005493,738
				988368,1959	1005498,599
				988394,1579	1005500,867
				988425,4375	1005500,602
				988446,4733	1005498,578
Canal Tintal II	ZMPA	Kennedy	Parques y zonas verdes	988624,7199	1005407,761
	ZMPA		Parques y zonas verdes	988637,9926	1005392,815
	ZMPA		Parques y zonas verdes	988650,26	1005377,033
	Ronda Hidráulica		Parques y zonas verdes	988667,44	1005352,456
	Ronda Hidráulica		Parques y zonas verdes	988702,1475	1005296,425

Nombre del elemento de la Estructura Ecologica Principal	Tipo de área intervenida	Localidad	Cobertura	Ubicación del pilote	
				Coordenada X	Coordenada Y
	Ronda Hidráulica		Parques y zonas verdes	988718,5953	1005265,546
	Ronda Hidráulica		Parques y zonas verdes	988739,7426	1005225,845
	ZMPA		Parques y zonas verdes	988848,0007	1005022,606
	ZMPA		Parques y zonas verdes	988864,4485	1004991,727
	ZMPA		Parques y zonas verdes	988880,8964	1004960,848
	ZMPA		Parques y zonas verdes	988897,3443	1004929,97
	ZMPA		Parques y zonas verdes	988913,7922	1004899,091
	ZMPA		Parques y zonas verdes	988930,2401	1004868,212
	ZMPA		Parques y zonas verdes	988946,688	1004837,334
	ZMPA		Parques y zonas verdes	988963,1359	1004806,455
	ZMPA		Parques y zonas verdes	988979,5837	1004775,576
	ZMPA		Parques y zonas verdes	988996,0317	1004744,698
	ZMPA		Parques y zonas verdes	989012,4795	1004713,819
	ZMPA		Parques y zonas verdes	989028,9274	1004682,94
	ZMPA		Calzada	989045,3753	1004652,062
	ZMPA		Calzada	989061,8232	1004621,183
	ZMPA		Calzada	989078,2711	1004590,304
	ZMPA		Calzada	989094,719	1004559,426
	ZMPA		Calzada	989111,1669	1004528,547
	ZMPA		Calzada	989127,6147	1004497,669
	ZMPA		Calzada	989144,0627	1004466,79
	ZMPA		Calzada	989158,5104	1004439,666
	ZMPA		Calzada	989174,9583	1004408,788
	ZMPA		Calzada	989191,4061	1004377,909
	ZMPA		Calzada	989207,8541	1004347,03
	ZMPA		Calzada	989224,3019	1004316,152
	ZMPA		Calzada	989240,7499	1004285,273
	ZMPA		Calzada	989257,1977	1004254,394
	ZMPA		Calzada	989273,6456	1004223,516
	ZMPA		Calzada	989290,0936	1004192,637
	ZMPA		Calzada	989306,5414	1004161,758
	ZMPA		Calzada	989318,2899	1004139,702
	ZMPA		Calzada	989330,0384	1004117,646

Nombre del elemento de la Estructura Ecologica Principal	Tipo de área intervenida	Localidad	Cobertura	Ubicación del pilote	
				Coordenada X	Coordenada Y
	ZMPA		Calzada	989341,9089	1004095,361
	ZMPA		Calzada	989363,0561	1004055,66
	ZMPA		Calzada	989384,2034	1004015,959
	ZMPA		Calzada	989398,3016	1003989,491
	ZMPA		Calzada	989412,3999	1003963,024
	ZMPA		Calzada	989426,4981	1003936,556
	ZMPA		Calzada	989440,5963	1003910,089
	ZMPA		Calzada	989454,7396	1003883,537
	ZMPA		Calzada	989475,182	1003845,159
	ZMPA		Calzada	989585,8528	1003637,39
	Ronda Hidráulica		Parques y zonas verdes	988761,0618	1005185,821
	ZMPA		Calzada	989495,6244	1003806,781
	Ronda Hidráulica		Parques y zonas verdes	988769,2857	1005170,382
	ZMPA		Calzada	989502,6734	1003793,548
	Ronda Hidráulica		Parques y zonas verdes	988777,5097	1005154,943
	ZMPA		Calzada	989510,8973	1003778,108
	Ronda Hidráulica		Parques y zonas verdes	988784,5588	1005141,709
	ZMPA		Calzada	989519,1213	1003762,669
	Ronda Hidráulica		Parques y zonas verdes	988792,7827	1005126,27
	ZMPA		Calzada	989527,3453	1003747,23
	Ronda Hidráulica		Parques y zonas verdes	988799,8318	1005113,036
	ZMPA		Calzada	989534,3944	1003733,996
	ZMPA		Parques y zonas verdes	988808,0558	1005097,597
	ZMPA		Calzada	989542,6182	1003718,557
	ZMPA		Parques y zonas verdes	988815,1049	1005084,363
	ZMPA		Calzada	989550,8422	1003703,117
	ZMPA		Parques y zonas verdes	988823,3288	1005068,924
	ZMPA		Calzada	989559,0662	1003687,678
	ZMPA		Parques y zonas verdes	988831,5527	1005053,484
	ZMPA		Calzada	989566,1154	1003674,444

Nombre del elemento de la Estructura Ecologica Principal	Tipo de área intervenida	Localidad	Cobertura	Ubicación del pilote	
				Coordenada X	Coordenada Y
Canal Río Seco Sector 1	ZMPA	Puente Aranda	Separador	995001,5169	1000796,136
Canal Arzobispo	Corredor Ecológico de Ronda	Santa Fe	Parques y zonas verdes	1001012,708	1003587,616

Fuente: SYSTRA- INGETEC, 2018

5.2.2.8 Conclusiones Generales del Análisis de Estructura Ecológica Principal – EEP

En general y de acuerdo con los análisis realizados, se determinó que en el Área de Influencia Directa AID del proyecto se encuentran componentes de la Estructura Ecológica Principal de los Corredores Ecológicos y del Área de Manejo Especial del río Bogotá, conformados los primeros por cuatro elementos de los Corredores Ecológicos de Ronda, dos Rondas Hidráulicas y dos ZMPA. Para los segundos o los del Área de Manejo Especial del río Bogotá, se encuentran un elemento de la Ronda Hidráulica del río Bogotá, y una de la ZMPA del río Bogotá.

Por otro lado y en el Área de Influencia Indirecta AII del proyecto PLMB, se encuentra un área protegida, cuatro corredores ecológicos de ronda, cuatro Rondas Hidráulicas, y cuatro zonas de ZMPA, que se distinguen así:

Tabla 5.2.2.14 Presencia en el AII de la PLMB de Áreas Protegidas Distritales como Parques Ecológicos de Humedal

Nombre	Acto Administrativo	Fecha de emisión	Suelo	Área (ha) AII
Humedal La Vaca (norte)	Decreto 190 de 2004	22/06/2004	Urbano	0,61
Humedal La Vaca (sur)	Decreto 190 de 2004	22/06/2004	Urbano	2,25

Fuente: SYSTRA Ingetec S.A. (Noviembre 2017)

Tabla 5.2.2.15 Presencia en el Área de Influencia de la PLMB de Corredores Ecológicos de ronda distritales

Nombre	Acto Administrativo	Fecha de emisión	Área (ha) AID	Área (ha) AII
Canal Albina	Decreto 190 de 2004	22/06/2004	0,20	5,49
Canal Arzobispo	Decreto 190 de 2004	22/06/2004	0,19	4,56
Canal Cundinamarca	Resolución EAAB 1149	27/10/2000	41,11	157,32
Río Fucha o San Cristóbal	Decreto 190 de 2004	22/06/2004	1,30	21,03

Fuente: SYSTRA Ingetec S.A. (Noviembre 2017)

Tabla 5.2.2.16 Presencia en el Área de Influencia de la PLMB de Rondas Hidráulicas distritales

ID_ Ronda	Nombre	Acto Administrativo	Fecha de emisión	Área (ha) AID	Área (ha) AII
257	Canal Río Seco Sector 2	Resolución SDA 1032	26/01/2010	-	0,67
260	Canal Río Seco Sector1	Resolución SDA 1032	26/01/2010	0,07	2,20
284	Canal Tintal II	Resolución SDA 2771	24/03/2010	5,78	6,10
420	Río Bogotá	Acuerdo CAR 017 2009	08/07/2009	0,17	14,36

Fuente: SYSTRA-Ingetec S.A. (Noviembre 2017)

Tabla 5.2.2.17 Presencia en el Área de Influencia de la PLMB de Zonas de Manejo y Protección Ambiental ZMPA distritales

ID_ZMPA	Nombre	Acto Administrativo	Fecha de emisión	Área (ha) AID	Área (ha) AII
41	Canal Río Seco Sector 2	Resolución SDA 1032	26/01/2010	-	1,01
42	Canal Río Seco Sector1	Resolución SDA 1032	26/01/2010	0,11	3,23
56	Canal Tintal II	Resolución SDA 2771	24/03/2010	5,01	5,78
161	Río Bogotá	Acuerdo CAR 017 2009	08/07/2009	31,31	130,16

Fuente: SYSTRA-Ingetec S.A. (Noviembre 2017)

Con respecto al área protegida ubicada en el AII del proyecto de la PLMB, ésta corresponde a el Humedal la Vaca, el cual esta fragmentado en dos sectores (Norte y Sur). Este cuerpo de agua se encuentra en la actualidad en proceso de recuperación y no se reporta en la lista de Humedales de Importancia Internacional o lista RAMSAR. Es de aclarar, que el sector Sur del humedal la Vaca se encuentra en inmediaciones de la futura estación Villa Blanca de la PLMB, área protegida que no será intervenida por las obras o las actividades constructivas del proyecto

Para la adecuación del Patio-Taller y otra infraestructura, se requiere de un total de 32 ha en áreas de la ZMPA y Ronda Hidráulica del río Bogotá, por lo que se debe modificar la ZMPA y el Corredor ecológico de ronda que circunda al Río Bogotá. Otros elementos de la EEP que son cruzados por el viaducto, son el Canal Tintal II, Canal Fucha, Canal Albina, Canal Cundinamarca, el Canal Arzobispo y el Canal Río Seco Sector 1.

5.2.2.8.1 Recomendaciones Generales para la Estructura Ecológica Principal - EEP

De acuerdo con lo encontrado, el Patio taller y ramal técnico se ubican dentro de la zona delimitada como Zona de Manejo y Preservación del Río Bogotá (ZMPA) - referida en los articulos 109 y 110 del Decreto Distrital 190 de 2004 - se hace necesario contar con una modificación de dicha ZMPA, puesto que actualmente representa una restricción ambiental para la ubicación de estas obras proyectadas en el sector conocido como El Corzo. En esta medida la modificación de la delimitación de la ZMPA del río Bogotá es una de las autorizaciones que debe ser obtenida antes de la apertura de la licitación del proyecto.

En relación con las áreas protegidas pertenecientes a la Estructura Ecológica Principal del Distrito Capital que se ubican en lugares colindantes al AID del proyecto PLMB, se deben considerar medidas de tipo preventivo, entre estas la delimitación con cinta de señalización o polisombra en la medida que avanzan los frentes de trabajo, con el fin de evitar el ingreso por parte de los

trabajadores del proyecto. De igual forma, se deben adelantar capacitaciones que informen sobre la localización de éstas áreas protegidas, su importancia, y las restricciones y prohibiciones de acuerdo con los usos establecidos por las diferentes entidades competentes que administran estas áreas. Estas capacitaciones se encuentran contempladas en el Programa de inclusión socio laboral de la Gestión ambiental y Social, planteadas en el presente Estudio de Impacto Ambiental y Social-EIAS

Con respecto al área protegida ubicada en el AII del proyecto de la PLMB, que corresponde al sector Sur del humedal la Vaca ubicado en inmediaciones de la futura estación Villa Blanca, se deben adelantar medidas de tipo preventivo por parte de los trabajadores del proyecto durante la etapa constructiva, para evitar el ingreso al área y su intervención. Es así como dentro de las jornadas de capacitación dirigidas a los trabajadores de cada frente de trabajo, sobre el "Entorno Metro" se informará acerca de la presencia del humedal la Vaca como parte de la EEP del Distrito Capital, la importancia de contribuir con la restauración y preservación de esta área, y las medidas y acciones preventivas a aplicar, para no disponer elementos, equipos, maquinaria en esta lugar, al igual que las restricciones de ingreso al área, teniendo en cuenta que en la actualidad el sector Sur del humedal La Vaca se haya potrerizado en su mayor extensión.

5.2.2.9 Vegetación

De acuerdo con los requerimientos definidos por cada Autoridad Ambiental Compentente con jurisdicción sobre el área del proyecto (CAR y SDA), se realizó un inventario forestal al 100% del Área de Influencia Directa del proyecto incluyendo el predio El Corzo; este último definido para la construcción y operación del patio taller. Dentro de la evaluación silvicultural realizada a cada individuo arbóreo se tomó la totalidad de variables dasométricas, de estado físico, sanitario, causas de intervención y de emplazamiento solicitadas en el formato "Formulario de recolección de información silvicultural por individuo" de la Secretaría Distrital de Ambiente. Los individuos inventariados fueron marcados en terreno con pintura de aceite amarilla. Véase plano adjunto en el Anexo 5.2.2.15 ETPLMB-ET19-L04-PLA-I-0027_RA.

Para el caso de la evaluación silvicultural realizada para los individuos emplazados en el predio El Corzo, para los cuales se tramitará permiso de aprovechamiento forestal de árboles aislados ante la CAR, se tomaron los registros fotográficos y las variables dasométricas para cada individuo, sin diligenciar formatos predeterminados

Tabla 5.2.2.18 Conjunto de variables del Inventario Forestal del corredor PLMB

DASOMETRIA	• PAP: Perímetro (circunferencia del fuste) a la altura del pecho medido en metros. • ALT. TOTAL: Altura total del árbol medida en metros • ALT. COM: Altura desde la base hasta la primera rama medida en metros • DIAM COPA POLAR: Diámetro de la copa medido en rumbo N-S en metros • DIAM COPA ECUATORIAL: Diámetro de la copa medido en rumbo E-W en metros formando una cruz con el diámetro de copa polar • P. BASAL: Perímetro (circunferencia del fuste) en la base del árbol medida en metros
ESTADO FÍSICO	COPA • ER: Excesiva Ramificación • PAA: Podas anteriores antitécnicas • PAT: Podas anteriores técnicas • RS: Ramas secas • RB: Rebrotes • CA: Copa asimétrica (copa irregular no es igual de ancha que de larga)

	• RP: Ramas pendulares • RPC: Ramas en peligro de caída • DDR: Desgarre de ramas • DES: Árbol descopado (podado totalmente en la copa) • NO: Normal • DENSIDAD: Escoger entre D (Denso), M (Medio), R (Ralo), MR (Muy ralo) • GENERAL: Escoger entre B (Bueno), R (Regular) y M (Malo)
	FUSTE: B: Bifurcado, presenta división temprana de ramas Bb: Bifurcación basal, presenta división de ramas desde la base del fuste B BASALES: Presenta bifurcación de más de dos ramas desde la base del fuste FR: Fuste recto I: Fuste inclinado GDI: Grado de inclinación; cuando el fuste es inclinado, escribir el grado de inclinación entre 0° y 90° con respecto a la vertical MI: Fuste muy inclinado (con inclinación superior a 30°) To: Fuste torcido C: Fuste compartimentalizado (fuste dividido en rebrotes) Rv: Madera revirada (con desorden en las vetas de la madera en el fuste cuando está desnudo) Ac: Fuste acanalado (presenta canales a lo largo del fuste) An: Anillado (fuste descortezado en círculo por acción antrópica o externa) Dc: Descortezado (fuste descortezado casi en su totalidad) SB: Socavamiento Basal (presenta huecos en la base del fuste causado por animales o pudrición) Ag: Afectación por guadañadora Po: Presencia de objetos extraños (placas, pendones, bombillas, etc.) Pe: Presencia de encerramientos (alambre de púa, mallas) DM-L: Daño mecánico leve (se identifica afectación mecánica en el fuste pequeña) DM-G: Daño mecánico grave DM-M: Daño mecánico medio Gri: Grietas en el fuste Fis: Fisuras en el fuste Cav: Cavidades u hoyos en el fuste AP: Arquitectura pobre (la presencia del fuste es pobre en cuanto a grosor y porte)

	CI: Corteza incluida (abertura de ramas muy cerrada, uniones falsas) GENERAL: Escoger entre B (Bueno), R (Regular) y M (Malo)
	RAIZ: ESPECÍFICO: Escoger entre RD_Raiz descubierta PRADR_Poda Raíz Antitécnica dentro del radio crítico PRT_Poda Raíz Técnica Na_No apreciable PRAFR_Poda Raíz Antitécnica fuera del rádio crítico Res_Raices estranguladoras REn_Raices entorchadas Mon_Montículo GENERAL: Escoger entre B (Bueno), R (Regular) y M (Malo)
ESTADO SANITARIO	COPA: He: Herviboria (plantas invasoras) An: Antracnosis (chancro o manchas de diversos colores en las hojas – hongos) Ag: Agallas Ne: Necrosis (muerte de la copa) Tu: Tumores Cl: Clorosis (perdida del color verde en las hojas) Ma: Marchitamiento Ca: Cancer PL: Pudrición localizada en copa Mi: Mildeos (manchas color verdoso claro a amarillo en las hojas) C: Carbones Ro: Royas Psu: Puntos de succión PT: Puntos traslucidos

	Pla: Plasmólisis (hojas marchitas o secas por perdida de humedad) Pi: Presencia de insectos Na: Ninguna de las anteriores
	FUSTE: Re: Resinosis (exudado de resina, común en pinos) Ch: Chancros PLF: Pudrición localizada en el fuste Go: Gomosis (común en eucaliptos) Tu: Tumores Ag. Agallas Pi: Presencia de insectos Na: Ninguna de las anteriores
	RAIZ: PLR: Pudrición localizada en la raíz Na: Ninguna de las anteriores GENERAL: Ps: Parcialmente seco Se: Seco Sa: Sano COPA: Escoger entre B (Bueno), R (Regular) y M (Malo) FUSTE: Escoger entre B (Bueno), R (Regular) y M (Malo) RAIZ: Escoger entre B (Bueno), R (Regular) y M (Malo)

CAUSAS DE INTERVENCIÓN SILVICULTURAL	ZP: Zona de pendiente Ma: Mal anclado IIV: Interferencia infraestructura vial IE: Interferencia con edificaciones IMU: Interferencia con infraestructura de mobiliario urbano IRa: Interferencia con redes de acueducto IRe: Interferencia con redes eléctricas HX: Altura excesiva para el lugar de siembra PV: Peligro de volcamiento ESV: Especie susceptible de volcamiento AUAI: Árbol en zona inundada ID: Inadecuado distanciamiento DES: Árbol con deficiente estado sanitario DI: Daño a infraestructura DEF: Deficiente estado físico EIE: Espacio insuficiente de emplazamiento NI: No requiere ninguna intervención CAUS INT OBRA CIVIL: Interferencia con obra civil
EMPLAZAMIENTO O TIPO DE ZONA VERDE	SIST CIRCULACIÓN URBANA: Andenes, separadores, glorietas SIST. LÚDICO: parques, plazas, plazoletas SIST. HÍDRICO EAB: Ronda de canales, ríos, lagunas A. DEGRADADAS: areneras, canteras, áreas de disposición de residuos FRANJA SERVIDUMBRE: emplazado debajo de redes eléctricas MT y AT SIST PROTECCIÓN: Franja de control ambiental E. PRIVADO: Colegios, conjuntos cerrados, viviendas

Fuente: Consorcio MetroBog (2017)

5.2.2.10 Inventario forestal en el corredor PLMB

Como resultado de la evaluación silvicultural realizada en el AID biótica del proyecto se obtuvo una sumatoria de 3229 individuos de estratos arbóreos, arbustivos y palmaceos. En la abundancia relativa obtenida se pueden apreciar dos especies abundantes frente al grupo total; en primer lugar

el Caucho Sabanero (*Ficus soatensis*), con el 17% y el Falso Pimiento (*Schinus molle*) con el 16% del total inventariado.

El primer caso obedece al resultado de la implementación de la primera fase del Sistema Transmilenio por la Avenida Caracas, en la cual se plantó la especie Caucho Sabanero en el separador central y andenes; la evaluación realizada arrojó que el total de individuos presenta regulares condiciones físicas o sanitarias.

En el segundo caso, la especie Falso Pimiento, ha sido plantada en diferentes procesos de arborización por su buena adaptación a las condiciones de los corredores viales; esta especie se encontró mayormente plantada en el separador central de la Avenida Villavicencio y en parte del separador de la Avenida Primero de Mayo (Tabla 5.2.2.19).

Tabla 5.2.2.19 Abundancia de especies según inventario forestal del corredor PLMB

Item	Nombre Comun	Nombre Cientifico	Familia	Origen	Abundancia Relativa (%)
1	Araucaria	*Araucaria excelsa*	Araucariaceae	Exótico	0,69
2	Alamo de lombardia	*Populus tremuloides*	Salicaceae	Exótico	0,03
3	Tomate de arbol	*Cyphomandra betacea*	Solanaceae	Exótico	0,06
4	Cafe	*Coffea arabica*	Rubiaceae	Exótico	0,03
5	Pino libro	*Thuja orientalis*	Pinaceae	Exótico	0,19
6	Pino colombiano, pino de pacho, pino romeron	*Nageia rospigliosii*	Podocarpaceae	Nativo	1,12
7	Palma roebeleni	*Phoenix roebelinii*	Arecaceae	Exótico	0,40
8	Acacia morada	*Acacia baileyana*	Fabaceae	Exótico	0,16
9	Acacia	*Acacia retinodes*	Fabaceae	Exótico	0,03
10	Caucho benjamin	*Ficus benjamina*	Moraceae	Nativo	1,87
11	Eucalipto común	*Eucalyptus globulus*	Myrtaceae	Exótico	0,40
12	Arrayan negro	*Myrcianthes rhopaloides*	Myrtaceae	Nativo	0,03
13	Eucalipto pomarroso	*Eucalyptus ficifolia*	Myrtaceae	Exótico	1,68
14	Schefflera, Pategallina hojigrande	*Schefflera actinophylla*	Araliaceae	Nativo	0,19
15	Schefflera, Pategallina hojipequeña	*Schefflera monticola*	Araliaceae	Nativo	0,03
16	Naranjo	*Citrus sinensis*	Rutaceae	Nativo	0,06
17	Caballero de la noche, Jazmin, Dama de noche	*Cestrum nocturnum*	Solanaceae	Nativo	0,19
18	Eucalipto de flor, eucalipto lavabotella	*Callistemon citrinuss*	Myrtaceae	Exótico	0,09
19	Nispero	*Eryobotria japonica*	Rosaceae	Exótico	0,06
20	Palma de cera, Palma blanca	*Ceroxylon quindiuense*	Arecaceae	Nativo	0,50

Item	Nombre Comun	Nombre Cientifico	Familia	Origen	Abundancia Relativa (%)
21	Acacia	*Acacia spp.*	Fabaceae	Exótico	1,25
22	Calistemo	*Callistemon spp.*	Myrtaceae	Exótico	1,74
23	Palma coquito	*Parajubaea cocoides*	Arecaceae	Nativo	0,19
24	Palma yuca, palmiche	*Yucca elephantipes*	Agavaceae	Exótico	4,08
25	Chiripique	*Dalea caerulea*	Fabaceae	Nativo	0,25
26	Chocho, balu, cambulo	*Erythrina edullis*	Fabaceae	Nativo	0,09
27	Eucalipto	*Eucalyptus spp*	Myrtaceae	Exótico	0,03
28	Caucho	*Ficus spp*	Moraceae	Exótico	0,06
29	Fucsia boliviana	*Fuchsia boliviana*	Onagraceae	Nativo	0,06
30	Palma fenix	*Phoenix canariensis*	Arecaceae	Exótico	1,31
31	Guamo	*Inga sp*	Fabaceae	Nativo	0,03
32	Arrayan	*Myrcianthes spp*	Myrtaceae	Nativo	0,28
33	Tinto	*Solanum spp*	Solanaceae	Nativo	0,03
34	Yuca, palma yuca	*Yucca spp*	Agavaceae	Exótico	0,06
35	Urapán, Fresno	*Fraxinus chinensis*	Oleaceae	Exótico	7,23
36	Schefflera	*Schefflera Spp.*	Araliaceae	Nativo	0,19
37	Acacia japonesa	*Acacia melanoxylon*	Fabaceae	Exótico	0,50
38	Acacia negra, gris	*Acacia decurrens*	Fabaceae	Exótico	0,47
39	Boj	*Buxus sempervirens*	Buxaceae	Exótico	0,03
40	Mimbre	*Salix viminalis*	Salicaceae	Nativo	0,12
41	Lulo de perro	*Solanum marginatum*	Solanaceae	Nativo	0,03
42	Cipres, Pino cipres, Pino	*Cupressus lusitanica*	Cupressaceae	Exótico	0,56
43	Carbonero rojo	*Calliandra carbonaria*	Fabaceae	Nativo	0,06
44	Carbonero rosado	*Calliandra pittieri*	Fabaceae	Nativo	0,03
45	Aliso, fresno, chaquiro	*Alnus acuminata*	Betulaceae	Nativo	0,22
46	Arrayan	*Myrcia popayanensis*	Myrtaceae	Nativo	0,03
47	Fucsia arbustiva	*Fucsia arborea*	Onagraceae	Nativo	0,09
48	Cerezo	*Prunus capuli*	Rosaceae	Nativo	2,02
49	Palma Alejandra	*Archontophoenix alexandrae*	Arecaceae	Exótico	0,06
50	Abutilon quesito	*Malvabiscus arboreo*	Malvaceae	Nativo	0,19
51	Nogal, cedro nogal, cedro negro	*Juglans neotropica*	Juglandaceae	Nativo	0,84
52	Roble	*Quercus humboldtii*	Fagaceae	Nativo	0,34
53	Holly liso	*Cotoneaster panosa*	Rosaceae	Exótico	1,56
54	Jazmin del cabo, laurel	*Pittosporum*	Pittosporaceae	Exótico	2,96

Item	Nombre Comun	Nombre Cientifico	Familia	Origen	Abundancia Relativa (%)
	huesito	*undulatum*			
55	Caucho de la india, caucho	*Ficus elastica*	Moraceae	Exótico	0,72
56	Cedrillo, Yuco	*Phyllanthus salviaefolius*	Phyllantaceae	Nativo	0,06
57	Caucho sabanero	*Ficus soatensis*	Moraceae	Nativo	17,38
58	Jazmin de la china	*Ligustrum lucidum*	Oleaceae	Exótico	1,62
59	Caucho tequendama	*Ficus tequendamae*	Moraceae	Nativo	3,55
60	Sauce lloron	*Salix humboldtiana*	Salicaceae	Nativo	0,69
61	Pino candelabro	*Pinus radiata*	Pinaceae	Nativo	0,22
62	Durazno comun	*Prunus persica*	Rosaceae	Exótico	0,47
63	Eugenia	*Eugenia myrtifolia*	Myrtaceae	Exótico	6,14
64	Roble australiano	*Grevillea robusta*	Proteaceae	Exótico	0,72
65	Guayacan de Manizales	*Lafoensia acuminata*	Lythraceae	Nativo	1,12
66	Liquidambar, estoraque	*Liquidambar styraciflua*	Altingiaceae	Exótico	4,80
67	Magnolio	*Magnolia grandiflora*	Magnoliaceae	Nativo	0,50
68	Sangregao, drago, croto	*Croton bogotensis*	Euphorbiaceae	Nativo	0,75
69	Pino patula	*Pinus patula*	Pinaceae	Exótico	0,31
70	Alcaparro doble	*Senna viarum*	Fabaceae	Nativo	0,03
71	Cajeto, garagay, urapo	*Cytharexylum subflavescens*	Verbenaceae	Nativo	1,78
72	Corono	*Xylosma spiculiferum*	Salicaceae	Nativo	0,16
73	Falso pimiento	*Schinus molle*	Anacardiaceae	Nativo	16,04
74	Gaque	*Clusia multiflora*	Clusiaceae	Nativo	0,03
75	Mangle de tierra fria	*Escallonia pendula*	Escalloniaceae	Nativo	0,09
76	Mano de oso	*Oreopanax floribundum*	Araliaceae	Nativo	0,03
77	Yarumo	*Cecropia telenitida*	Cecropiaceae	Nativo	0,19
78	Abutilon blanco	*Abutilon insigne*	Malvaceae	Nativo	0,50
79	Abutilon rojo y amarillo (Farolito)	*Abutilon megapotamicum*	Malvaceae	Nativo	0,03
80	Arrayan blanco	*Myrcianthes leucoxyla*	Myrtaceae	Nativo	0,03
81	Brevo	*Ficus carica*	Moraceae	Nativo	0,03
82	Papayuelo	*Carica pubescens*	Caricaceae	Nativo	0,06
83	Calistemo lloron	*Callistemon viminalis*	Myrtaceae	Exótico	0,87
84	Cayeno	*Hibiscus rosa*	Rosaceae	Exótico	0,28

Item	Nombre Comun	Nombre Cientifico	Familia	Origen	Abundancia Relativa (%)
85	Chicala, chirlobirlo, flor amarillo	*Tecoma stans*	Bignoniaceae	Nativo	2,09
86	Chilco	*Bacharis floribunda*	Asteraceae	Nativo	0,03
87	Chocho	*Erythrina rubrinervia*	Fabaceae	Nativo	0,03
88	Feijoa	*Acca sellowiana*	Myrtaceae	Exótico	0,40
89	Higuerillo	*Ricinus communis*	Euphorbiaceae	Nativo	0,06
90	Holly espinoso	*Pyracantha coccinea*	Rosaceae	Exótico	0,25
91	Sauco	*Sambucus nigra*	Caprifoliaceae	Nativo	2,99
92	Aguacate	*Persea americana*	Lauraceae	Exótico	0,09
93	Azalea	*Rhododendron indicum*	Ericaceae	Exótico	0,03
		Total Individuos		**3229**	**100**

Fuente: Consorcio Metrobog (2017)

De acuerdo con la tabla anterior, en un segundo grupo de especies abundantes, se encuentra el Urapán (*Fraxinus chinensis*); esta especie dominó por mucho tiempo el paisaje urbano de Bogotá como resultado de procesos de arborización a partir del año 1948 (JBB, 2010). Por lo tanto los individuos de la especie del Urapán encontrado en el corredor, en su mayoría presentan sobremadurez y regulares estados.

Otra especie abundante en el corredor de la PLMB es el Liquidambar (*Liquidambar styraciflua*), especie exótica y exitosa en su adaptación en corredores viales. Finalmente con índices importantes en abundancia se encuentran especies plantadas como resultado de procesos de renovación arbórea, tales como el Holly (*Cotoneaster panosa*), Eugenia (*Eugenia* miyrtifolia) o el Chicalá (*Tecoma stans*).

Así mismo, se observa que el 57% de especies encontradas son nativas, es decir 1872 individuos, siendo las más comunes el Falso pimiento y el Caucho Sabanero, sobre todo emplazados en los corredores de la Calle 8 sur, Avenida Primero de Mayo y Avenida Villavicencio.

En la Figura 5.2.2.27, se muestra la abundancia de la especies antes mencionadas frente al 100% de especies encontradas en el corredor de la PLMB.

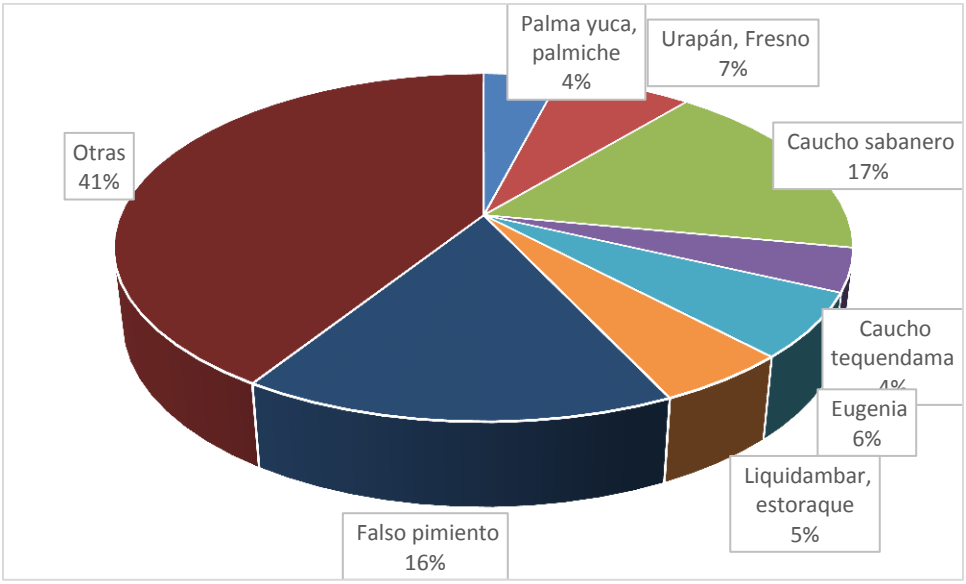


Figura 5.2.2.27 Abundancia de especies en el corredor PLMB

Fuente: Consorcio MetroBog, 2017.

Por lo anterior se concluye que siete especies dominan el 60% del total del componente arbóreo presente en la PLMB.

Fotografía 5.2.2.13 Individuos de Caucho Sabanero y Falso Pimiento emplazados en el corredor de la PLMB

Fuente: Consorcio MetroBog, 2017

De la totalidad de individuos inventariados, y de acuerdo a la normatividad vigente, se identificaron 91 individuos de 4 especies que presentan restricciones normativas para su aprovechamiento

forestal. En la Tabla 5.2.2.20 se presenta la distribución por especie de los individuos inventariados que presentan restricción, véase Figura 5.2.2.28.

Tabla 5.2.2.20 Especies vegetales que presentan restricciones en el AID del corredor de la PLMB

Item	Nombre Común	Nombre Científico	Acto Administrativo	No. Individuos
1	Palma de cera, Palma blanca	*Ceroxylon quindiuense*	Ley 61 de 1985	16
2	Nogal, cedro nogal, cedro negro	*Juglans neotropica*	Resolución 316 de 1974	27
3	Roble	*Quercus humboldtii*	Resolución 316 de 1974	11
4	Pino colombiano, pino de pacho, pino romeron	*Nageia rospigliosii*	Resolución 316 de 1974	37
			TOTAL INDIVIDUOS	**91**

Fuente: Consorcio MetroBog 2017.

Tabla 5.2.2.21. Registro total de individuos arbóreos con veda nacional emplazados en el corredor PLMB

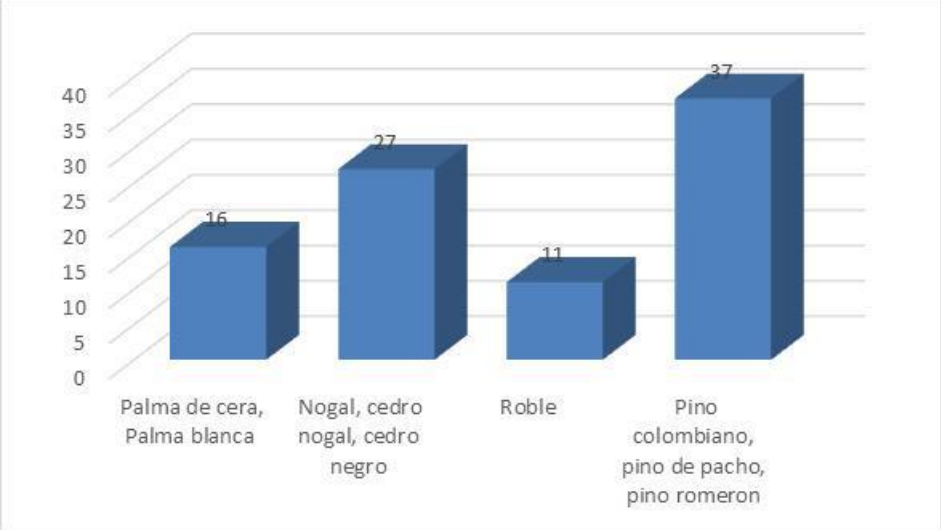
ID Arbol	Nombre Común	Nombre Científico	Familia	Estado Físico	Estado Sanitario	Ubicación	Acto Administrativo
16	Nogal	*Juglans neotropica*	Juglandaceae	Bueno	Bueno	Avenida Caracas con Calle 73	Resolución 316 de 1974
18	Nogal	*Juglans neotropica*	Juglandaceae	Regular	Bueno	Avenida Caracas con Calle 73	Resolución 316 de 1974
24	Nogal	*Juglans neotropica*	Juglandaceae	Bueno	Bueno	Avenida Caracas con Calle 73	Resolución 316 de 1974
186	Nogal	*Juglans neotropica*	Juglandaceae	Bueno	Bueno	Avenida Caracas con Calle 69	Resolución 316 de 1974
195	Nogal	*Juglans neotropica*	Juglandaceae	Bueno	Regular	Avenida Caracas con Calle 69	Resolución 316 de 1974
299	Nogal	*Juglans neotropica*	Juglandaceae	Bueno	Bueno	Calle 51 con Avenida Caracas	Resolución 316 de 1974
300	Nogal	*Juglans neotropica*	Juglandaceae	Bueno	Bueno	Calle 51 con Avenida Caracas	Resolución 316 de 1974
301	Roble	*Quercus humboldtii*	Fagaceae	Bueno	Regular	Calle 51 con Avenida Caracas	Resolución 316 de 1974
302	Nogal	*Juglans neotropica*	Juglandaceae	Bueno	Bueno	Calle 51 con Avenida Caracas	Resolución 316 de 1974
436	Nogal	*Juglans neotropica*	Juglandaceae	Bueno	Bueno	Calle 42 con Avenida Caracas	Resolución 316 de 1974
470	Nogal	*Juglans neotropica*	Juglandaceae	Regular	Bueno	Calle 43 con Carrera 13 A	Resolución 316 de 1974
532	Nogal	*Juglans neotropica*	Juglandaceae	Regular	Bueno	Calle 40 A con Avenida Caracas	Resolución 316 de 1974
568	Pino romerón	*Nageia rospigliosii*	Podocarpaceae	Bueno	Bueno	Calle 40 A con Avenida Caracas	Resolución 316 de 1974

ID Arbol	Nombre Común	Nombre Científico	Familia	Estado Físico	Estado Sanitario	Ubicación	Acto Administrativo
589	Nogal	*Juglans neotropica*	Juglandaceae	Bueno	Bueno	Calle 40 A con Avenida Caracas	Resolución 316 de 1974
590	Nogal	*Juglans neotropica*	Juglandaceae	Bueno	Bueno	Calle 40 A con Avenida Caracas	Resolución 316 de 1974
612	Palma de cera	*Ceroxylon quindiuense*	Arecaceae	Bueno	Bueno	Avenida Caracas con Calle 35	Ley 61 de 1985
836	Pino romerón	*Nageia rospigliosii*	Podocarpaceae	Bueno	Bueno	Calle 19 con Avenida Caracas	Resolución 316 de 1974
837	Pino romerón	*Nageia rospigliosii*	Podocarpaceae	Bueno	Bueno	Calle 19 con Avenida Caracas	Resolución 316 de 1974
841	Pino romerón	*Nageia rospigliosii*	Podocarpaceae	Bueno	Bueno	Calle 19 con Avenida Caracas	Resolución 316 de 1974
842	Pino romerón	*Nageia rospigliosii*	Podocarpaceae	Bueno	Bueno	Calle 19 con Avenida Caracas	Resolución 316 de 1974
900	Nogal	*Juglans neotropica*	Juglandaceae	Regular	Bueno	Plazoleta Voto Nacional	Resolución 316 de 1974
909	Nogal	*Juglans neotropica*	Juglandaceae	Bueno	Bueno	Plazoleta Voto Nacional	Resolución 316 de 1974
1098	Palma de cera	*Ceroxylon quindiuense*	Arecaceae	Bueno	Bueno	Av Calle 1 con Avenida Caracas	Ley 61 de 1985
1099	Palma de cera	*Ceroxylon quindiuense*	Arecaceae	Bueno	Bueno	Av Calle 1 con Avenida Caracas	Ley 61 de 1985
1100	Palma de cera	*Ceroxylon quindiuense*	Arecaceae	Bueno	Bueno	Av Calle 1 con Avenida Caracas	Ley 61 de 1985
1101	Palma de cera	*Ceroxylon quindiuense*	Arecaceae	Bueno	Bueno	Av Calle 1 con Avenida Caracas	Ley 61 de 1985
1102	Palma de cera	*Ceroxylon quindiuense*	Arecaceae	Bueno	Bueno	Av Calle 1 con Avenida Caracas	Ley 61 de 1985
1103	Palma de cera	*Ceroxylon quindiuense*	Arecaceae	Bueno	Bueno	Av Calle 1 con Avenida Caracas	Ley 61 de 1985
1104	Palma de cera	*Ceroxylon quindiuense*	Arecaceae	Bueno	Bueno	Av Calle 1 con Avenida Caracas	Ley 61 de 1985
1105	Palma de cera	*Ceroxylon quindiuense*	Arecaceae	Bueno	Bueno	Av Calle 1 con Avenida Caracas	Ley 61 de 1985
1343	Nogal	*Juglans neotropica*	Juglandaceae	Bueno	Bueno	Calle 8 Sur con Carrera 28	Resolución 316 de 1974
1344	Nogal	*Juglans neotropica*	Juglandaceae	Bueno	Bueno	Calle 8 Sur con Carrera 28	Resolución 316 de 1974
1349	Nogal	*Juglans neotropica*	Juglandaceae	Bueno	Bueno	Calle 8 Sur con Carrera 28 A	Resolución 316 de 1974
1354	Pino romerón	*Nageia rospigliosii*	Podocarpaceae	Regular	Bueno	Calle 8 Sur con Carrera 29	Resolución 316 de 1974
1355	Pino romerón	*Nageia rospigliosii*	Podocarpaceae	Regular	Bueno	Calle 8 Sur con Carrera 29	Resolución 316 de 1974

ID Arbol	Nombre Común	Nombre Científico	Familia	Estado Físico	Estado Sanitario	Ubicación	Acto Administrativo
1528	Nogal	*Juglans neotropica*	Juglandaceae	Bueno	Bueno	Carrera 30 con Calle 12 Sur	Resolución 316 de 1974
1529	Nogal	*Juglans neotropica*	Juglandaceae	Bueno	Bueno	Carrera 30 con Calle 12 Sur	Resolución 316 de 1974
1530	Nogal	*Juglans neotropica*	Juglandaceae	Bueno	Bueno	Carrera 30 con Calle 12 Sur	Resolución 316 de 1974
1531	Nogal	*Juglans neotropica*	Juglandaceae	Bueno	Bueno	Carrera 30 con Calle 12 Sur	Resolución 316 de 1974
1532	Nogal	*Juglans neotropica*	Juglandaceae	Bueno	Bueno	Carrera 30 con Calle 12 Sur	Resolución 316 de 1974
1534	Palma de cera	*Ceroxylon quindiuense*	Arecaceae	Bueno	Bueno	Carrera 30 con Calle 12 Sur	Ley 61 de 1985
1535	Palma de cera	*Ceroxylon quindiuense*	Arecaceae	Bueno	Bueno	Transversal 31 (NQS) con Calle 12 Sur	Ley 61 de 1985
1536	Pino romerón	*Nageia rospigliosii*	Podocarpaceae	Bueno	Bueno	Transversal 31 (NQS) con Calle 12 Sur	Resolución 316 de 1974
1537	Palma de cera	*Ceroxylon quindiuense*	Arecaceae	Bueno	Bueno	Transversal 31 (NQS) con Calle 12 Sur	Ley 61 de 1985
1572	Pino romerón	*Nageia rospigliosii*	Podocarpaceae	Bueno	Bueno	Transversal 31 (NQS) con Calle 11 Sur	Resolución 316 de 1974
1573	Pino romerón	*Nageia rospigliosii*	Podocarpaceae	Bueno	Bueno	Transversal 31 (NQS) con Calle 11 Sur	Resolución 316 de 1974
1574	Pino romerón	*Nageia rospigliosii*	Podocarpaceae	Bueno	Bueno	Transversal 31 (NQS) con Calle 11 Sur	Resolución 316 de 1974
1575	Pino romerón	*Nageia rospigliosii*	Podocarpaceae	Bueno	Bueno	Transversal 31 (NQS) con Calle 11 Sur	Resolución 316 de 1974
1576	Pino romerón	*Nageia rospigliosii*	Podocarpaceae	Bueno	Bueno	Transversal 31 (NQS) con Calle 11 Sur	Resolución 316 de 1974
1577	Pino romerón	*Nageia rospigliosii*	Podocarpaceae	Bueno	Bueno	Transversal 31 (NQS) con Calle 11 Sur	Resolución 316 de 1974
1578	Pino romerón	*Nageia rospigliosii*	Podocarpaceae	Bueno	Bueno	Transversal 31 (NQS) con Calle 11 Sur	Resolución 316 de 1974
1579	Pino romerón	*Nageia rospigliosii*	Podocarpaceae	Bueno	Bueno	Transversal 31 (NQS) con Calle 8 Sur	Resolución 316 de 1974
1580	Pino romerón	*Nageia rospigliosii*	Podocarpaceae	Bueno	Bueno	Transversal 31 (NQS) con Calle 8 Sur	Resolución 316 de 1974
1581	Pino romerón	*Nageia rospigliosii*	Podocarpaceae	Bueno	Bueno	Transversal 31 (NQS) con Calle 8 Sur	Resolución 316 de 1974
1584	Pino romerón	*Nageia rospigliosii*	Podocarpaceae	Bueno	Bueno	Transversal 31 (NQS) con Calle 8 Sur	Resolución 316 de 1974
1585	Palma de cera	*Ceroxylon quindiuense*	Arecaceae	Bueno	Bueno	Transversal 31 (NQS) con Calle 8 Sur	Ley 61 de 1985
1586	Palma de cera	*Ceroxylon quindiuense*	Arecaceae	Bueno	Bueno	Transversal 31 (NQS) con Calle 8 Sur	Ley 61 de 1985
1587	Palma de cera	*Ceroxylon quindiuense*	Arecaceae	Bueno	Bueno	Transversal 31 (NQS) con Calle 8 Sur	Ley 61 de 1985

ID Arbol	Nombre Común	Nombre Científico	Familia	Estado Físico	Estado Sanitario	Ubicación	Acto Administrativo
1588	Palma de cera	*Ceroxylon quindiuense*	Arecaceae	Bueno	Bueno	Transversal 31 (NQS) con Calle 8 Sur	Resolución 316 de 1974
1590	Nogal	*Juglans neotropica*	Juglandaceae	Regular	Bueno	Transversal 31 (NQS) con Calle 8 Sur	Resolución 316 de 1974
1591	Nogal	*Juglans neotropica*	Juglandaceae	Bueno	Bueno	Transversal 31 (NQS) con Calle 8 Sur	Resolución 316 de 1974
1658	Pino romerón	*Nageia rospigliosii*	Podocarpaceae	Bueno	Bueno	Transversal 31 (NQS) con Calle 26 Sur	Resolución 316 de 1974
1661	Pino romerón	*Nageia rospigliosii*	Podocarpaceae	Bueno	Bueno	Transversal 31 (NQS) con Calle 26 Sur	Resolución 316 de 1974
1662	Pino romerón	*Nageia rospigliosii*	Podocarpaceae	Bueno	Bueno	Transversal 31 (NQS) con Calle 26 Sur	Resolución 316 de 1974
1665	Pino romerón	*Nageia rospigliosii*	Podocarpaceae	Bueno	Bueno	Transversal 31 (NQS) con Calle 26 Sur	Resolución 316 de 1974
1666	Pino romerón	*Nageia rospigliosii*	Podocarpaceae	Bueno	Bueno	Transversal 31 (NQS) con Calle 26 Sur	Resolución 316 de 1974
1668	Pino romerón	*Nageia rospigliosii*	Podocarpaceae	Bueno	Bueno	Transversal 31 (NQS) con Calle 26 Sur	Resolución 316 de 1974
1669	Pino romerón	*Nageia rospigliosii*	Podocarpaceae	Bueno	Bueno	Transversal 31 (NQS) con Calle 26 Sur	Resolución 316 de 1974
1670	Pino romerón	*Nageia rospigliosii*	Podocarpaceae	Bueno	Bueno	Transversal 31 (NQS) con Calle 26 Sur	Resolución 316 de 1974
1672	Pino romerón	*Nageia rospigliosii*	Podocarpaceae	Bueno	Bueno	Transversal 31 (NQS) con Calle 26 Sur	Resolución 316 de 1974
1673	Pino romerón	*Nageia rospigliosii*	Podocarpaceae	Bueno	Bueno	Transversal 31 (NQS) con Calle 26 Sur	Resolución 316 de 1974
1674	Pino romerón	*Nageia rospigliosii*	Podocarpaceae	Bueno	Bueno	Transversal 31 (NQS) con Calle 26 Sur	Resolución 316 de 1974
1675	Pino romerón	*Nageia rospigliosii*	Podocarpaceae	Bueno	Bueno	Transversal 31 (NQS) con Calle 26 Sur	Resolución 316 de 1974
1676	Pino romerón	*Nageia rospigliosii*	Podocarpaceae	Bueno	Bueno	Transversal 31 (NQS) con Calle 26 Sur	Resolución 316 de 1974
1677	Pino romerón	*Nageia rospigliosii*	Podocarpaceae	Bueno	Bueno	Transversal 31 (NQS) con Calle 26 Sur	Resolución 316 de 1974
1678	Pino romerón	*Nageia rospigliosii*	Podocarpaceae	Bueno	Bueno	Transversal 31 (NQS) con Calle 26 Sur	Resolución 316 de 1974
1680	Pino romerón	*Nageia rospigliosii*	Podocarpaceae	Bueno	Bueno	Transversal 31 (NQS) con Calle 26 Sur	Resolución 316 de 1974
1681	Pino romerón	*Nageia rospigliosii*	Podocarpaceae	Bueno	Bueno	Transversal 31 (NQS) con Calle 26 Sur	Resolución 316 de 1974
1807	Palma de cera	*Ceroxylon quindiuense*	Arecaceae	Bueno	Bueno	Avenida 1era de Mayo (Calle26 Sur) con Cra. 40	Ley 61 de 1985
2641	Nogal	*Juglans neotropica*	Juglandaceae	Bueno	Bueno	Avenida 1era de Mayo con Calle 41F Sur	Resolución 316 de 1974

ID Arbol	Nombre Común	Nombre Científico	Familia	Estado Físico	Estado Sanitario	Ubicación	Acto Administrativo
2643	Nogal	*Juglans neotropica*	Juglandaceae	Bueno	Bueno	Avenida 1era de Mayo con Calle 41F Sur	Resolución 316 de 1974
3034	Roble	*Quercus humboldtii*	Fagaceae	Regular	Regular	Avenida Villa vicencio con Carrera 86G	Resolución 316 de 1974
3051	Roble	*Quercus humboldtii*	Fagaceae	Regular	Regular	Avenida Villa vicencio con Carrera 86C	Resolución 316 de 1974
3128	Roble	*Quercus humboldtii*	Fagaceae	Bueno	Regular	Avenida Villa vicencio con Carrera 89A	Resolución 316 de 1974
3152	Roble	*Quercus humboldtii*	Fagaceae	Regular	Regular	Avenida Villa vicencio con Carrera 88A BIS	Resolución 316 de 1974
3160	Roble	*Quercus humboldtii*	Fagaceae	Bueno	Regular	Avenida Villa vicencio con Carrera 87G	Resolución 316 de 1974
3178	Roble	*Quercus humboldtii*	Fagaceae	Regular	Regular	Avenida Villa vicencio con Carrera 89C	Resolución 316 de 1974
3180	Roble	*Quercus humboldtii*	Fagaceae	Regular	Regular	Avenida Villa vicencio con Carrera 89C	Resolución 316 de 1974
3183	Roble	*Quercus humboldtii*	Fagaceae	Regular	Regular	Avenida Villa vicencio con Carrera 89C	Resolución 316 de 1974
3186	Roble	*Quercus humboldtii*	Fagaceae	Bueno	Regular	Avenida Villa vicencio con Carrera 89C	Resolución 316 de 1974
3213	Roble	*Quercus humboldtii*	Fagaceae	Bueno	Regular	Avenida Villa vicencio con Carrera 90C	Resolución 316 de 1974



Fuente: Consorcio MetroBog, 2017.

Figura 5.2.2.28 Abundancia de individuos en veda

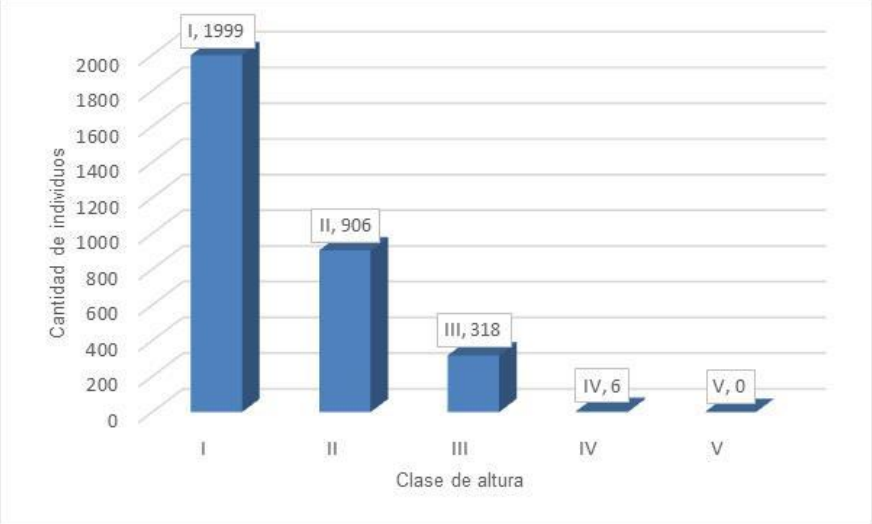
El estado de madurez de los individuos arbóreos inventariados, muestra un resultado de dominancia de individuos jóvenes, como resultado de los procesos de sustitución de arbolado

maduro, llevado a cabo en diversos corredores viales de la ciudad por el Jardín Botánico José Celestino Mutis; por lo anterior, el 62% de la totalidad de individuos inventariados presentan alturas menores a 5 metros, mientras que el 28%, presentan alturas entre 5 y 10 metros. La distribución de alturas total se aprecia en la Tabla 5.2.2.22 y el Figura 5.2.2.29.

Tabla 5.2.2.22. Clasificación por clases de altura del inventario forestal del corredor PLMB

Clase	Rango de Altura (m)	Cantidad	Distribución
I	< 5	1999	61,9%
II	5,1 a 10	906	28,1%
III	10,1 a 20	318	9,8%
IV	20,1 a 30	6	0,2%
V	> a 30	0	0,0%
TOTAL		**3229**	**100,0%**

Fuente: Consorcio MetroBog, 2017.



Fuente: Consorcio MetroBog, 2017.

Figura 5.2.2.29. Distribución por clases de altura del inventario forestal del corredor PLMB

5.2.2.10.1 Inventario forestal en el Predio El Corzo Patio-Taller PLMB

La caracterización de la vegetación emplazada en el predio destinado para la construcción del Patio Taller, se llevo a cabo mediante inventario forestal al 100%, tomando las variables de altura total, altura comercial y perímetro a la altura del pecho, así como las coordenadas geográficas de cada individuos arbóreo o arbustivo. El predio se ubica en el intermedio del canal Cundinamarca y el río Bogotá, según se observa en la Figura 5.2.2.30.

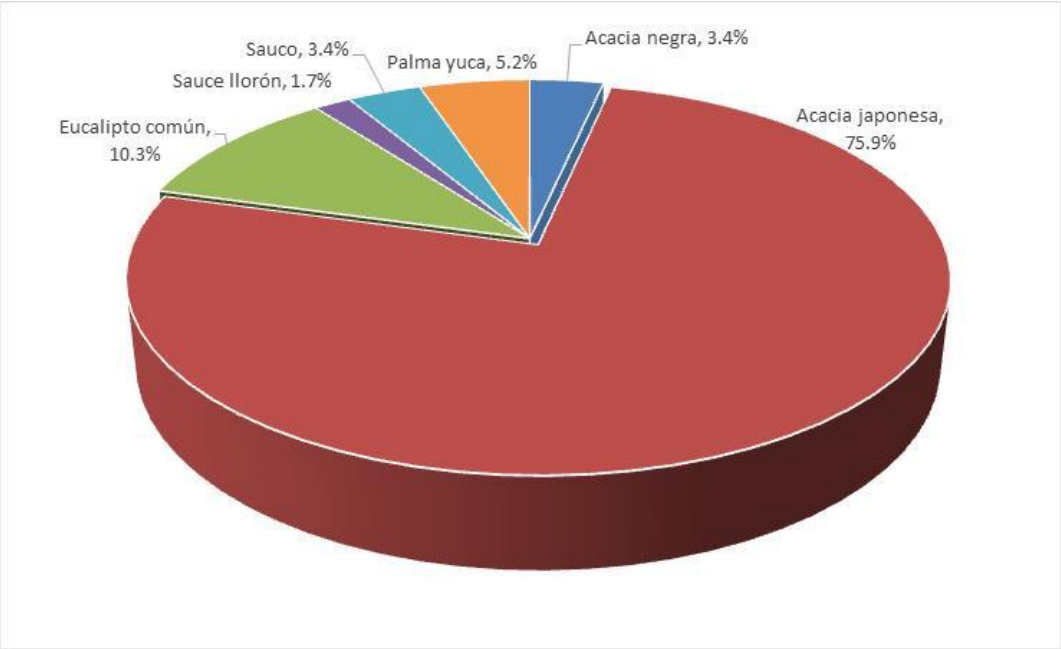
Fuente: Google Earth 2017, editado por Consorcio MetroBog

Figura 5.2.2.30 Imagen 2. Localización predio Patio Taller PLMB

El inventario forestal arrojó una evaluación de 58 individuos, distribuidos en 6 especies, de las cuales la especie dominante es la Acacia Japonesa (*Acacia melanoxylon*) con 44 individuos (Figura 5.2.2.31).

Tabla 5.2.2.23. Abundancia de especies según inventario forestal del Patio Taller PLMB

Item	Nombre Común	Nombre Científico	Familia	Abundancia	Abundancia Relativa
1	Acacia negra	*Acacia decurrens*	*Fabaceae*	2	3,4%
2	Acacia japonesa	*Acacia melanoxylon*	*Fabaceae*	44	75,9%
3	Eucalipto común	*Eucalyptus globulus*	*Myrtaceae*	6	10,3%
4	Sauce llorón	*Salix humboldtiana*	*Salicaceae*	1	1,7%
5	Sauco	*Sambucus nigra*	*Caprifoliaceae*	2	3,4%
6	Palma yuca	*Yucca elephantipes*	Agavaceae	3	5,2%
TOTAL				**58**	**100,0%**



Fuente: Consorcio MetroBog, 2017.

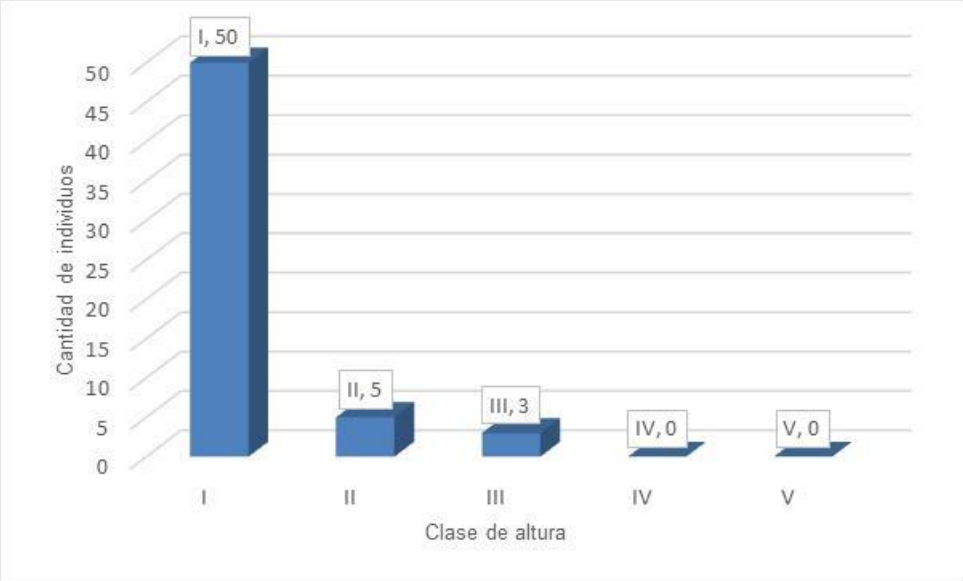
Figura 5.2.2.31 Abundancia de especies predio Patio Taller PLMB

La distribución de alturas para el predio Patio taller PMLB, muestra que los individuos encontrados pertenecen en su mayoría a estratos bajos y medios; la Tabla 5.2.2.24 y la Figura 5.2.2.32, muestran una frecuencia de individuos de alturas menores a 5 metros; el inventario realizado evidenció en terreno, que la mayoría de individuos fueron plantados con el objetivo de establecer cercas vivas.

Tabla 5.2.2.24 . Clasificación por clases de altura del inventario forestal del Patio Taller PLMB

Clase	Rango de Altura (m)	Cantidad	Distribución
I	< 5	50	86,2%
II	5,1 a 10	5	8,6%
III	10,1 a 20	3	5,2%
IV	20,1 a 30	0	0,0%
V	> a 30	0	0,0%
TOTAL		**58**	**100,0%**

Fuente: Consorcio MetroBog, 2017.



Fuente: Consorcio MetroBog, 2017.

Figura 5.2.2.32. Distribución por clases de altura del inventario forestal del corredor PLMB

Tabla 5.2.2.25. Registro fotográfico de especies más abundantes en el Patio Taller PLMB

Acacia japonesa (*Acacia melanoxylon*), Patio Taller PLMB	

Eucalipto común (*Eucalyptus globulus*) Patio Taller PLMB	

Fuente: Consorcio MetroBog, 2017.

De acuerdo con los resultados obtenidos en la recolección de información primaria para el inventario forestal del corredor de la PLMB y del predio destinado para el Patio Taller, se requiere tramitar los siguientes permisos previos al inicio de la etapa de construcción:

- Permiso de aprovechamiento forestal de árboles aislados ante la SDA (Decreto Nacional 1076 de 2015 y Decreto Distrital 531 de 2010) par 3229 árboles emplazados en jurisdicción SDA.
- Permiso de aprovechamiento forestal de árboles aislados ante la CAR (Decreto Nacional 1076 de 2015) para 58 árboles emplazados en el predio destinado para el Patio Taller.

Asi mismo se concluye que de acuerdo a la evaluación silvicultural realizada de los individuos que poseen algún grado de restricción para su aprovechamiento forestal, no se tramitará permiso de levantamiento de veda ante el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, ya que estos individuos vegetales, no serán objeto de tala. En el capítulo 5.3 de Demanda, Uso y Aprovechamiento de recursos, se encuentran expuestos los datos de aprovechamiento forestal por tratamiento conceptuado, y así mismo las Fichas de inventario forestal se conceptua el tratamiento para cada individuo evaluado.

El manejo silvicultural relacionado con las labores de tala de los individuos arbóreos, el bloqueo y traslado de los arboles y el manejo de los individuos que permanecen, se presenta en el Programa de Manejo Silvicultural PM_B_04 del capítulo 8 de Gestión Social y Ambiental del Presentes EIAS.

5.2.2.10.2 Zonas verdes y blandas

Como cobertura de gramíneas verdes en el corredor de la PLMB, predomina el pasto Kikuyo (*Pennisetum clandestinum*), cuyo nombre viene de los Kikuyo, una etnia del este de África, de la región donde el kikuyo es originario.

Este pasto fue introducido en Colombia alrededor de 1930, con el fin de mejorar los potreros para la cría de ganado. Ha demostrado ser una de las plantas más invasoras que han llegado al país, donde se ha propagado por casi todos los potreros y campos fértiles, desplazando a la mayor parte de las hierbas que crecen en estos lugares.

El kikuyo, es una planta que se extiende superficialmente, posee rizomas gruesos y suculentos, que pueden alcanzar hasta un metro de longitud; se propaga vegetativamente por medio de estolones, las hojas alcanzan de 10 a 20 cms de largo, y de 8 a 15 mm de ancho, con algunos tallos que crecen erectos (50 a 60 cms). Se usa para pastoreo, ensilaje, heno, prados, campos de deporte. En Bogotá ha sido empleado principalmente para procesos de empradización y mejoramiento de áreas verdes.

De acuerdo a las resoluciones 456 de 2014, una zona verde se define como el espacio de carácter permanente de dominio público o privado y/o uso público, que hace parte del espacio público efectivo, establecido con el objeto de incrementar la generación y sostenimiento ecosistémico de la ciudad y de garantizar el espacio mínimo vital para el desarrollo de los elementos naturales que cumplen funciones de pulmón verde para la ciudad.

Dentro de los elementos constitutivos del espacio público de uso público a continuación se presentan los resultados del inventario de zonas verdes del corredor PLMB:

Tabla 5.2.2.26 Inventario de zonas verdes existentes

Elementos de Espacio Público		**Área Inventariada (m²)**
Constitutivos Naturales		
Sistema hídrico	Zonas de Manejo y Preservación Ambiental, y Ronda Hidráulica	103,568.48
CONSTITUTIVOS ARTIFICIALES		
Articuladores de espacio público	Parques de la red general y local	6,911.70
Circulación peatonal y vehicular	Plazas	2,969.33
	Plazoletas	2,341.31
	Corredor ecologico vial correspondiente a zonas verdes, controles ambientales de las vias urbanas V-0, V-1, V-2, V-3 (Art. 100 Decreto 190 de 2004)	17,199.65
	Alamedas	14.56
	Andenes y pasos peatonales	6,476.98
	Separadores viales	91,479.34
	Glorietas	10,662.89
	Zonas verdes de las intersecciones viales (orejas)	3,479.99
	Vías peatonales	0.00
En espacio privado	Antejardines y retrocesos contra espacio publico en desarrollo de obras de utilidad pública	2,638.54
	Total inventario	**247,742.77**

Fuente: Consorcio MetroBog, 2017.

En cuanto a la vegetación no leñosa distribuida en las zonas verdes a lo largo del corredor de la PLMB, predomina la cobertura de gramíneas verdes especie pasto Kikuyo (*Pennisetum clandestinum*). El inventario realizado presenta un total de 247.742 m² de zonas verdes distribuidos en 12 elementos constitutivos de espacio público de uso público; de la totalidad de zonas verdes inventariadas se calculó un endurecimiento de 138.824 m².

5.2.2.11 Propuesta conceptual paisajística

Para iniciar la propuesta conceptual paisajística se partió de un diagnóstico realizado de manera general por (6) zonas y específicamente en las (15) estaciones y su entorno inmediato. De dicho diagnóstico se concluyó lo siguiente:

- Se encontraron deficiencias en la conectividad de la Estructura Ecológica Principal, por lo tanto teniendo en cuenta que ésta estructura debe ser el eje base y ordenador para el desarrollo del territorio según las políticas del POT (Decreto 190 del 2004), se debe garantizar por medio de la propuesta urbana de la PLMB corredores ecológicos, alamedas y senderos que permitan la relación ecológica además del fortalecimiento de zonas núcleo y parches identificados en el informe de Recopilación y diagnosticados en el presente documento.
- Se evidenció déficit de espacio público y zonas verdes en el área de estudio del proyecto Metro según lo propuesto en las políticas Nacionales y Distritales.
- Se identifican problemáticas de conectividad peatonal importantes en el corredor, lo cual se recomienda la restructuración de pasos peatonales existentes ya que no permiten el flujo continuo y adecuado para los peatones.
- La red de ciclo rutas presenta interrupciones en varios tramos del corredor de la PLMB, lo que hace necesario el cambio de perfil de algunos tramos para lograr la articulación de la red de ciclo rutas existente y permitir el recorrido eficiente y seguro para los biciusuarios.
- Se deben integrar los diferentes modos de transporte existentes de forma que puedan interactuar; así mismo, prever la implantación de nuevas Troncales de Transmilenio, rutas y paraderos del SITP en relación con el proyecto Metro.

A partir de las deficiencias y potencialidades evidenciadas en el diagnóstico, se presenta una propuesta conceptual paisajística dividida en (8) unidades de paisaje respecto a la homogeneidad de los componentes bióticos y abióticos que conforman cada una.

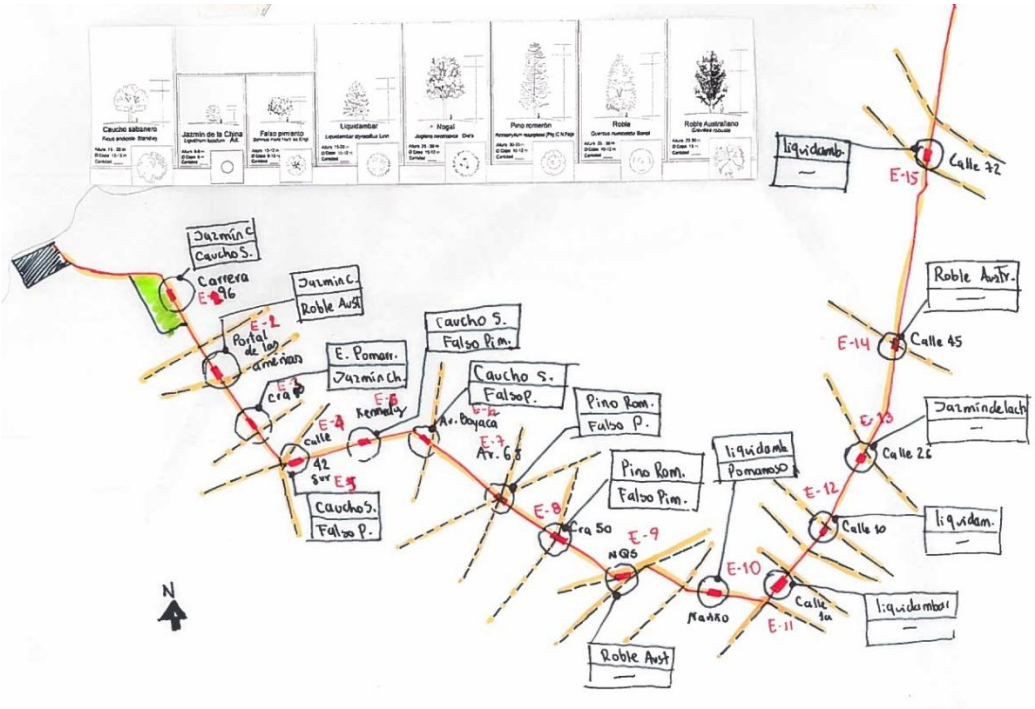
A continuación, se identifican las unidades del paisaje en todo el recorrido de la PLMB.

Fuente: Elaboración propia

Figura 5.2.2.33 Mapa unidades paisajísticas

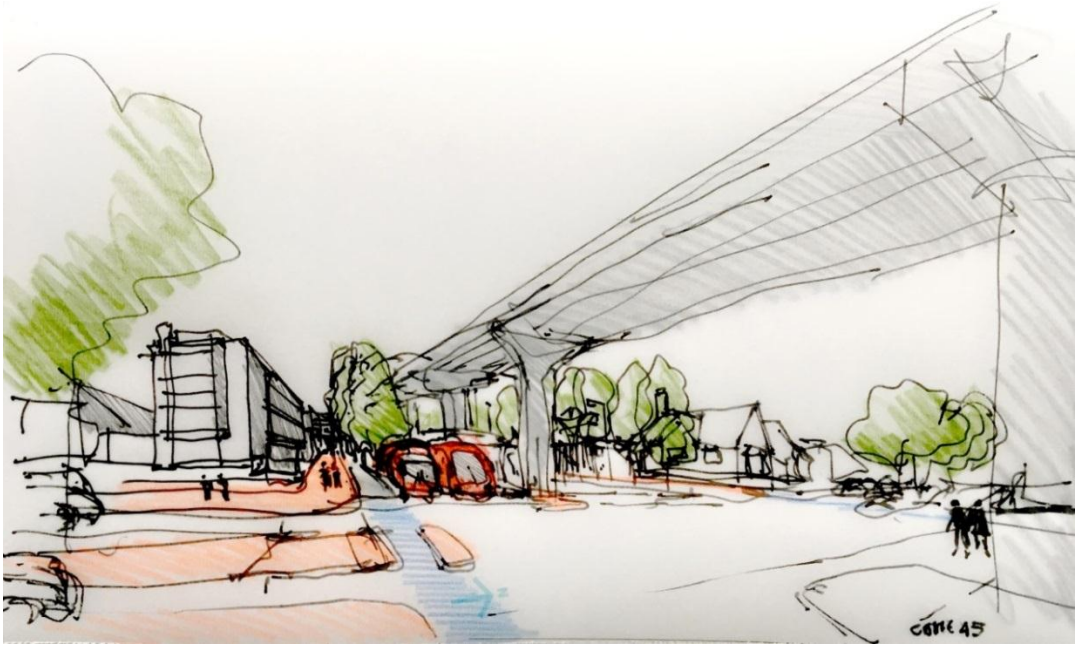
1. Unidad Paisajística No.1- *Gibraltar* (ALO – Avenida Longitudinal de Occidente hasta la Av. Ciudad de Cali)
2. Unidad Paisajística No.2- *Av. Villavicencio* (Av. Ciudad de Cali hasta la intersección Av Villavicencio- Av. Primera de Mayo)
3. Unidad Paisajística No.3- *Av. Primera de Mayo* (Intersección Av Villavicencio- Av. Primera de Mayo hasta intersección Av-Primera de mayo- NQS)
4. Unidad Paisajística No. 4- *NQS (Intersección Av.Primera de mayo- NQS- hasta glorieta Calle 8va Sur)*
5. Unidad Paisajística No. 5-*Calle 8va sur (Troncal NQS hasta la Intersección glorieta calle 8va sur-Cra 27)*
6. Unidad Paisajística No. 6- *Calle1 (ntersección glorieta calle 8va sur-Cra 27 hasta la Intersección Cra 27-Calle 1)*
7. Unidad Paisajística No. 7- *Av Caracas Calle 1 –Cll 26 (Calle 1 hasta la Calle 26)*
8. Unidad Paisajística No. 8- *Av Caracas Calle 26 –Cll 72 (Calle 26 hasta la calle 72)*

Como criterio para el manejo de la vegetación, se encuentra el ver el proyecto de la PLMB como un escenario de oportunidad para recuperar y mejorar los espacios públicos efectivos por habitante y generar nuevas zonas verdes para la ciudad. De esta manera, se seleccionaron las especies a emplear según una serie de reuniones con el Jardín Botánico de Bogotá, la interventoría y la Secretaría de Ambiente. Véase Figura 5.2.2.34 donde se esquematiza de forma general la ubicación de las especies vegetales en las estaciones.



Fuente: Elaboración Propia

Figura 5.2.2.34 Plano general de especies en Estaciones



Fuente: Elaboración propia

Figura 5.2.2.35 Estaciones de Metro - Especies Arbóreas

En las mesas de trabajo, el JBB ha dado las siguientes indicaciones:

- Las especies arbóreas a emplear en el espacio público adyacente de la PLMB serán sembradas cada diez metros (10 mts), de porte mediano y alto, con tallo monofustal y geometría piramidal; todas estas características con el fin de generar homogeneidad visual a lo largo del recorrido.

- Se recomendó la siembra de una cantidad limitada de especies, con el fin de generar un perfil urbano homogéneo.

La disposición de los individuos arbóreos permite la implementación de iluminación artificial cada treinta metros (30); además de permitir la iluminación natural al peatón. En el caso de las esquinas se dispondrá un individuo arbóreo como mínimo a diez metros (10 mts) de distancia con el fin de permitir la visualización de los diferentes actores de la vía (peatones, biciusuarios, conductores).

- Así mismo para los paraderos del Sistema Integrado de Transporte Público (SITP) se dejará una distancia mínima de diez metros (10 mts) contados desde el extremo de cada costado para la disposición de individuos arbóreos con el fin de generar una referencia visual a los usuarios del sistema que permita seguridad vial.
- A lo largo del proyecto los individuos arbóreos se dispondrán en línea; a excepción de los espacios remanentes y del costado occidental de la Unidad Paisajística 8; en el cual se dispondrán en tresbolillo[1].
- Así mismo, la cartilla de *Lineamientos de diseño del espacio público para el proyecto de Estructuración Técnica del Tramo 1 de la Primera Línea del Metro de Bogotá* indica que la arborización debe mantener una altura libre de 2.20 metros para no obstaculizar la circulación de peatones y ciclistas. Según indicaciones de la cartilla de lineamientos todos los individuos arbóreos que se localicen sobre andenes deberán presentar contenedor de raíces.

En la tabla a continuación, se presentan las especies seleccionadas y aprobadas por el Jardín Botánico de Bogotá:

Especies Arbóreas PLMB						
Tramos-Perfiles	**Unidades P.**	**Interestaciones**			**Estaciones**	
TRAMOS-PERFILES	**UNIDADES**	**INTERESTACIONES**	**UBICACIÓN**	**ESPECIE**	**ESTACIONES**	**ESPECIE**
TRAMO1-GIBRALTAR	**UNIDAD 1**	**INTERESTACIÓN 0**	RAMAL TÉCNICO -Cra 96	Jazmin de la china	**ESTACIÓN O - Cra 96**	Jazmin de la china
				caucho sabanero		Caucho sabanero
		INTERESTACIÓN 1	Cra 96- P. AMÉRICAS	Jazmin de la china	**ESTACIÓN 1- Portal de las Américas**	Jazmin de la china
				Liquidambar		Roble Australiano
TRAMO2- AV. VILLAVICENCIO	**UNIDAD 2**	**INTERESTACIÓN 2**	P. AMÉRICAS - Cra 80	Falso pimiento	**ESTACIÓN 2 - Cra 80**	Eucalipto pomarroso
		INTERESTACIÓN 3	Cra 80-Calle 42	Jazmín de		Jazmín de

[1] Dícese de la colocación de plantas puestas en filas paralelas de modo que las de cada fila correspondan a la mitad de los huecos de la fila inmediata, de suerte que forman triángulos equiláteros. (RAE. http://dle.rae.es/?id=ab2Cc7H)

			Sur	la China		la China
TRAMO 3- AV. PRIMERA DE MAYO	**UNIDAD 3**	**INTERESTACIÓN 4**	Calle 42 Sur-Kennedy	Falso pimiento	**ESTACIÓN 3 - Calle42 Sur**	Caucho sabanero falso pimiento
		INTERESTACIÓN 5	Kennedy-Av. Boyacá	Roble Australiano	**ESTACIÓN 4 - Kennedy**	Caucho sabanero falso pimiento
		INTERESTACIÓN 6	Av.Boyacá- Av. 68	Jazmín de la China Roble Australiano	**ESTACIÓN 5- Av. Boyacá**	Caucho sabanero falso pimiento
		INTERESTACIÓN 7	Av. 68- Cra 50	Falso pimiento	**ESTACIÓN 6- Av. 68**	pino romerón falso pimiento
		INTERESTACIÓN 8	Cra 50 - NQS	Roble Australiano	**ESTACIÓN 7 - Cra 50**	pino romerón falso pimiento
TRAMO 4- NQS	**UNIDAD 4-5**	**INTERESTACIÓN 9**	NQS-Nariño	Liquidambar	**ESTACIÓN 8 - NQS**	Roble Australiano
TRAMO 5- CALLE 8 SUR	**UNIDAD 6**	**INTERESTACIÓN 10**	Nariño -Calle 1 a	Eucalipto Pomarroso	**ESTACIÓN 9 - Nariño**	liquidambar - Pomarroso
TRAMO 6- AVCALLE 1 - CALLE 22	**UNIDAD 7**	**INTERESTACIÓN 11**	Calle 1 a -Calle 10	Jazmin de la china	**ESTACIÓN 10 - Calle 1 a**	liquidambar
		INTERESTACIÓN 12	Calle 10 -Calle 26	Jazmin de la china	**ESTACIÓN 11- Calle 10**	liquidambar
TRAMO 7- AVENIDA CARACAS 22-72	**UNIDAD 8**	**INTERESTACIÓN 13**	Calle 26 -Calle 45	Liquidambar	**ESTACIÓN 12- Calle 26**	Jazmín de la China
		INTERESTACIÓN 14	Calle 45- Calle 63	Roble Australiano	**ESTACIÓN 13 - Calle 45**	Roble Australiano
		INTERESTACIÓN 15	Calle 63- Calle 72	Roble Andino	**ESTACIÓN 14 - Calle 63**	Caucho sabanero Jazmin de la china
			Calle 72	Roble Andino	**ESTACIÓN 15 - Calle 72**	liquidambar

La información presentada anteriormente, corresponde a una integración del componente de vegetación (medio biótico) de la PLMB y la propuesta urbana conceptual desarrollada para el proyecto que se encuentra a mayor detalle en el documento ETPLMB-ET18-L01-IFU-S-0001_RB. (Ver Anexo 5.2.2.1*)*

5.2.2.12 Fauna (Avifauna)

Teniendo en cuenta que en las zonas verdes del área de influencia del proyecto predominan los pastos con presencia de árboles aislados, cuya distribución obedece a patrones urbanísticos, es poca la oferta de hábitat para las especies de los diferentes grupos de la fauna silvestre.

La avifauna sin embargo, por la facilidad en su desplazamiento aprovecha los estratos superiores de los arboles, en donde encuentra oferta alimenticia, resguardo y un lugar adecuado para la construcción de los nidos. Por esta razón, las aves se constituyen en el grupo representativo para la caracterización de la fauna a nivel urbano, y tanto su composición como la riqueza y diversidad, indican cuan adaptadas se encuentran al medio y cuan tan saludable es el entorno en donde habitan.

La Sabana de Bogotá cuenta con aproximadamente 18 órdenes de aves con un promedio de 50 familias a las que corresponden alrededor de 269 especies y subespecies (Incluyendo dos extintas), de las que cerca de 100, residen en la ciudad de Bogotá de manera permanente y una cuarta parte corresponde a aves migratorias; estas especies utilizan los recursos y la disponibilidad de hábitat en las coberturas vegetales presentes en parques, humedales, Jardín botánico, corredores viales, canales y quebradas, arbolado público, demás zonas verdes de la ciudad, incluyendo jardines privados. (Zerda 1992, Molina & Osorio 1996, Molina *et a*l., 1997, ABO & CAR 2000 y Andrade & Benitez 2005)

Cabe destacar que, de acuerdo a Chaparro-Herrera *et al*. (2014), MADS (2014), Renjifo *et al*., (2014), Renjifo *et a*l., (2017) y BirdLife (2016) entre las especies registradas en la ciudad de Bogotá, se cuenta con siete especies y subespecies endémicas y seis especies incluidas en alguna categoría de amenaza global y/o nacional; no obstante, la mayoría de estas especies reside en los humedales.

Además, como se mencionó previamente, en lo que respecta a las aves, pueden incluso hacerse registros ocasionales de especies migratorias u otras de áreas de ambientes naturales, en áreas netamente urbanizadas debido a su desplazamiento, las cuales también pueden verse influenciados por algunas especies que habitan los humedales en Bogotá. (Andrade & Benitez, 2005).

En este contexto y con el propósito de preservar el patrimonio biológico en la ciudad, así como minimizar y/o mitigar la afectación y mortalidad de la avifauna, se hace necesario realizar actividades que conlleven al conocimiento y la protección de las aves presentes en la vegetación que será objeto de algún tipo de tratamiento silvicultural en el desarrollo del proyecto.

De esta manera, a continuación se presentan los resultados del monitoreo realizado en el área de influencia del proyecto, en los que se describen aspectos relevantes de las aves registradas

5.2.2.12.1 Resultados de la caracterización de avifauna terrestre urbana

5.2.2.12.1.1 Composición y Riqueza de especies

En la siguiente tabla se presenta el listado de especies registradas en el área de influencia directa del proyecto; cabe destacar que la ampliación de la información ecológica de especies registradas, se presenta en el Anexo 5.2.2.2.

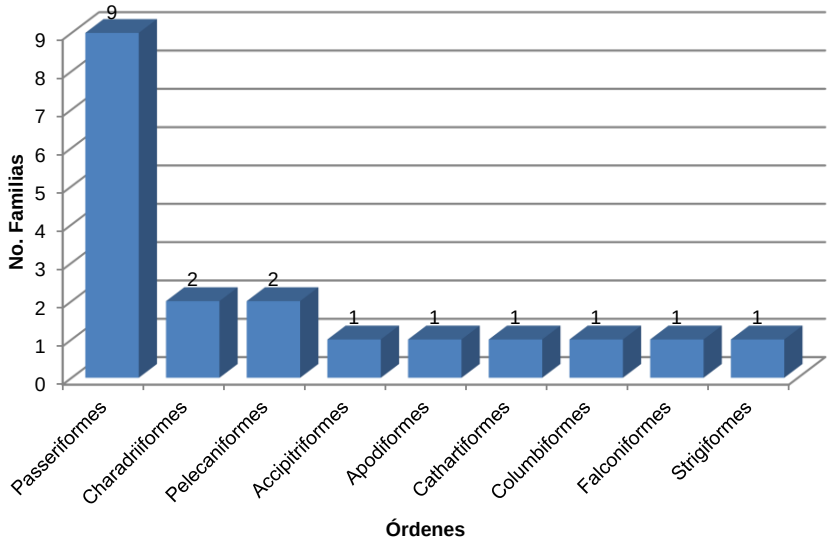
Tabla 5.2.2.27 Especies de aves registradas

Orden	Familia	Especie	Nombre común	Abundancia
Pelecaniformes	Ardeidae	*Ardea alba*	Garza Real	6
Pelecaniformes	Ardeidae	*Bubulcus ibis*	Garcita Bueyera	52
Pelecaniformes	Threskiornithidae	*Phimosus infuscatus*	Coquito	89
Cathartiformes	Cathartidae	*Coragyps atratus*	Chulo, Gallinazo *	5
Accipitriformes	Accipitridae	*Elanus leucurus*	Gavilán Bailarín*	4
Accipitriformes	Accipitridae	*Rupornis magnirostris*	Gavilán Caminero	1
Strigiformes	Strigidae	*Megascops choliba*	Currucutú	5
Strigiformes	Strigidae	*Asio flammeus*	Búho Sabanero, lechuza*	2
Falconiformes	Falconidae	*Falco sparverius*	Cernícalo Americano	2
Columbiformes	Columbidae	*Zenaida auriculata*	Tórtola, Torcaza *	321
Columbiformes	Columbidae	*Columba livia*	Zuro*	64
Apodiformes	Trochilidae	*Colibri coruscans*	Colibrí, Tomineja chillona*	7
Charadriiformes	Charadriidae	*Vanellus chilensis*	Alcaraván	14
Charadriiformes	Jacanidae	*Jacana jacana*	Gallito de ciénaga Suramericano	5
Passeriformes	Tyrannidae	*Tyrannus melancholicus*	Sirirí Común	20
Passeriformes	Tyrannidae	*Sayornis nigricans*	Atrapamoscas Cuidapuentes	1
Passeriformes	Hirundinidae	*Orochelidon murina*	Golondrina Plomiza	100
Passeriformes	Troglodytidae	*Troglodytes aedon*	Cucarachero Común	3
Passeriformes	Turdidae	*Turdus fuscater*	Mirla Patinaranja	70
Passeriformes	Mimidae	*Mimus gilvus*	Sinsonte Común	4
Passeriformes	Thraupidae	*Thraupis episcopus*	Azulejo Común	2
Passeriformes	Thraupidae	*Thraupis palmarum*	Azulejo Palmero	1
Passeriformes	Emberizidae	*Zonotrichia capensis*	Copetón*	71
Passeriformes	Icteridae	*Molothrus bonariensis*	Chamón Común	8
Passeriformes	Icteridae	*Sturnella magna*	Chirlobirlo	15
Passeriformes	Icteridae	*Quiscalus lugubris*	Tordo llanero	6
Passeriformes	Icteridae	*Chrysomus icterocephalus*	Monjita Cabeciamarilla	2
Passeriformes	Fringillidae	*Spinus psaltria*	Chisga bogotana	3

La taxonomía sigue a Remsem *et al.* 2017
* Nombres comunes tomados de (ABO y CAR, 2000)

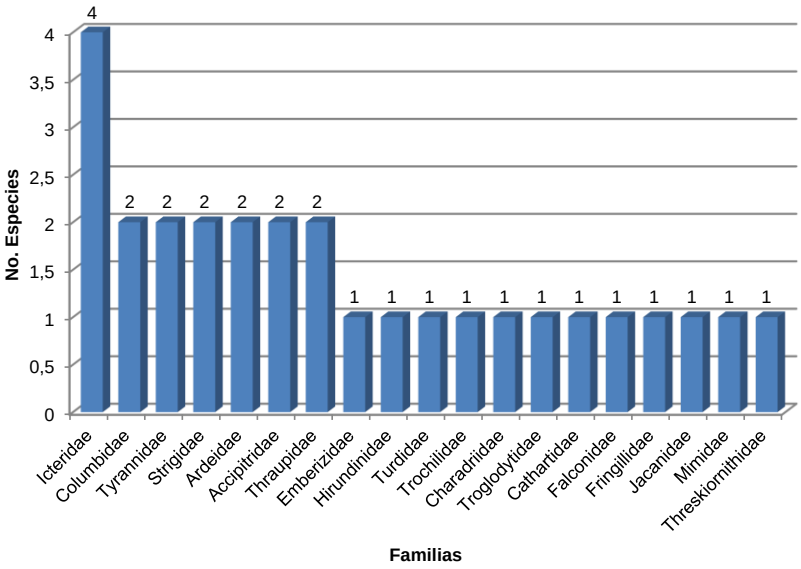
Fuente: INGETEC S. A. (2017)

Como puede observarse en la Tabla 5.2.2.27, se registraron 28 especies de aves pertenecientes a nueve órdenes y 19 familias. En la Figura 5.2.2.36, se observa la distribución de familias por orden y en la gráfica de la Figura 5.2.2.37, la distribución de especies por familia.



Fuente: INGETEC S. A. (2017)

Figura 5.2.2.36.Distribución por órdenes de las familias de aves registradas en el área de influencia directa del proyecto



Fuente: INGETEC S. A. (2017)

Figura 5.2.2.37.Distribución por familias de las especies de aves registradas en el área de influencia directa del proyecto

Como se observa en la Figura 5.2.2.36, el orden mejor representado en cuanto a familias se refiere, es Passeriformes (Paseriformes, pájaros, pájaros cantores, aves canoras) con nueve familias, los ocho órdenes restantes están representados por una o dos especies.

Lo anterior se explica, teniendo en cuenta que para el caso de Passeriformes, este es el orden de aves más diverso, al que pertenecen cerca del 60% de las aves del mundo y en Colombia está muy bien representado. Este orden, posee especies en la mayoría de latitudes y altitudes del planeta y varias de sus especies tienen hábitos generalistas, lo que contribuye a su dispersión mundial. Los paseriformes neotropicales también presentan la ventaja de haber colonizado todos los ambientes, diversificándose ecológicamente para explotar una variedad de nichos. (Ridgely, 1994 y Mcmullan & Donegan, 2014). Cabe destacar que los órdenes restantes tienen una representación menor de familias, lo que obedece a su baja riqueza en la ciudad, en donde por lo general, cada orden presenta números moderados o bajos tanto de familias como de especies; sin embargo, aunque con baja representatividad de especies por orden o familia, aún persisten familias y ambientes en el ambiente urbano. (ABO & CAR, 2000).

Entre las familias del orden Passeriformes, las de mayor representación son: Icteridae, Tyrannidae y Thraupidae; para el caso de los traúpidos y tiránidos, cabe destacar que están ampliamente distribuidos en el neotrópico, ocupan hábitats heterogéneos y alcanzan mayor diversidad y abundancia en zonas bajas. Las familias de este orden están conformadas por especies de variados colores y tamaños que habitan preferiblemente en el sotobosque, aunque algunas especies se adaptan y conviven fácilmente en los bordes de bosque e incluso algunas de ellas en los alrededores de las viviendas humanas (asentamientos humanos en el área rural y en los cascos urbanos como se observó en este monitoreo.

Respecto a las familias, se evidenció que Icteridae fue la familia más dominante en términos generales, con cuatro especies; el resto de familias estuvo representado con una o dos especies, similar a lo que ocurrió en cuanto a la representación de familias por orden (Figura 2).

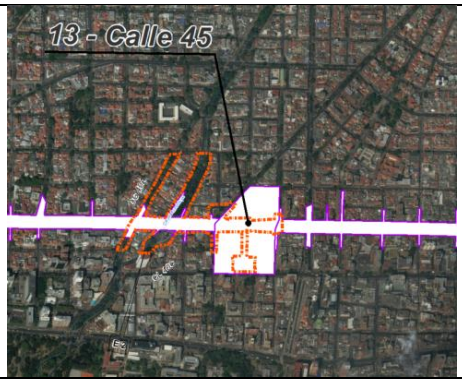
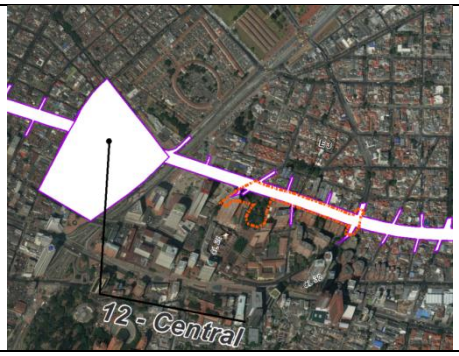
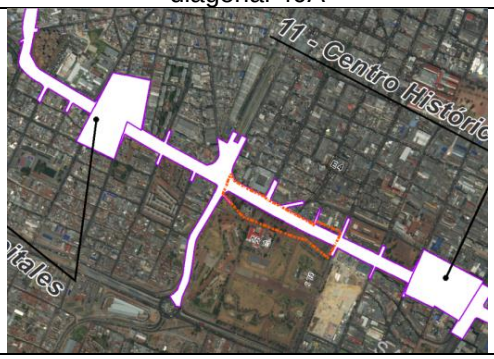
Cabe destacar que según ABO & CAR (2000) y SDA & ABO (2007), el registro de Ictéridos (Icteridae) como el chamón *Molothrus bonariensis*, parásito nidal; el chirlobirlo *Sturnella magna* de fácil detección por sus vocalizaciones, la monjita *Chrysomus icterocephalus* especie de ambientes acuáticos en Bogotá y la Sabana y el tordo llanero *Quiscalus lugubris* quien ha colonizado el área urbana, posiblemente proveniente de tierras bajas; tres son especies comunes a áreas abiertas con cultivos, pastos limpios, matorrales.

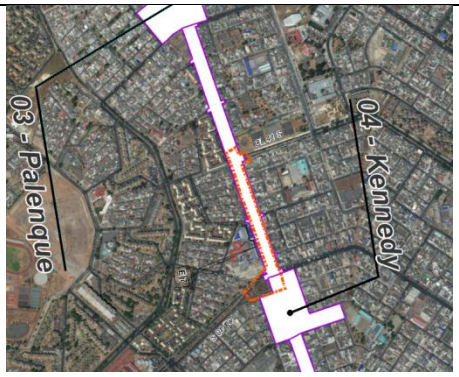
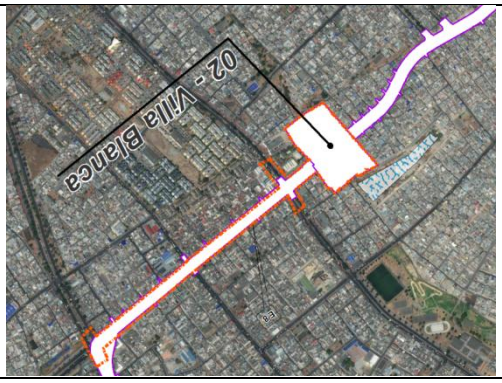
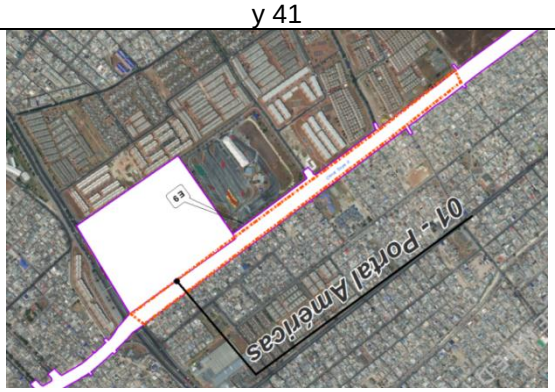
De otra parte, todas las familias poseen características en cuanto a nicho, hábitos y formas de vida muy afines, y constituyen un importante eslabón en el mantenimiento de las coberturas vegetales, por su imprescindible papel ecológico en el control de posibles plagas, así como en la polinización y dispersión de semillas (información eco sistémica).

5.2.2.12.1.2 Caracterización de Avifauna por estación de monitoreo

Las 10 estaciones seleccionadas se caracterizan por el tipo y la cantidad de unidades arbóreas presentes en el área de influencia directa del proyecto siguiendo el largo del trazado del proyecto para localizar e identificar la Avifauna presente en el área de acuerdo con la metodología establecida con anterioridad. (Ver Anexo 5.2.2.16).

Tabla 5.2.2.28 Unidades establecidas para monitoreo de Avifauna.

	
Estación 1: Avenida Caracas entre calle s 76 y 67	Estación 2: Avenida Caracas entre calles 44 y diagonal 40A
	
Estación 3: Avenida Caracas entre calles 32 y 28	Estación 4: Avenida Caracas entre calles 9 y 6
Estación 5: Avenida calle 1 entre carreras 26A y 29	Estación 6: Avenida 1 de Mayo entre carreras 51 y 51 A

	
Estación 7: Avenida 1 de Mayo entre Calles 40 y 41	Estación 8: Avenida villavicencio entre avenida 1 de mayo y Carrera 80 bis
	
Estación 9: Canal Tintal 2 entre avenida ciudad de cali Cr 86 y Cr 91	Estación 10: Predio el Corzo

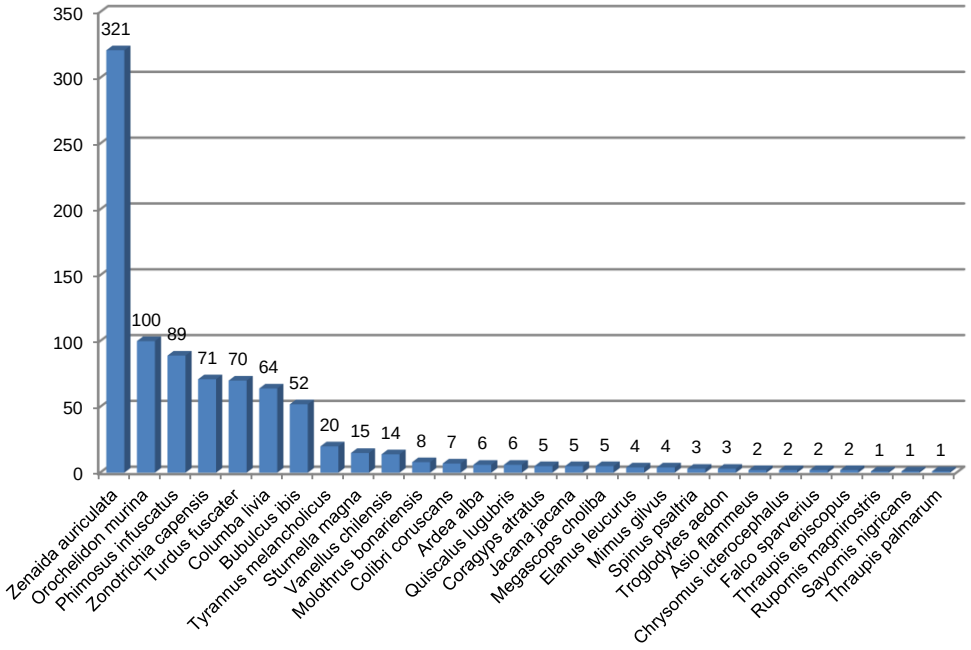
Fuente: INGETEC S. A

5.2.2.12.1.3 Abundancia general

En lo que respecta a la abundancia de individuos registrados, se obtuvieron 883 individuos de 28 especies en los 10 sectores evaluados.

Sobresalen los registros de especies en su mayoría “comunes”, “generalistas” y “oportunistas” y de una introducida como lo es la paloma doméstica o paloma de plaza (*Columba livia*).

En este contexto, en la Figura 5.2.2.38, se ilustra la representación gráfica de la abundancia de especies registradas.



Fuente: INGETEC S. A. (2017)

Figura 5.2.2.38.Abundancia de especies registradas en el área de influencia directa del proyecto

Como puede observarse en la gráfica anterior (Figura 5.2.2.38), el mayor registro de individuos se hizo para las siguientes especies: Torcaza (*Z. auriculata*), golondrina (*O. murina*), ibis o coquito (*P. infuscatus*), copetón (*Z.* capensis), mirla (*T. fuscater*) y paloma doméstica (*C. livia*).

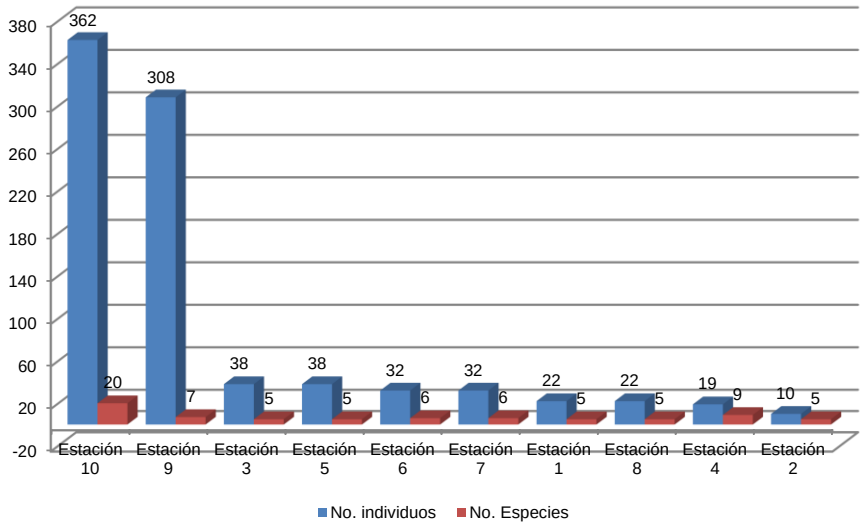
Cabe destacar que a excepción del ibis o coquito, dichas especies son comunes en la ciudad, colonizando todo tipo de unidades, desde áreas netamente urbanizadas, hasta parques, jardines y humedales y por ende, sus registros son abundantes; se trata de aves que han alcanzado todo tipo de especializaciones alimenticias para aprovechar los recursos que la ciudad puede ofrecer, en algunos casos de manera restringida. (ABO & CAR, 2000)

En el caso del ibis (*P. infuscatus*), de acuerdo a Benítez-Castañeda *in litt* esta especie aparentemente ha aumentado su población en la ciudad de Bogotá y la Sabana desde hace aproximadamente 13 años, restringiéndose a los humedales, canales y otras zonas pantanosas, ya que originalmente proviene de tierras bajas; no obstante, este fenómeno es evidente para varias especies en la ciudad, incluyendo otras especies registradas durante este monitoreo, como es el caso del azulejo (*T. episcopus*), el verdecejo o azulejo palmero (*T. palmarum*), alcaraván (*V. chilensis*), sirirí (*T. melancholichus*), chamón o tordo renegrecido (*M. bonariensis*), tordo llanero (*Q. lugubris*) y gallito de ciénaga (*J. jacana*), entre las más sobresalientes. (ABO & CAR, 2000 y Andrade & Benitez, 2005)

La torcaza o abuelita (*Z. auriculata*), es una especie que al parecer se ha adaptado eficazmente a los ambientes urbanos, hallándose comúnmente en parques y jardines, aunque también se le observa en unidades en donde la cobertura vegetal es mínima o casi nula; al parecer no presenta variación en cuanto a su población en las últimas dos décadas. (Stiles *et al*. 2017)

Respecto al copetón (*Z. capensis*) y la golondrina (*O*. *murina*), puede afirmarse que son especies de zonas semiabiertas o abiertas, no tienen comportamientos tan generalistas u oportunistas, como las anteriores especies y aparentemente no resisten la perturbación antrópica. En los últimos años, se ha evidenciado que la población de *Zonotrichia capensis* ha disminuido significativamente, probablemente por cambios en la cobertura vegetal, necesita preferiblemente matorrales, árboles y/o arbustos para anidar; además, a esto se suma el aumento del ruido y la contaminación, eliminación de jardines para construcción de edificios, presencia de animales domésticos como gatos o plaga como ratas; sin embargo, se requeriría de un estudio específico que respalde esta hipótesis. En cuanto a la golondrina (*O. murina*) esta especie prefiere áreas abiertas con vegetación rasante, por ende es más abundante en zonas rurales o intermedias. (Stiles *et al*. 2017)

En lo concerniente a número de especies e individuos por sector de monitoreo, los resultados se presentan en la gráfica de la Figura 5.2.2.39



Fuente: INGETEC S. A. (2017)

Figura 5.2.2.39.Número de especies e individuos por estación de monitoreo

Cómo se observa en la gráfica anterior (Figura 5.2.2.39), el mayor número de especies e individuos, se hizo para las estaciones nueve y diez, con siete especies y 308 individuos para la estación nueve y 20 y 362 individuos para la estación 10.

Otra estación que sobresale entre el registro es la número cuatro con nueve especies y 19 individuos.

Lo anterior, se explica teniendo en cuenta que la estación 10 es cercana a un área de humedal y la estación 9 conserva una zona arborizada que puede favorecer las presencia de un número mayor de especies e individuos; el resto de las estaciones estuvieron representadas en su gran mayoría por cinco a seis especies y 10 a 38 individuos, respectivamente.

Tabla 5.2.2.29 Especies predominantes en la zona de influencia.

Ejemplares mas representativos en la zona de influencia del proyecto.	
Nombre científico: *Zenaida auriculata* Nombre común: Torcaza Familia: COLUMBIDAE Abundancia: abundante Hábitat: común a abundante en zonas con terreno abierto y seco Dieta: semillas y frutos Estructura social: grupos de la misma especie	Nombre científico:*Turdus fuscater* Nombre común: Mirla patia amarilla Familia: TURDIDAE Abundancia: abundante Hábitat: común a abundante en zonas con pasto, adapatada a las zonas urbanas. Dieta: omnivora Estructura social: gsolitaria o en pareja .

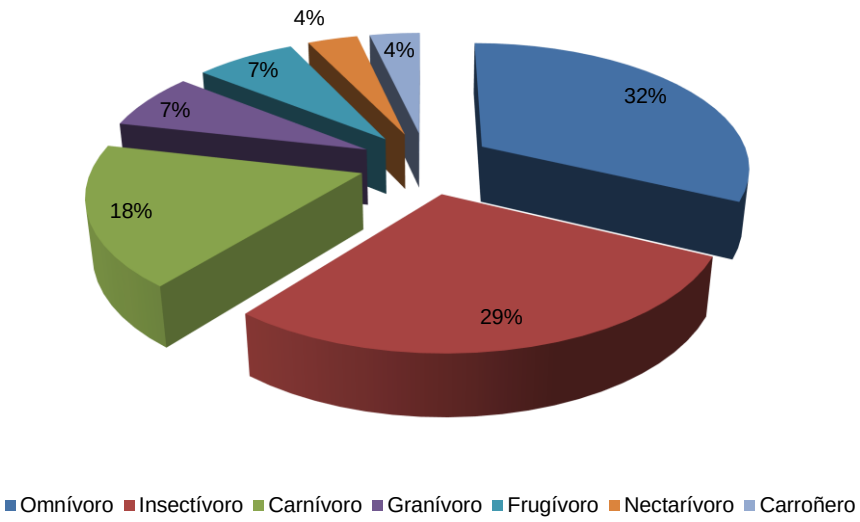
<table>
<tr><td colspan="2">Ejemplares mas representativos en la zona de influencia del proyecto.</td></tr>
<tr><td> </td><td> </td></tr>
<tr><td>Nombre científico: Zonotrichia capensis
Nombre común: Copeton
Familia: EMBERIZIDAE
Abundancia: abundante
Hábitat: común a abundante en zonas con pasto, adapatada a las zonas urbanas y rurales.
Dieta: Semillas y frutos
Estructura social: Solitarios o en pareja .</td><td>Nombre científico:Colibri coruscans
Nombre común: Chupa flor, Colibri chillon
Familia:TROCHILIDAE
Abundancia: abundante
Hábitat: Bordes de bosque, canales, paruqe y jardines.
Estructura social: gsolitaria o en pareja .</td></tr>
</table>

5.2.2.12.1.4 Gremios Tróficos

Los gremios han sido definidos como grupos de especies que explotan la misma clase de recursos ambientales de manera similar; en estos, se agrupan especies que se superponen significativamente en sus requerimientos de nicho, sin importar su posición taxonómica (López de Casenave, 2001). Consecuentemente, el alimento ha sido el recurso utilizado para agremiar las especies, ya que se ha considerado como el limitante que produce los patrones comunitarios al ser repartido entre éstas.

Con base en lo anterior y de acuerdo con el registro de especies de aves en el área del proyecto, se tiene que solo el 18% de las especies son consumidores primarios, encontrándose formas frugívoras, granívoras y nectarívoras, que se alimentan de los frutos, semillas, néctar, follaje y otros productos de la vegetación; entre tanto, el 72% de las especies, son consumidores secundarios y terciarios, ya que su dieta está compuesta por invertebrados (principalmente artrópodos), algunos vertebrados como pequeños mamíferos, reptiles e incluso otras aves, además de carroña. No obstante, cabe anotar que algunas especies como los colibríes (Trochilidae) complementan su dieta con insectos y otros artrópodos; de otra parte, algunos traúpidos (Thraupidae), son aves que consumen frutos, pero también consumen artrópodos, por lo que se consideran como especies parcialmente omnívoras; por consiguiente, las aves omnívoras consumen una serie de alimentos que incluyen productos de la vegetación, artrópodos y otros invertebrados y en algunos casos pequeños vertebrados.

De esta manera, agrupando a las especies registradas en gremios tróficos, se obtuvieron porcentajes para cada gremio, los cuales se representan en la gráfica siguiente (Figura 5.2.2.40).



Fuente: INGETEC S. A. (2017)

Figura 5.2.2.40.Gremios tróficos conformados por las especies registradas en el área del proyecto

Tal como se observa en la gráfica anterior (Figura 5.2.2.40), el gremio con mayor representación fue el de las aves omnívoras, con una representación del 32%, se trata de especies que se consideran del tipo generalistas en cuanto a la selección y consecución de alimento y que pueden acceder y adaptarse adecuadamente a la oferta disponible del recurso en variedad de unidades o zonas. Puede afirmarse, que se trata de especies de alguna manera tolerantes a los cambios en su entorno y no dependen estrictamente de un sitio o una unidad en particular. Se encuentran en variedad de lugares, pero predominan en árboles, arbustos y áreas abiertas con pastos. Este gremio, está conformado por nueve especies dentro del registro.

El gremio trófico que le sigue en representación es el de los insectívoros con un 29%. y con un total de 8 especies que conforman este gremio. Se hace útil mencionar que las aves que se agrupan en este gremio, son especialistas en la captura de insectos y otros artrópodos; de alguna manera, se trata de aves que se ven favorecidas por los recursos que ofrece la vegetación circundante y las condiciones del entorno, característicamente con especies de plantas con flores, frutos y semillas, arbustivas y arbóreas, en las que se encuentran variedad de insectos y demás artrópodos, fuente principal de alimento; además, el agua estancada, también facilita el hallazgo de insectos para estas especies. Por consiguiente, la presencia de algunos cuerpos de agua también favorece la proliferación de insectos, así como en otros casos actividades como las podas.

De otra parte, el gremio conformado por las aves carnívoras, está representado dentro del registro con un 18% y lo integran cinco aves rapaces tales como halcones (Falconidae), gavilanes (Accipitridae) y Buhós (Strigidae). Dichas especies, se alimentan de anfibios, mamíferos e incluso otras aves. Las aves carnívoras pueden hallarse en áreas abiertas, desprovistas de vegetación arbórea en donde capturan con facilidad sus presas; no obstante, algunas prefieren hacerlo desde árboles y/o arbustos o con cierta densidad de estos.

El gremio de las especies frugívoras, con una representación del 7% dentro del registro, está conformado por especies de aves que se alimentan de frutos encontrados en la cobertura vegetal arbórea o arbustiva. Las especies de este gremio, cumplen una función esencial en el mantenimiento de la vegetación, realizando la dispersión de semillas, contribuyendo así a la persistencia de innumerables especies vegetales típicas de una región en particular (Loiselle & Blake, 1990). Dos especies hacen parte de este gremio trófico, estas son las dos tangaras o traúpidos (*Thraupis episcopus*, *T. palmarum*).

Respecto a los granívoros, el gremio trófico tiene una representación del 7% y está conformado por dos especies. Las especies de aves que constituyen este gremio, fueron registradas en variedad de unidades incluyendo pastizales, por lo que su dieta se compone de granos, espigas y otros productos de la vegetación, hallados en el suelo, la hojarasca, el pasto o entre la vegetación circundante.

El gremio trófico en el que se incluye a las especies de aves nectarívoras, tiene una representación del 4% dentro del registro y está conformado por solo una especie, el colibrí chillón (*Coruscans coruscans*), especie común en parques y jardines en la ciudad. En términos generales, las especies nectarívoras no solo cumplen con la función de transportar la información genética de las plantas, son además consumidores de insectos y otros artrópodos que se encuentran a la vez que buscan el néctar. Los nectarívoros, también pueden hallarse forrajeando insectos en “nubes de mosquitos”, además, básicamente consumen otros artrópodos como las arañas (Fierro-Calderón *et al*., 2006).

El gremio de las aves carroñeras, tuvo una representación del 4% y una sola especie: El chulo o gallinazo de la familia Cathartidae (*Coragyps atratus*). Esta especie tiene la capacidad de alimentarse de todo tipo de cadáveres y otra materia orgánica en descomposición. Es útil mencionar la función clave que realizan estas especies haciendo un papel de “limpieza” para contribuir en la eliminación y reciclaje de materia orgánica, proveniente de cadáveres de animales en proceso de descomposición.

En total, son siete gremios tróficos que están conformados por especies registradas en el área del proyecto, lo cual permite concluir en primera instancia respecto a este ítem y el análisis realizado, que en el área se encuentran variedad de especies, que cumplen una función esencial y específica, participando de las redes tróficas y en el flujo de energía; por ende, su extirpación y/o extinción local en el mayor de los casos, puede generar un desequilibrio a corto, mediano y/o largo plazo.

5.2.2.12.1.5 Avifauna endémica, casi endémica y/o de distribución restringida

Según Chaparro-Herrera *et ál*. (2014), las especies que se restringen a una región específica o que primordialmente se encuentran en un solo país, sirven como herramienta complementaria para identificar y determinar prioridades de conservación y señalar e identificar responsabilidades (Brooks *et al*., 2006; Schmeller *et al*., 2008).

Respecto a las especies endémicas, el término se define basado en la distribución geográfica de la especie y si se encuentra restringida a los límites políticos de un país o nación; para el caso de las especies casi endémicas, la definición comúnmente utilizada en aves, sigue la propuesta por Stiles (1998), en donde una especie es considerada como tal, cuando presenta la mitad o más de su distribución en un país, con extensiones menores hacia uno o más países vecinos.

Desde este punto de vista, tanto las categorías de especies endémicas como casi-endémicas, son útiles para un país o países en lo concerniente a la identificación de responsabilidades en el

proceso de definir adecuadamente prioridades y realizar planes y acciones de manejo para la conservación de estas especies y sus hábitats (Chaparro-Herrera *et al*., 2014).

En este contexto, de acuerdo con los resultados obtenidos, cabe destacar que ninguna de las especies registradas es endémica, casi endémica o presenta alguna restricción en su distribución, según los autores citados.

Avifauna Amenazada

De acuerdo a Renjifo *et al*., (2014) y Renjifo *et al*., (2017) ninguna de las especies registradas se encuentra incluida en alguna categoría de amenaza local y/o global, según los libros rojos de aves de Colombia, La Resolución 0192 de 2014 del Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible y la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza UICN (BirdLife, 2016).

Avifauna en Veda

Cabe anotar que mediante la Resolución 849 de 1973 emitida por el INDERENA, todas las especies de aves de Colombia se encuentran en veda; esta Resolución es respaldada en la actualidad por la normatividad ambiental vigente.

Avifauna Migratoria

Cerca del 14,5% de la avifauna nacional (1912 sp.) corresponden a especies migratorias, en donde sus rutas son definidas en función de características como ciclo de vida, dirección de la migración, temporalidad y orientación geográfica, que en conjunto permite determinar las distribuciones (ocasionales, cíclicas o permanentes) en el país en alguna etapa de su ciclo de vida (Naranjo, Amaya, Eusse-González, & Cifuentes-Sarmiento, 2012).

Sin embargo, los autores aclaran que, aunque hay rutas registradas y estudiadas en detalle que corresponden a aquellas de largas distancias a lo largo de la franja latitudinal, para la mayoría de especies se desconoce la información sobre las magnitudes y la temporalidad de sus movimientos ya sea dentro o fuera del país; se tienen registros muy puntuales, pero que carecen de un monitoreo que permita esclarecer con propiedad dicho desplazamiento (MAVDT-WWF Colombia, 2009).

Según la información descrita en el Plan para la Conservación de las Aves Migratorias en Colombia (Moreno, 2009), en el componente de cobertura geográfica se reconocen cinco (5) tipos de migración:

- **Latitudinal:** Ocurre cada año y en ésta las especies que se reproducen en latitudes templadas de Norteamérica y Suramérica, llegan a Colombia y permanecen en el país varios meses antes de emprender el regreso a sus sitios de anidación.

- **Longitudinal:** Representa a las especies que realizan movimientos horizontales en respuesta a la disponibilidad de recursos.

- **Altitudinal:** Realizada por las especies que permanecen todo el año en un mismo país pero se mueven en distintas franjas de elevación.

- **Transfronteriza:** Se trata de las aves que hacen migraciones traspasando las fronteras políticas establecidas por cada uno de los países.

- **Local:** Que en ocasiones puede ser transfronteriza, es también un movimiento cíclico dentro de un mismo cinturón latitudinal, en respuesta a la disponibilidad de hábitat o a la presencia de recursos abundantes en parches específicos.

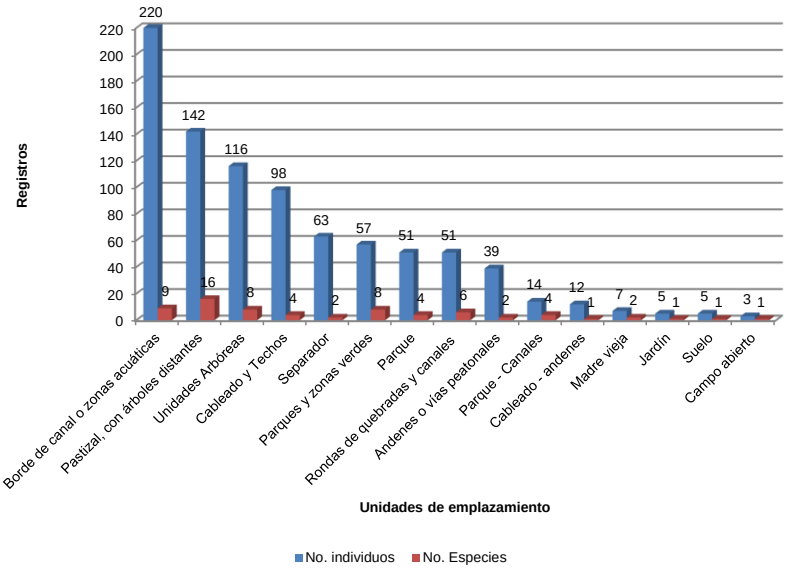
Con base en lo anterior, solo dos especies registradas tienen un comportamiento migratorio, estas son las garzas *Bubulcus ibis* y *Ardea alba*; no obstante, no se descarta la presencia de especies migratorias boreales y australes durante la temporada, aunque la mayoría se registran en humedales y parques distritales. (ABO & CAR, 2000)

Respecto a la garza vaquera o garza del ganado (*B ibis*). Es posible que entre las poblaciones residentes en el país, se encuentren además poblaciones migratorias de esta especie; no obstante, no se sabe con certeza este hecho. Es una especie común y ampliamente distribuida en Colombia; esta especie también migra localmente (longitudinal) pero también hay registros de poblaciones boreales. Se presume que la población en la ciudad es migratoria local, no latitudinal, por lo que esta especie reside y se reproduce en la ciudad.

La garza real o garza blanca (*Ardea alba*), es una especie congregatoria clave para aplicar a los criterios AICA Internacional A4 y Nacional CO4 según BirdLife International y Conservation International (2005). Presenta una amplia distribución en el país y posiblemente los migratorios se confunden con los residentes

5.2.2.12.1.6 Asociación de las aves registradas a las unidades arbóreas y/o de emplazamiento

Teniendo en cuenta las unidades arbóreas y/o de emplazamiento, con el fin de no perder información empleando las categorías más generales del Manual de Silvicultura Urbana para Bogotá (Alcaldía Mayor de Bogotá, 2008), se obtuvo una gráfica en la que se representa el número de especies e individuos registrados según las estaciones de monitoreo (Figura 5.2.2.41



Fuente: INGETEC S. A. (2017)

Figura 5.2.2.41. Número de especies e individuos registrados en las unidades arbóreas y/o de emplazamiento en el área del proyecto

En lo que respecta a la riqueza de especies, los mayores registros se obtuvieron para pastizales con árboles distantes, bordes de canal o zonas acuáticas, unidades arbóreas y parques y zonas verdes.

Esta riqueza, se explica por los recursos que las especies pueden hallar en áreas de pastizal que mantienen especies arbustivas y/o arbóreas, así como las zonas acuáticas y las unidades arbóreas en general, donde persisten especies.

Dado que como se comentó anteriormente, las especies registradas hacen parte de diferentes gremios tróficos, indistintamente según su especialidad pueden hallar alimento indistintamente en el entorno de estas unidades, así como encontrar soporte para la reproducción y cuidado de crías.

En cuanto a in dividuos, los mayores registros se obtuvieron para borde de canal o zonas acuáticas, pastizal con árboles distantes, unidades arbóreas, cableado y techos, separador y parques y zonas verdes. Cabe anotar que como se mencionó en un ítem previo, las especies registradas de las que se obtuvo un alto número (*Z. auriculata, O. murina, P. infuscatus, Z. capensis. C. livia*), son las que contribuyen en gran medida a obtener estas cifras.

5.2.2.12.1.7 Especies sinantrópicas

La especie sinantrópica *Columba livia,* es la especie que presenta mayor presencia en el área de influencia del proyecto.

Tabla 5.2.2.30 Unidades establecidas para monitoreo de Avifauna.

Especie sinantrópica	
	Nombre científico: *Columba livia* Nombre común: Paloma Familia: COLUMBIDAE Abundancia:abundante Hábitat: común a abundante en las zonas urbanas. Dieta: Omnívora, Granívora Estructura social: Grupo
*Comúnmente encontradas en zonas urbanas	

Fuente: INGETEC S. A. (2017)

5.2.2.12.1.8 Caracterización de Nidos

Durante el desarrollo del monitoreo se registraron nidos de 33 de *Turdus fuscater* (61,11% de los nidos registrados), 12 de *Zenaida auriculata* (el 22,22%), y 9 nido de *Zonotrichia capensis* (16,67%). Las unidades donde más nidos se registraron fueron Canal Tintal 2 entre avenida ciudad de cali cr 86 y cr 91 (Estación 9) y en el Predio el Corzo (Estación 10), estas zonas se caracterizan por presentar notoria cantidad de vegetación arbórea en los separadores y elevado número de individuos de la especie que más presenta nidos además como se mencionó previamente son

tramos con presencia de zonas verdes y que se establecen como posibles corredores biológicos. Véase Tabla 5.2.2.31 y Anexo 5.2.2.2.

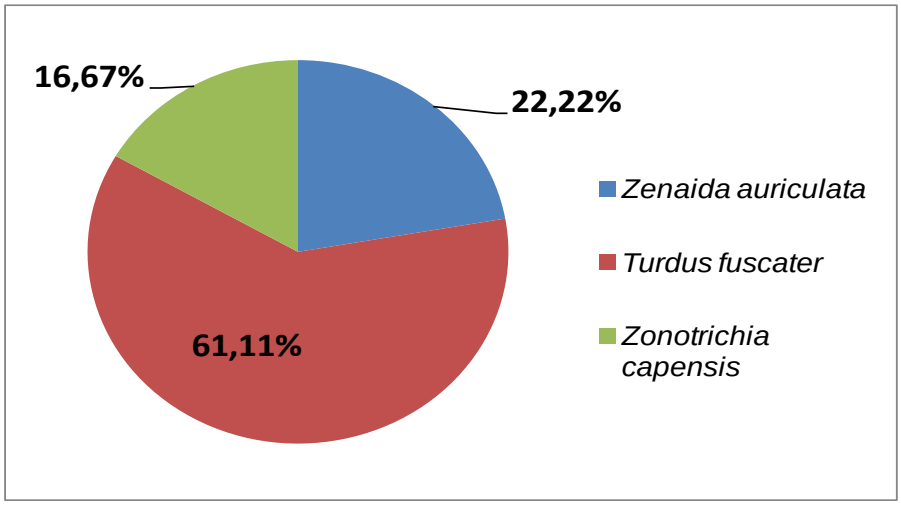
Tabla 5.2.2.31 Número de nidos por cada especie de árbol identificado en las unidades de muestreo de avifauna

Formato No	Dirección	No Nidos	Altura Árbol (m)	Especie Árbol	Nombre común del Árbol	Posible especie dueña del nido
1	Avenida Villavicencio con Transversal 78H BIS	1	3,5	*Schinus molle*	Falso pimiento	*Zonotrichia capensis*
2	Avenida Villavicencio con Transversal 78I	1	4	*Schinus molle*	Falso pimiento	*Turdus fuscater*
3	Avenida Villavicencio con Transversal 78I	1	3,5	*Schinus molle*	Falso pimiento	*Zonotrichia capensis*
4	Avenida Villavicencio con Carrera 78K	1	7	*Schinus molle*	Falso pimiento	*Zenaida auriculata*
5	Avenida Villavicencio con Carrera 78K	1	5	*Schinus molle*	Falso pimiento	*Turdus fuscater*
6	Avenida Villavicencio con Carrera 78P	1	6	*Schinus molle*	Falso pimiento	*Turdus fuscater*
7	Avenida Villavicencio con Carrera 79A BIS	2	5	*Schinus molle*	Falso pimiento	*Turdus fuscater*
8	Avenida Villavicencio con Carrera 79A BIS	1	5	*Schinus molle*	Falso pimiento	*Turdus fuscater*
9	Avenida Villavicencio con Carrera 79D	1	3	*Tecoma stans*	Chicala, chirlobirlo, flor amarillo	*Zenaida auriculata*
10	Avenida Villavicencio con Carrera 80	1	5	*Schinus molle*	Falso pimiento	*Turdus fuscater*
11	Avenida Villavicencio con Carrera 80	1	5	*Schinus molle*	Falso pimiento	*Turdus fuscater*
12	Avenida Villavicencio con Carrera 80D BIS	1	5	*Schinus molle*	Falso pimiento	*Turdus fuscater*
13	Avenida Villavicencio con Carrera 80H	1	5	*Schinus molle*	Falso pimiento	*Turdus fuscater*
14	Avenida Villavicencio con Carrera 81C BIS A	1	4	*Schinus molle*	Falso pimiento	*Turdus fuscater*
15	Avenida Villavicencio con Carrera 81D	1	4,5	*Schinus molle*	Falso pimiento	*Turdus fuscater*
16	Avenida Villavicencio con Carrera 81G	2	6	*Schinus molle*	Falso pimiento	*Zenaida auriculata*
17	Avenida Villavicencio con Carrera 81G	1	5	*Schinus molle*	Falso pimiento	*Turdus fuscater*
18	Avenida Villavicencio con Carrera 81H	1	4,5	*Schinus molle*	Falso pimiento	*Turdus fuscater*
19	Avenida Villavicencio con Carrera 81I	1	5	*Schinus molle*	Falso pimiento	*Turdus fuscater*
20	Avenida Villavicencio con Carrera 82	1	3,5	*Schinus molle*	Falso pimiento	*Zonotrichia capensis*
21	Avenida Villavicencio con Carrera 82	1	3	*Schinus molle*	Falso pimiento	*Zonotrichia capensis*
22	Avenida Villavicencio con Carrera 85A	1	3	*Schinus molle*	Falso pimiento	*Zonotrichia capensis*
23	Avenida Villa vicencio con	1	6,5	*Schinus*	Falso	*Turdus fuscater*

Formato No	Dirección	No Nidos	Altura Árbol (m)	Especie Árbol	Nombre común del Árbol	Posible especie dueña del nido
	Carrera 88H BIS			*molle*	pimiento	
24	Avenida Villa vicencio con Carrera 88B	1	4	*Schinus molle*	Falso pimiento	*Turdus fuscater*
25	Avenida Villa vicencio con Carrera 88A BIS	1	5	*Schinus molle*	Falso pimiento	*Turdus fuscater*
26	Avenida Villa vicencio con Carrera 88	1	4	*Schinus molle*	Falso pimiento	*Turdus fuscater*
27	Avenida Villa vicencio con Carrera 87I	1	3	*Schinus molle*	Falso pimiento	*Turdus fuscater*
28	Avenida Villa vicencio con Carrera 87G	1	3,5	*Schinus molle*	Falso pimiento	*Turdus fuscater*
29	Avenida Villa vicencio con Carrera 87D	1	5	*Schinus molle*	Falso pimiento	*Turdus fuscater*
30	Avenida Villa vicencio con Carrera 87C	1	3,5	*Schinus molle*	Falso pimiento	*Turdus fuscater*
31	Avenida Villa vicencio con Carrera 87C	1	4	*Schinus molle*	Falso pimiento	*Turdus fuscater*
32	Avenida Villa vicencio con Carrera 87B	1	3,5	*Schinus molle*	Falso pimiento	*Turdus fuscater*
33	Avenida Villa vicencio con Carrera 87 BIS A	1	4	*Schinus molle*	Falso pimiento	*Turdus fuscater*
34	Avenida Villa vicencio con Carrera 87	1	5	*Schinus molle*	Falso pimiento	*Turdus fuscater*
35	Carrera 15 - Calle 72	1	10	*Liquidambar styraciflua*	Liquidambar, estoraque	*Zenaida auriculata*
36	Calle 72 – Carrera 15	1	10	*Liquidambar styraciflua*	Liquidambar, estoraque	*Zenaida auriculata*
37	Carrera 20- Calle 72	1	9	*Acacia melanoxylon*	Acacia japonesa	*Zenaida auriculata*
38	Av. Caracas- Calle 71	1	8	*Eucalyptus ficifolia*	Eucalipto pomarroso	*Zenaida auriculata*
39	Calle 68 Carrera 14	1	14	*Fraxinus chinensis*	Urapán, Frasno	*Zenaida auriculata*
40	Calle 42 con Cra 14 Caracas	1	18	*Pinus patula*	Pino patula	*Turdus fuscater*
41	Calle 31 con Caracas	1	6	*Acacia melanoxylon*	Acacia japonesa	*Zenaida auriculata*
42	Avenida caracas calle 28	1	10	*Liquidambar styraciflua*	Liquidambar, estoraque	*Zenaida auriculata*
43	Avenida Caracas Calle 9	1	6	*Ficus soatensis*	Caucho sabanero	*Turdus fuscater*
44	Avenida Carrera 14 calle 6	1	4	*Croton bogotensis*	Sangregao, drago, croto	*Zonotrichia capensis*
45	Calle 1era con Carrera 27	1	6	*Pittosporum undulatum*	Jazmin del cabo, laurel huesito	*Zonotrichia capensis*
46	Calle 1era con Carrera 27A	1	7	*Pinus patula*	Pino patula	*Turdus fuscater*
47	Calle 1era con Carrera 28	1	15	*Acacia decurrens*	Acacia negra, gris	*Turdus fuscater*
48	Avenida 1era de Mayo con Calle 40 Sur	1	9	*Ficus soatensis*	Caucho sabanero	*Zenaida auriculata*
49	Avenida 1era de Mayo con Calle 40H Sur	1	7	*Prunus serotina*	Cerezo	*Turdus fuscater*

Formato No	Dirección	No Nidos	Altura Árbol (m)	Especie Árbol	Nombre común del Árbol	Posible especie dueña del nido
50	Avenida 1era de Mayo con Avenida Villavicencio	1	8	*Ficus soatensis*	Caucho sabanero	*Turdus fuscater*
51	Avenida Villavicencio con Transversal 78H BIS	1	7	*Schinus molle*	Falso pimiento	*Zonotrichia capensis*
52	Avenida Villavicencio con Carrera 80	1	5	*Schinus molle*	Falso pimiento	*Zonotrichia capensis*

Fuente: Consorcio Systra – Ingetec S.A.



Fuente: INGETEC S.A (2017)

Figura 5.2.2.42 Número y porcentaje de los nidos registrados en el AID para las diferentes especies.

Tabla 5.2.2.32 Nidos registrados en el Área de Influencia Directa del Proyecto - AID

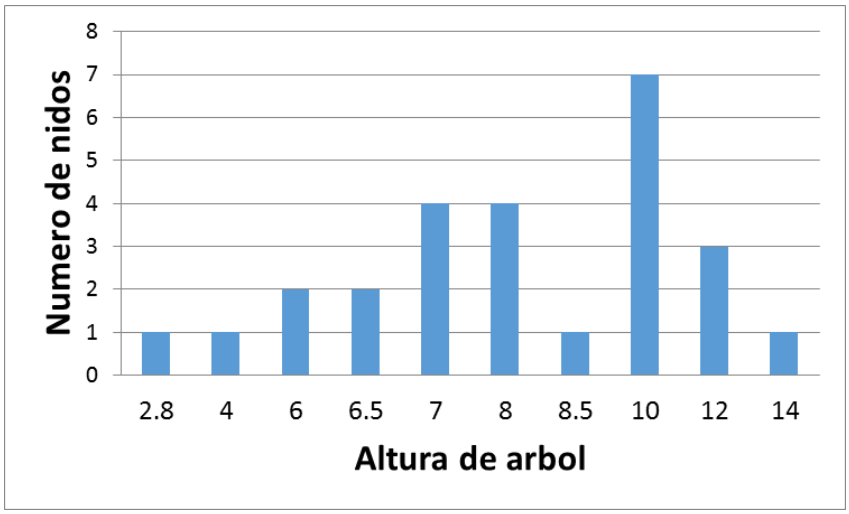
Nido de *Zonotrichia capensis*
(Canal Arzobispo)

Nido de *Zenaida auriculata*
(Canal Tintal II)

Cabe resaltar que la detección de nidos de algunas especies como *Columba livia* u *Orochelidon murina* se dificulta, pues en urbanizaciones la anidación puede estar ligada a edificaciones más que a vegetación arbórea. Por otro lado, las zonas que exhiben alta arborización en zonas colindantes con el área de muestreo, por ejemplo en las estaciones entre Calles 72 y 63, Canal

Arzobispo y Estación Centro Parque Santander hasta La Hortua, presentan baja cantidad de nidos en los márgenes de la avenida Caracas, pues la avifauna prefiere zonas menos transitadas, menor cantidad de ruido y con mayor volumen de recursos. De esta forma, el número de nidos en estos puntos puede ser semejante a tramos con elevada intervención y alto porcentaje de zonas con edificación.

Respecto a la altura del árbol el número de nidos exhibió un patrón de incremento a medida que los árboles aumentaron su altura, con una posterior disminución. Entre 7 y 10 metros se presentaron 16 de los nidos registrados en el área de influencia directa del proyecto (Figura 5.2.2.43). Por el contrario, vegetación de bajo porte es más susceptible a presentar menos densidad de follaje y por ende puede proveer poco refugio a las aves, en el caso contrario, árboles de gran altura dificultan la detección de nidos e implican un seguimiento de la actividad de avifauna a más largo plazo.



Fuente: INGETEC S.A (2017)

Figura 5.2.2.43 Clasificación de los nidos según la altura de los árboles donde se ubican

El Falso pimiento (*Schinus molle*) fue la especie vegetal que mayor cantidad de nidos pudo albergar (68,5%), entre los 37 nidos reportados 35 de ellos fueron construidos por *Turdus fuscater* y los demás por *Zenaida auriculata.* Muy distante y con apenas 3 nidos de Mirla negra el *Liquidambar styraciflua* fue la segunda especie de árbol con mayor abundancia de nidos con apenas un 5.6% del total de nidos registrados, véase Tabla 5.2.2.33

La baja detección de nidos correspondientes al presente muestreo es justificable de acuerdo a varios factores, en primer lugar la temporalidad del muestreo, este se realizó en el mes de Agosto, período que no coincide con la temporada reproductiva de la mayor parte de las especies, únicamente algunos individuos aprovechan la oferta ilimitada de recursos para reproducirse, y otros cuantos nidos, por ende se espera que se encuentre gran cantidad de nidos en otras temporadas que deban ser trasladados o removidos en etapas sucesivas del proyecto. Por otro lado, la mayor cantidad de nidos se ubican a gran altura o en vegetación densa que provee mejor refugio y por lo tanto probabilidad de supervivencia, en un muestreo de corta duración la detección de estos nidos resulta más compleja, por lo que se justifica un seguimiento de mayor duración y un muestreo de la vegetación de porte alto con maquinaria especializada en la temporada de anidación.

Además, el bajo número de nidos está sujeto a actos de vandalismo, la remoción o destrucción de los nidos es frecuente en zonas aledañas a viviendas, dado que son alterados tanto como por personas como por mascotas, tal como los gatos. Estos últimos se ha reportado que son causantes de millones de muertes de aves a nivel mundial, disminución de la diversidad y frecuente causa de ataque a los nidos e individuos en etapa reproductiva (donde son más vulnerables). Inclusive el cambio climático ha sido el responsable de los patrones de distribución y abundancia de varias especies de la Sabana de Bogotá, por lo tanto se presume que sea en parte responsable de la baja cantidad de nidos registrados en el AID, puesto que cambia el tiempo de los eventos reproductivos (Both *et al.* 2004) y la composición de los ecosistemas (Grimm *et al.* 2013), entre otras cosas.

Sin embargo, dada la naturaleza, estructura vegetal y diversidad de aves presentes en el corredor biológico que se establece en el AID del proyecto Metro de Bogotá se espera encontrar un número de nidos mucho mayor y dado que la gran mayoría de las especies presentes en el muestreo ovipositan más de dos huevos cada individuo, e incluso se reproducen varias veces en el año, se espera que la cantidad de individuos aumente con el tiempo.

Tabla 5.2.2.33 Número de nidos por cada una de las 12 especies de árbol registradas con nidos en el AID del proyecto

# de especie de árbol	Especie de Árbol	Nombre común Árbol	# Nidos	%
1	*Schinus molle*	Falso pimiento	37	68,5
2	*Tecoma stans*	Chicala	1	1,9
3	*Liquidambar styraciflua*	Liquidambar	3	5,6
4	*Acacia melanoxylon*	Acacia japonesa	2	3,7
5	*Acacia decurrens*	Acacia negra, gris	1	1,9
6	*Eucalyptus ficifolia*	Eucalipto pomarroso	1	1,9
7	*Fraxinus chinensis*	Urapán, Frasno	1	1,9
8	*Pinus patula*	Pino patula	2	3,7
9	*Ficus soatensis*	Caucho sabanero	3	5,6
10	*Croton bogotensis*	Sangregao, drago, croto	1	1,9
11	*Pittosporum undulatum*	Jazmin del cabo, laurel huesito	1	1,9
12	*Prunus serotina*	Cerezo	1	1,9
Total Nidos			54	100,0

5.2.2.12.1.9 Conclusiones de la caracterización de la avifauna urbana

Teniendo en cuenta que las aves se constituyen en el grupo representativo para la caracterización de la fauna a nivel urbano, el diagnóstico sobre la fauna actual se realizó con base en muestreos y observaciones realizadas a la avifauna en el área de influencia del proyecto.

Se registraron 28 especies de aves pertenecientes a nueve órdenes y 19 familias. Así mismo, el orden mejor representado en cuanto a familias se refiere, es Passeriformes (Paseriformes, pájaros,

pájaros cantores, aves canoras) con nueve familias, los ocho órdenes restantes están representados por una o dos especies.

En lo que respecta a la abundancia de individuos registrados, se obtuvieron 883 individuos de 28 especies en los 10 sectores evaluados. Sobresalen los registros de especies en su mayoría "comunes", "generalistas" y "oportunistas" y de una introducida como lo es la paloma doméstica o paloma de plaza (*Columba livia*).

Los mayores registros de individuos se reportan para la Torcaza (*Z. auriculata*), golondrina (*O. murina*), ibis o coquito (*P. infuscatus*), copetón (*Z. capensis*), mirla (*T. fuscater*) y paloma doméstica (*C. livia*). Cabe destacar que a excepción del ibis o coquito, dichas especies son comunes en la ciudad, colonizando todo tipo de unidades, desde áreas netamente urbanizadas, hasta parques, jardines y humedales y por ende, sus registros son abundantes; se trata de aves que han alcanzado todo tipo de especializaciones alimenticias para aprovechar los recursos que la ciudad puede ofrecer, en algunos casos de manera restringida.

Con respecto a los gremios tróficos, el gremio con mayor representación fue el de las aves omnívoras, las cuales son especies generalistas en cuanto a la selección y consecución de alimento y que pueden acceder y adaptarse adecuadamente a la oferta disponible del recurso en la variedad de unidades o zonas. Le siguen en orden de representación el de los insectívoros, el conformado por las aves carnívoras, el de las especies frugívoras, granívoras, nectarívoras y carroñeras.

De acuerdo con los resultados obtenidos, cabe destacar que ninguna de las especies registradas es endémica, casi endémica o presenta alguna restricción en su distribución. De igual forma, ninguna de las especies registradas se encuentra incluida en alguna categoría de amenaza local y/o global.

Solo dos especies registradas tienen un comportamiento migratorio, que corresponden a las garzas *Bubulcus ibis* y *Ardea alba*; no obstante, no se descarta la presencia de especies migratorias boreales y australes durante la temporada, aunque la mayoría se registran en humedales y parques distritales.

Durante el desarrollo del monitoreo se registraron nidos de la mirla *Turdus fuscater* (61,11% de los nidos registrados), la torcaza *Zenaida auriculata* (el 22,22%), y del copetón *Zonotrichia capensis* (16,67%). Los registros de nidos se encuentran asociados con la presencia de zonas con notoria cantidad de vegetación arbórea en los separadores y zonas verdes.

En el predio el Corzo donde se localizará el Patio –Taller, un total de 18 especies de aves fueron reportadas, de las cuales la mitad (50%) se encontraban asociadas con los pastizales, cobertura vegetal predominante de la zona, y el porcentaje restante de la avifauna (50%) se encontraba asociada con los bordes del canal Cundinamarca y el río Bogotá o sectores húmedos. Es de señalar, que las especies reportadas corresponden a individuos altamente adaptados a las condiciones alteradas del hábitat natural.

5.2.2.13 Caracterización hidrobiológica

La limnología, como parte de la Ecología, es una ciencia de síntesis: "estudia las aguas continentales, lagos, embalses, ríos, arroyos y humedales como sistemas, es multidisciplinar porque involucra a todas las ciencias que intervienen en el entendimiento de las aguas naturales

(física, química, geología, ciencias biológicas y matemáticas) y a través de integrar hechos y conceptos procedentes de distintos ángulos de la ciencia, genera un cuerpo teórico rico y con suficiente entidad. Es decir, el término Limnología, en realidad sirve para delimitar aquella fracción de las ciencias acuáticas continentales dedicada al estudio de las características abióticas del medio acuático, ya fueran geográficas (Limnografía), físicas (Limnología física) o químicas (Limnología química). De hecho, la Limnología se ha considerado como una ciencia descriptiva, y en sus comienzos incluso como una rama de la Geografía Física (Vidal-Abarca, 2005).

Una de las ramas de la limnología aplicada está relacionada con la higiene, que aborda el problema de la alteración de la calidad de reservorios de agua y la eliminación de aguas residuales, incluyendo la auto-purificación de los ríos contaminados y el diseño de plantas de tratamiento. En la mayoría de los países densamente poblados estos problemas han recibido mucha atención, y grandes instituciones como la alemana "Preussische Landesanstalt" en Berlín-Dahlem, se han fundado, y han desarrollado un excelente trabajo de investigación de gran importancia para la ciencia pura (Munster-Strom, 1929).

Actualmente, las actividades antrópicas en la búsqueda de la supervivencia de nuestra especie, no han sido orientadas con criterios de sustentabilidad. El desarrollo del país, no ha sido sostenible y los componentes ambientales han sufrido el impacto negativo de las acciones de los seres humanos, las cuales provienen de actividades domésticas, industriales (sólidos y metales de actividades mineras) agrícolas y ganaderas (nitratos, fosfatos, pesticidas, etc.), que la capacidad de autodepuración que poseen no puede asumir, por lo que se desencadenan procesos de contaminación, lo que genera restricciones en el uso del agua, alteraciones en la fauna y la flora acuáticas, apariencia y olor desagradables. El problema de esta contaminación, la escasez de agua potable y la distribución no homogénea de la misma se presenta en todos los niveles de los sistemas bióticos y abióticos. Por estas razones la limnología se ha convertido en una ciencia importante, necesaria para la gestión y conservación de los medios acuáticos (Vergara-Olaya, 2009).

Adicionalmente, uno de los problemas más sobresalientes en cuanto a la limnología es la hipertrofia o eutrofización, la cual es un proceso que ocurre mayormente por causas antrópicas (Smith & Smith 2001). En las últimas décadas dicho proceso ha avanzado considerable y globalmente por la expansión de las poblaciones intermedias y de centros urbanos y consecuentemente, por el consiguiente aumento en la generación de residuos sólidos y líquidos (Dolbeth et al. 2003, Fontúrbel 2004, Western 2001), situación que incrementa la concentración de ciertos nutrientes en cuerpos de agua lénticos más allá de los límites admisibles de su capacidad natural de dilución y reciclaje de material. Con ello se ocasiona una desestabilización del ecosistema que lleva a la degradación del mismo y que, la mayoría de las veces, es irreversible (Carpenter & Cottingham 1997, Myrbo & Ito 2003).

5.2.2.13.1 Alcance del monitoreo

El monitoreo tiene como objeto caracterizar las comunidades hidrobiológicas de los cuerpos de agua presentes en el área de influencia del proyecto (Figura 5.2.2.44), con base en el registro y toma de muestras en los puntos de muestreo seleccionados y localizados en los canales que son atravesados por el proyecto de la Primera Línea del Metro de Bogotá. Comprende el análisis de las siguientes comunidades: perifiton, macroinvertebrados bentónicos y macrófitas.

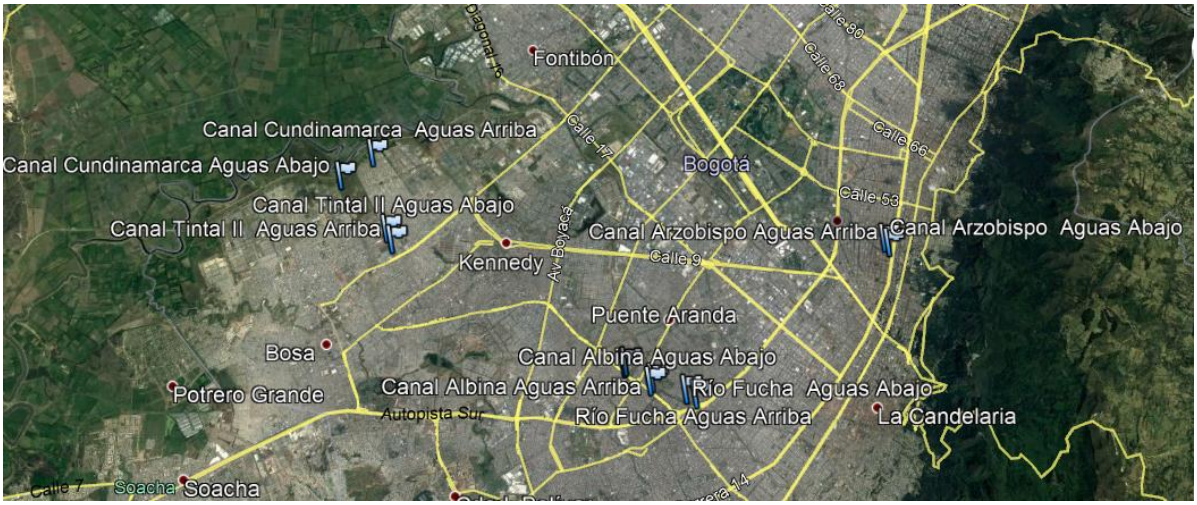


Figura 5.2.2.44 Ubicación espacial de las estaciones de monitoreo de calidad hidrobiológica (figura obtenida con Google Earth)

En este informe se presentan los resultados de la caracterización hidrobiológica de los sistemas antes mencionados, los cuales fueron muestreados entre el 3 y 10 de Agosto de 2017 en la ciudad de Bogotá.

5.2.2.14 Descripción del Monitoreo

Para este monitoreo se tomaron muestras puntuales en cada uno de los sitios de muestreo seleccionados. (Tabla 5.2.2.34)

Tabla 5.2.2.34 Puntos de monitoreo

Punto de monitoreo	Lugar	Coordenadas	
		Este	Norte
Canal Cundinamarca Aguas Arriba	Bogotá D.C	989067,06	1005707,14
Canal Cundinamarca Aguas Abajo		988349,44	1005156,17
Canal Tintal II Aguas Arriba		989605	1003635,22
Canal Tintal II Aguas Abajo		989468	1003892,67
Canal Río Seco Aguas Arriba		995006	1000813,7
Canal Río Seco Aguas Abajo		994969	1000778,87
Canal Albina Aguas Arriba		995607	1000452,06
Canal Albina Aguas Abajo		995556	1000452,06
Canal Río Fucha Aguas Arriba		996583	1000092,15
Canal Río Fucha Aguas Abajo		996361	1000197,31
Canal Arzobispo Aguas Arriba		1001054	1003554,81
Canal Arzobispo Aguas Abajo		1000956	1003659,7

Para este monitoreo se tomaron muestras puntuales en cada uno de los sitios de muestreo predeterminados y se siguió la metodología según lo descrito en la Tabla 5.2.2.35

Tabla 5.2.2.35 Metodología del monitoreo

Etapa	Actividades	Logro
FASE I. PREVIA AL MONITOREO		
Realización del plan de trabajo	Cronograma de Actividades Asignación de Recursos para el muestreo Ubicación de los puntos a muestrear	Identificación de las variables del proyecto para disminuir contratiempos en campo.
Preparación del material del muestreo	Organización de materiales (botellas, embalaje, equipos, neveras, hielo, papelería)	Contar con material suficiente y apto para la recolección de cada una de las muestras
FASE II. MONITOREO EN CAMPO		
Ubicación de los puntos de muestreo	Reconocimiento del área	Tener claridad sobre cada uno de los parámetros a muestrear y su localización
Toma de Muestras	Organización del material Llenado de envases según el parámetro a muestrear Mediciones *in situ* Etiquetado Diligenciamiento de la custodia por punto Fijación de las muestras Almacenamiento	Cumplir con el 100% del muestreo programado
Envío al Laboratorio	Embalaje de las neveras que contienen las muestras con su respectiva custodia	Hacer llegar las muestras al laboratorio, dentro del tiempo estipulado por el protocolo de toma de muestras del IDEAM.

Las comunidades acuáticas a ser examinadas, así como los muestreos y técnicas analíticas que fueron empleadas se definieron con base en la naturaleza específica de cada punto de muestreo.

5.2.2.14.1 Marco teórico

Un ecosistema es un sistema natural que está formado por un conjunto de organismos vivos (biocenosis) y el medio físico donde se relacionan (biotopo). Un ecosistema es una unidad compuesta de organismos interdependientes que comparten el mismo hábitat. Los ecosistemas suelen formar una serie de cadenas que muestran la interdependencia de los organismos dentro del sistema (Christopherson, 1994). También se puede definir al ecosistema como la unidad de trabajo, estudio e investigación de la ecología. Es un sistema complejo en el que interactúan los seres vivos entre sí y el conjunto de factores no vivos que forman el ambiente tales como temperatura, sustancias químicas presentes, clima, características geológicas, entre otras (Margalef, 1993).

En ocasiones, el estudio ecológico se centra en un campo de trabajo muy local y específico, pero en otros casos se interesa por cuestiones muy generales. Para este monitoreo, se tuvo especial importancia en la evaluación del ecosistema acuático, desde el enfoque de los estudios que lleva a cabo la limnología (Ramírez y Viña, 1998).

La composición y abundancia de las comunidades depende principalmente de los siguientes factores: a.) Condiciones físicas e hidrológicas: luz, temperatura, turbulencia/estabilidad del agua, tiempo de residencia del agua y tasa de sedimentación del plancton. b.) Composición química del agua: nutrientes y materia orgánica, mineralización (compuestos de proporcionalidad constante) y pH, oligoelementos, etc. c.) Factores biológicos: Depredación y relaciones entre especies (efectos alelopáticos y toxicidad inducida por algunas especies). Parasitismo y enfermedades.

Entre los factores físicos y químicos que se pueden tener en cuenta están: la penetración de la luz solar, los gases disueltos en el agua y los sólidos disueltos en el agua. Por otro lado entre los factores bióticos, se encuentra la presencia de algunas comunidades de organismos acuáticos útiles en la evaluación de la calidad del agua tales como el plancton, perifiton (periphyton), macrófitas (macrophyton) e invertebrados acuáticos (Roldan y Ramírez, 2008).

Los métodos biológicos usados para evaluar la calidad del agua incluyen la colección, identificación de organismos, cálculo de abundancia, riqueza e índices ecológicos. La información suministrada por este tipo de mediciones permite explicar desde las causas del porqué del estado de ciertos cuerpos de agua, hasta el establecimiento de los tratamientos adecuados que permitan mejorar esos estados no deseados (Roldan y Ramírez, 2008).

Las comunidades hidrobiológicas están conformadas por diversos organismos relacionados entre sí y con el ambiente acuático; teniendo en cuenta a aquellas consideradas con mayor énfasis en estudios ambientales y que describen el estado del ecosistema. Estas comunidades están representadas por el perifiton (microalgas y componentes de fauna microscópica), plancton (fitoplancton y zooplancton), bentos (macroinvertebrados) y necton (peces).Todas se caracterizan por su compleja composición, organización biótica, estrecha relación con el medio físico acuático del cual son dependientes. Por lo cual son utilizados como indicadores biológicos, siendo su presencia (o ausencia) y frecuencia signos de calidad del medio; por lo que su estado de conservación, diversidad y algunos aspectos ecológicos son considerados como indicadores de perturbación.

El concepto de bioindicador aplicado a la evaluación de calidad de agua, es definido como: “Especie” (o ensamble de especies) que posee requerimientos particulares con relación a una o un conjunto de variables físicas o químicas, tal que los cambios de presencia/ausencia, número, morfología o de conducta de esa especie en particular, indique que las variables físicas o químicas consideradas, se encuentran cerca de sus límites de tolerancia (Rosenberg y Resh, 1996).

El uso de los índices de diversidad como el de los índices bióticos, constituyó una evolución conceptual importante en la bioindicación. El concepto organismo indicador fue sustituido por el de comunidad indicadora. Tal como señala Alba-Tercedor (1996), “al tener en cuenta a toda una comunidad se minimizan los errores y se multiplica la capacidad de detección de alteraciones”. Las ventajas de usar la comunidad biológica en la bioevaluación de los cuerpos de agua resultan, entre otros factores, de su capacidad: i) de reflejar la condición ecológica de un sitio; ii) de integrar los efectos de los impactos de diferentes factores de perturbación; iii) de acumular en el tiempo el efecto de las tensiones que le han afectado; y iv) de ser sensibles al impacto de factores difusos, no puntuales que no pueden ser detectados por otros métodos (Barbour et al., 1996). Sin embargo, la mayoría de los índices bióticos han sido diseñados para valorar la respuesta de la comunidad de macro-invertebrados a tipos específicos de perturbación, como la contaminación orgánica. Esta última limitación ha restringido su uso, especialmente en aquellas situaciones donde actúan factores de perturbación distintos al enriquecimiento orgánico, de origen múltiple y con efectos

menos evidentes (Segnini, 2003).

5.2.2.14.2 Perifiton

El perifiton es una de las comunidades más importantes presente en los sistemas acuáticos, está constituido por grupos de microrganismos (algas, hongos, bacterias y protozoos) que se desarrollan sobre superficies solidas sumergidas tales como rocas, sedimento, material vegetal, arenas, hojas y macrófitas (Wetzel, 1983); (Romaní, 2001), limitando nuestro trabajo a un componente principal de estas comunidades como lo son las algas perifíticas. Este desempeña un papel fundamental en la dinámica de los ríos al igual que en otros ecosistemas acuáticos, destacándose dentro de esta dinámica la productividad primaria del sistema y la alta tasa de reciclaje de nutrientes, por lo que recientemente son utilizados como indicadores de la calidad del agua, ya que al vivir pegados al sustrato, reflejan los cambios ocurridos por alteraciones físicas, químicas y biológicas (Pérez, et al., 2007). Si por el contrario, hay un gran número de perturbaciones físicas, como incremento de la velocidad del agua y arrastre de sedimento, el perifiton tendría poco desarrollo (Stevenson, et al., 1996). La importancia relativa de las algas perifíticas en cada ambiente puede establecerse en parte por el desarrollo de su biomasa que será favorecida por la alta incidencia de radiación solar y las altas concentraciones de nutrientes (Guasch, et al., 1995).

Las algas perifíticas tienen diferente designación según el substrato en el cual se desarrollan, es así, como las algas que crecen en superficies rocosas se llaman **"epilíticas"**, las crecen en los sedimentos se denominan "**epipélicas"** y las que prosperan sobre algún órgano de una planta, "**epífitas"** (Roldan y Ramírez, 2008)**.**

5.2.2.14.3 Macroinvertebrados bentónicos

Los macroinvertebrados de aguas continentales, comprenden un grupo de amplia diversidad. Son organismos que pueden observarse a simple vista. Estos viven sobre el fondo de ríos y lagos, o enterrados en el fango y la arena; adheridos a troncos, vegetación sumergida y rocas; o nadando activamente dentro del agua o sobre la superficie de la misma (Vergara-Olaya, 2009). Adicionalmente, estos invertebrados presentan un tamaño relativamente grande (visibles al ojo humano), no muy inferiores a 0,5 mm, pero habitualmente mayores de 3 mm. Comprende principalmente artrópodos (insectos, arácnidos y crustáceos) y dentro de estos dominan los insectos (en especial sus formas larvarias); también se encuentran oligoquetos, hirudineos y moluscos (y con menor frecuencia celentéreos, briozoos o platelmintos) (Confederación Hidrográfica del Ebro, 2005).

Los macroinvertebrados acuáticos, se consideran indicadores de las condiciones del medio en el cual se desarrollan, ya que cualquier forma de supervivencia responde a su capacidad de adaptarse a los diferentes factores ambientales. Los indicadores se refieren a la población de individuos de las especies que conforman una comunidad de muestreo indicadora. Un tensor ambiental, como por ejemplo el derrame de aguas residuales domésticas, provocará una serie de cambios en la comunidad biótica de muestreo, cuya magnitud dependerá del tiempo que dure la perturbación, su intensidad y naturaleza (Instituto Mi Río – Universidad de Antioquia, 2001).

Los macroinvertebrados pueden vivir en ambientes lénticos (embalses, represas, lagunas) o lóticos (quebradas y ríos) y por lo general su hábitat está representado por macrófitas acuáticas, piedras, grava, arena, lodo y material vegetal en descomposición (troncos, frutos, hojas) a los cuales se adhieren permaneciendo algunos todo su ciclo de vida en el agua, o parte de él, como los

emergentes (adultos). Los macroinvertebrados se agrupan en tres clases: Clase I: Indicadores de aguas limpias; Clase II: Indicadores de aguas medianamente contaminadas y Clase III indicadores de medios contaminados.

En general, el bentos de agua dulce se caracteriza por su baja diversidad y reducida abundancia, por lo cual su utilidad como indicador biológico no ha sido suficientemente estudiada, a excepción del grupo de los insectos acuáticos de los cuales se conoce mejor su papel ecológico en los sistemas lóticos, principalmente (Roldan y Ramírez, 2008; Ramírez y Viña, 1998).

5.2.2.14.4 Metodología del muestreo

Fase de campo

La toma de muestras se realizó conforme lo estipulado en el procedimiento interno P-05 “Procedimiento muestreo de aguas e hidrobiología”, a continuación, se explican los procedimientos por comunidad muestreada.

Toma de muestra de Perifiton

Para la toma de muestras de ésta comunidad se realizó una inspección de la zona para identificar los posibles sustratos en el que la probabilidad de colonización de morfoespecies de microalgas sea la más alta posible. Para lo anterior se tuvieron en cuenta varias especificaciones entre las que se encuentran: 1) el sustrato debe aparentar haber estado sumergido varios días (preferiblemente semanas) en el agua. 2) tomar solo aquellos sustratos que indiquen presencia por ejemplo de biopelículas. 3) Tomar la muestra de los sustratos predominantes del cuerpo de agua (rocas, troncos y hojas).

En la Figura 5.2.2.45 de flujo se muestra paso a paso el proceso de la toma de muestras para esta comunidad.

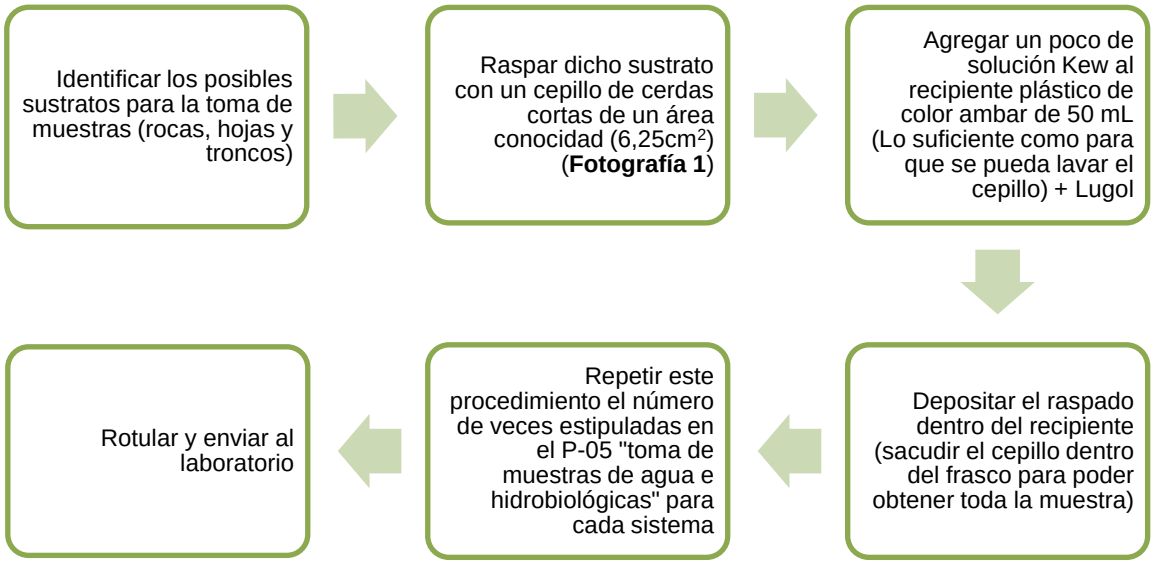


Figura 5.2.2.45 Diagrama de flujo esquematizando la toma de muestras de la comunidad perifítica

Fotografía 5.2.2.14.Colecta de perifiton

Toma de muestra de Macroinvertebrados Bentónicos

Para esta comunidad, se toman en cuenta las características del sistema con el fin de determinar que metodología usar para el muestreo.

En la Figura 5.2.2.46 de flujo se muestra paso a paso el proceso de la toma de muestras para esta comunidad.

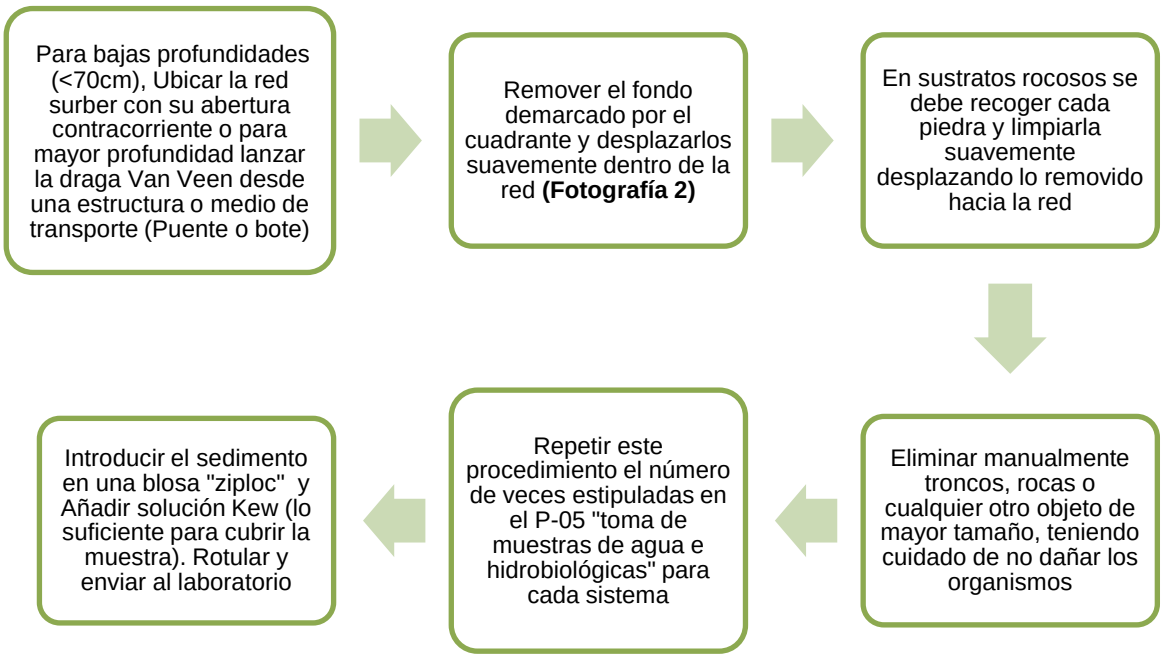


Figura 5.2.2.46 Diagrama de flujo esquematizando la toma de muestras de la comunidad bentónica.

Fotografía 5.2.2.15. Uso de la red Surber

Fase de laboratorio

A continuación, se describe cada una de las actividades realizadas durante la fase de laboratorio para cada uno de los componentes hidrobiológicos.

Muestra de Perifiton

El análisis se realizó conforme a lo estipulado en el procedimiento técnico de ensayo (PTE-03 "Análisis de perifiton"). La observación de los organismos del perifiton, se realizó con un microscopio binocular marca Nikon Eclipse E100 (aumento de 40X), basándose en la metodología propuesta en bibliografía de la APHA- Hein (2005) , la cual consistió en concentrar la muestra hasta un 30% de su volumen original, homogenizar la muestra, tomar un volumen de muestra conocido y observar al microscopio óptico la totalidad de dicho volumen, identificando los organismos al nivel taxonómico más bajo posible, para lo cual se utilizaron las referencias bibliográficas de Roldan (1988 y 2003) Roldan y Ramírez (2008), y Streble & Krauter (1987). La clasificación taxonómica se basa en las propuestas de Integrated Taxonomy Information System (ITIS) y Guiry (2011). Los resultados obtenidos de la identificación y conteo de los organismos se diligenciaron en los formatos F-42 que corresponden al formato de captura de datos para perifiton.

Muestra de Macroinvertebrados Bentónicos

El análisis se realizó conforme a lo estipulado en el procedimiento técnico de ensayo (PTE-04 "Análisis de macroinvertebrados bentónicos"). Una vez en el laboratorio se pasó la totalidad de la muestra por un tamiz de 180 µm de diámetro de poro, para eliminar los sedimentos finos que acompañan a los macroinvertebrados. Los métodos y técnicas de análisis se siguieron bajo las recomendaciones de Ministerio de Medio Ambiente y Desarrollo Territorial (2010) y Hein (2005). El material resultante se almacenó en bolsas plásticas transparentes, debidamente rotuladas y fijadas con una solución Kew y coloradas con Rosa de bengala. Posteriormente las muestras fueron dispuestas en bandejas blancas y observadas con la ayuda de una lámpara con lupa para separar los organismos del sedimento acompañante.

Los organismos así separados, se identificaron taxonómicamente con ayuda de un estereoscopio binocular marca Advance Optical y un microscopio binocular de marca Nikon Eclipse E100. Para la identificación se utilizó bibliografía especializada de Roldán (1988 y 2003), Roldan y Ramírez (2008), Bouchard (2004), Streble & Krauter (1987) y Ruiz-Moreno *et al.* (2000). La clasificación taxonómica se adecuó a la propuesta por el Integrated Taxonomy Information System (ITIS). Los resultados obtenidos de la identificación y conteo de los organismos se diligenciaron en los formatos F-43 que corresponden al formato de captura de datos para macroinvertebrados bentónicos.

Fase de gabinete

Este paso consistió en la organización en tablas de los datos primarios de cada comunidad, expresando los resultados en términos de organismos por unidad de área (Macroinvertebrados bentónicos: Ind/m^2 y Perifiton: Ind/cm^2) y porcentaje de cobertura en el caso de las macrófitas.

5.2.2.14.5 Índices de Diversidad, riqueza y dominancia

La Biodiversidad también llamada diversidad biológica, hace referencia a la amplia variedad de seres vivos sobre la Tierra. Existen diversos tipos de índices, de diversidad, de riqueza y de dominancia. Por ejemplo, los índices de riqueza indican el número de elementos, normalmente número de morfoespecies (nivel específico), o del número de hábitats o unidades ambientales diferentes (nivel Ecosistémico).

Cada uno de los índices es unidimensional y de lectura limitada, por lo que las comparaciones y valoraciones de la diversidad son incompletas en éstos términos, es decir, no es posible comparar valores entre distintos índices, por lo tanto se hace necesario la descripción de varios índices con el fin de detallar de la mejor manera las variaciones que puede tener el ecosistema en el tiempo. Es así como las mediciones de riqueza y abundancia relativa se han convertido en estándares básicos de índices ecológicos.

Para una mejor interpretación se realizaron gráficas de abundancia y riqueza de morfoespecies por División o Clase dependiendo de cada comunidad analizada usando el programa Microsoft Excel®, así como el paquete ecológico Primer V5 (R) (2001) para calcular los índices de diversidad: Shannon-Weiner (H´), predominio de Simpson, (D´) y Uniformidad de Pielou (J). Para una mejor interpretación de los índices a continuación se detallan los índices utilizados.

Total de morfoespecies

Representa un índice de riqueza. Se representa por la letra **S.**

Individuos totales

Individuos totales o número total de individuos en la estación, se representa con la letra **N**.

El índice de Shannon-Weiner

Es un estadístico utilizado como índice de diversidad muy utilizado. Tiene en cuenta la equidad de la muestra, es decir que tiene en cuenta la abundancia de todas las morfoespecies y es independiente del tamaño de la muestra (Moreno, 2001). Este índice se representa normalmente como H' y se expresa con un número positivo, que en la mayoría de los ecosistemas naturales varía entre 1 y 5. Excepcionalmente puede haber ecosistemas con valores mayores (bosques tropicales, arrecifes de coral) o menores (algunas zonas desérticas). El mayor limitante de este índice es que no tiene en cuenta la distribución de las morfoespecies en el espacio. Se calcula con la siguiente ecuación:

$$H` = -\sum_{i=1}^{s} p_i \log p_i$$

Donde p_i es la proporción de individuos de cada especie en el número total de organismos en la muestra. Como se indicó anteriormente, éste índice da resultados de 0,0-5,0 bits/individuo; valores de 0,0-1,5 bits demuestran aguas muy contaminadas, de 1,5-3,0 bits/individuo, medianamente contaminadas; y 3,0-5,0 bits/individuos, aguas muy limpias (Roldán y Ramírez, 2008).

Índice de Uniformidad o de Equidad de Pielou

Se considera la uniformidad o equitatividad, como el grado de equilibrio que puede alcanzar un ecosistema dado. Mide la proporción de la diversidad observada con relación a la máxima diversidad esperada (Moreno, 2001).

Este índice aplicado es la equitatividad o uniformidad, que corresponde al cociente entre la diversidad real y la máxima, indicando en los valores próximos a 2 que la comunidad está equilibrada.

Se calcula de la siguiente manera:

$$J` = \frac{H`}{H`\max}$$

El índice de Simpson

También conocido como el índice de la diversidad de las morfoespecies o índice de dominancia. Permiten medir la riqueza de organismos. En ecología, es también usado para cuantificar la biodiversidad de un hábitat. Toma un determinado número de morfoespecies presentes en el hábitat y su abundancia relativa (Moreno, 2001). El índice de Simpson representa la probabilidad de que dos individuos, dentro de un hábitat, seleccionados al azar pertenezcan a la misma especie. El índice más utilizado es lambda prima (λ').

Se calcula de la siguiente manera:

$$\lambda = \mathrm{P}\ \ p_i^2$$

Este índice varía entre 0 y 1; cuando los valores obtenidos tienden a 0, la diversidad es alta (Roldán y Ramírez, 2008).

El índice de diversidad de Margalef

Varía con el tamaño de la muestra y tiene en cuenta la relación ente el número de morfoespecies y el número total de individuos (Moreno, 2001). Se calcula con la siguiente ecuación:

Diversidad= (S-1)/log N

Donde, S= número de morfoespecies y N=número total de individuos. Este índice varía entre 0 y 30, cuando la diversidad es baja y la dominancia es alta, el índice tiene a 0 (Roldán y Ramírez, 2008).

5.2.2.14.6 Bioindicación

La bioindicación se obtuvo de acuerdo al menor grado taxonómico obtenido por cada especie o morfoespecie y se utilizó la obra de Pinilla (2000), la cual presenta una compilación bibliográfica acerca de bioindicadores en sistemas acuáticos en Colombia.

Para cada comunidad se agruparon aquellas bioindicaciones similares y teniendo en cuenta el número de individuos se realizó una gráfica de porcentaje la cual permite un análisis del estado del sistema por cada una de las comunidades estudiadas.

5.2.2.15 Ubicación y descripción de áreas de muestreo

A continuación, se observan y describen los puntos de muestreo seleccionados tal como lo sugiere el "Monitoreo hidrobiológico para el área de influencia del proyecto del Metro de Bogotá D.C.", teniendo en cuenta los lineamientos consignados en tal documento y la información obtenida por el proyecto.

5.2.2.15.1 Canal Cundinamarca aguas arriba

<table>
<tr><th colspan="5">CANAL CUNDINAMARCA AGUAS ARRIBA</th></tr>
<tr><td colspan="5"> </td></tr>
<tr><th colspan="5">Descripción</th></tr>
<tr><td>Tipo de Vegetación</td><td colspan="4">Pastos por fuera del canal</td></tr>
<tr><td>Tipo de Asentamiento</td><td colspan="4">Cambuches, vía paralela al sistema y construcciones cercanas</td></tr>
<tr><td>Descargas y Tipo</td><td colspan="4">No se observan, pero se sospecha que debe recibir muchas descargas en su recorrido</td></tr>
<tr><td>Características organolépticas</td><td colspan="4">Agua color negro con basura en las riveras. Olor a materia orgánica</td></tr>
<tr><td rowspan="2">Tipo de corriente</td><td rowspan="2">Lótico (muy poca corriente)</td><td rowspan="2">Coordenadas</td><td>E:</td><td>989067,06</td></tr>
<tr><td>N:</td><td>1005707,14</td></tr>
<tr><td colspan="5">Observaciones del Sitio: Sistema canalizado. Hay una entrada directa por la que pueden entrar vehículos al cuerpo del agua. Poca corriente que puede cambiar superficialmente con el viento. Fondo lodoso por acumulación de materia orgánica. Sus aguas confluyen con las del canal aguas abajo para ingresar a la planta de tratamiento.</td></tr>
</table>

5.2.2.15.2 Canal Cundinamarca aguas abajo

<table>
<tr><th colspan="5">CANAL CUNDINAMARCA AGUAS ABAJO</th></tr>
<tr><td colspan="5"> </td></tr>
<tr><th colspan="5">Descripción</th></tr>
<tr><td>Tipo de Vegetación</td><td colspan="4">Pastos por fuera del canal.</td></tr>
<tr><td>Tipo de Asentamiento</td><td colspan="4">Cambuches, vía paralela al sistema y construcciones cercanas</td></tr>
<tr><td>Descargas y Tipo</td><td colspan="4">No se observan, pero se sospecha que debe recibir muchas descargas en su recorrido</td></tr>
<tr><td>Características organolépticas</td><td colspan="4">Agua color amarillo-verdoso con basura en las riveras. Olor a materia orgánica</td></tr>
<tr><td rowspan="2">Tipo de corriente</td><td rowspan="2">Lótico (muy poca corriente)</td><td rowspan="2">Coordenadas</td><td>E:</td><td>988349,44</td></tr>
<tr><td>N:</td><td>1005156,17</td></tr>
<tr><td colspan="5">Observaciones del Sitio: Sistema canalizado. Cúmulos de microalgas flotando en la superficie. Aguas abajo hay un puente y el agua pasa por tos tubos de concreto. Sus aguas confluyen con el sistema aguas arriba para dirigirse a la planta de tratamiento. Se capturó un pez de la familia Poecilidae con la red Surber, cuya presencia se atribuye a un evento accidental al escapar de alguna vivienda del sector, debido a que el “guppy” (Poecilia reticulata) es una especie comun de acuario adaptada a condiciones extremas de calidad físico-química del agua y de “stress”, pero que no llega a establecerse como población en los canales de la ciudad, dada las condiciones severas y desfavorables del hábitat.</td></tr>
</table>

5.2.2.15.3 Canal Tintal II aguas arriba

<table>
<tr><th colspan="5">CANAL TINTAL II AGUAS ARRIBA</th></tr>
<tr><td colspan="5"> </td></tr>
<tr><th colspan="5">Descripción</th></tr>
<tr><td>Tipo de Vegetación</td><td colspan="4">Pastos en sus riberas</td></tr>
<tr><td>Tipo de Asentamiento</td><td colspan="4">Zona urbana</td></tr>
<tr><td>Descargas y Tipo</td><td colspan="4">No se observan, pero se sospecha que recibe aguas lluvias y varias descargas de tipo doméstico a lo largo de su recorrido</td></tr>
<tr><td>Características organolépticas</td><td colspan="4">Agua turbia color verde-lechoso. Olor a materia orgánica y basuras</td></tr>
<tr><td rowspan="2">Tipo de corriente</td><td rowspan="2">Lótico con lugares Lénticos y de remansos.</td><td rowspan="2">Coordenadas</td><td>E:</td><td>989605</td></tr>
<tr><td>N:</td><td>1003635,22</td></tr>
<tr><td colspan="5">Observaciones del Sitio: El sistema pasa en medio de una avenida. Se observa mucha basura. Hay un grupo de indigentes viviendo en un cambuche improvisado en el sitio de muestreo. Presencia de un tubo de concreto que al parecer descarga aguas lluvias en el cuerpo de agua, pero en el momento del muestreo no presentaba descargas. Se observa presencia de aguas grises debido al aspecto, el color del agua (como si tuviera jabón) y el olor. Al parecer los indigentes usan esas aguas para sus diversas necesidades.</td></tr>
</table>

5.2.2.15.4 Canal Tintal II Aguas Abajo

<table>
<tr><th colspan="5">CANAL TINTAL II AGUAS ABAJO</th></tr>
<tr><td colspan="5"> </td></tr>
<tr><th colspan="5">Descripción</th></tr>
<tr><td>Tipo de Vegetación</td><td colspan="4">Pastos en sus riberas</td></tr>
<tr><td>Tipo de Asentamiento</td><td colspan="4">Zona urbana</td></tr>
<tr><td>Descargas y Tipo</td><td colspan="4">No se observan, pero se sospecha que recibe aguas lluvias y varias descargas de tipo doméstico a lo largo de su recorrido</td></tr>
<tr><td>Características organolépticas</td><td colspan="4">Agua turbia color verde-lechoso. Olor a materia orgánica y basuras</td></tr>
<tr><td rowspan="2">Tipo de corriente</td><td rowspan="2">Lótico</td><td rowspan="2">Coordenadas</td><td>E:</td><td>989468</td></tr>
<tr><td>N:</td><td>1003892,67</td></tr>
<tr><td colspan="5">Observaciones del Sitio: El sistema pasa en medio de una avenida después de un puente. Justo en ese sector el sistema se encuentra canalizado. Se observa mucha basura. La acumulación de materia orgánica ha generado una especie de "playa" en el punto. Se nota presencia de aguas grises por el color del agua (como si tuviera jabón) y el olor.</td></tr>
</table>

5.2.2.15.5 Canal Río Seco Aguas Arriba

<table>
<tr><th colspan="5">CANAL RÍO SECO AGUAS ARRIBA</th></tr>
<tr><td colspan="5"> </td></tr>
<tr><th colspan="5">Descripción</th></tr>
<tr><td>Tipo de Vegetación</td><td colspan="4">Pastos en sus riberas y árboles aislados</td></tr>
<tr><td>Tipo de Asentamiento</td><td colspan="4">Zona urbana</td></tr>
<tr><td>Descargas y Tipo</td><td colspan="4">No se observan, pero se sospecha que recibe aguas lluvias a lo largo de su recorrido</td></tr>
<tr><td>Características organolépticas</td><td colspan="4">Agua transparente, se observa sitios de color verde por el tapete algar que cubre el fondo. Inodora. Presencia de basuras.</td></tr>
<tr><td rowspan="2">Tipo de corriente</td><td rowspan="2">Lótico</td><td rowspan="2">Coordenadas</td><td>E:</td><td>995006</td></tr>
<tr><td>N:</td><td>1000813,7</td></tr>
<tr><td colspan="5">Observaciones del Sitio: Sistema canalizado. Al parecer es un receptor de aguas lluvias. Aguas abajo se encuentra un puente vehicular. Bajo dicho puente al parecer habitan indigentes y se observaron varias ratas también. El fondo del sistema está cubierto por una capa de algas.</td></tr>
</table>

5.2.2.15.6 Canal Río Seco Aguas Abajo

<table>
<tr><th colspan="5">CANAL RÍO SECO AGUAS ABAJO</th></tr>
<tr><td colspan="5"> </td></tr>
<tr><th colspan="5">Descripción</th></tr>
<tr><td>Tipo de Vegetación</td><td colspan="4">Pastos en sus riberas y árboles aislados</td></tr>
<tr><td>Tipo de Asentamiento</td><td colspan="4">Zona urbana</td></tr>
<tr><td>Descargas y Tipo</td><td colspan="4">No se observan, pero se sospecha que recibe aguas lluvias a lo largo de su recorrido</td></tr>
<tr><td>Características organolépticas</td><td colspan="4">Agua transparente, se observan sitios de color verde por el tapete algal que cubre el fondo. Inodora. Presencia de basuras.</td></tr>
<tr><td rowspan="2">Tipo de corriente</td><td rowspan="2">Lótico</td><td rowspan="2">Coordenadas</td><td>E:</td><td>994969</td></tr>
<tr><td>N:</td><td>1000778,87</td></tr>
<tr><td colspan="5">Observaciones del Sitio: Sistema canalizado. Al parecer es un receptor de aguas lluvias. Aguas arriba se encuentra un puente vehicular, en donde al parecer habitan indigentes. Se observaron roedores (ratas). El fondo del sistema está cubierto por una capa de algas.</td></tr>
</table>

5.2.2.15.7 Canal Río Fucha Aguas Arriba

<table>
<tr><th colspan="5">CANAL RÍO FUCHA AGUAS ARRIBA</th></tr>
<tr><td colspan="5"> </td></tr>
<tr><th colspan="5">Descripción</th></tr>
<tr><td>Tipo de Vegetación</td><td colspan="4">Pastos en sus riberas y árboles aislados</td></tr>
<tr><td>Tipo de Asentamiento</td><td colspan="4">Zona urbana</td></tr>
<tr><td>Descargas y Tipo</td><td colspan="4">No se observan, pero se sospecha que recibe aguas lluvias a lo largo de su recorrido, además de algún vertimiento de tipo doméstico</td></tr>
<tr><td>Características organolépticas</td><td colspan="4">Agua color café-verdoso. Olor a materia orgánica. Presencia de basuras.</td></tr>
<tr><td rowspan="2">Tipo de corriente</td><td rowspan="2">Lótico</td><td rowspan="2">Coordenadas</td><td>E:</td><td>996583</td></tr>
<tr><td>N:</td><td>1000092,15</td></tr>
<tr><td colspan="5">Observaciones del Sitio: Sistema canalizado. Tanto aguas arriba como aguas abajo hay puentes vehiculares. En el puente aguas arriba hay instrumentos y sensores de medición de caudal. La corriente presenta bastante basura que arrastra el cuerpo de agua.</td></tr>
</table>

5.2.2.15.8 Canal Río Fucha Aguas Abajo

<table>
<tr><th colspan="5">CANAL RÍO FUCHA AGUAS ABAJO</th></tr>
<tr><td colspan="5"> </td></tr>
<tr><th colspan="5">Descripción</th></tr>
<tr><td>Tipo de Vegetación</td><td colspan="4">Pastos en sus riberas y árboles aislados</td></tr>
<tr><td>Tipo de Asentamiento</td><td colspan="4">Zona urbana</td></tr>
<tr><td>Descargas y Tipo</td><td colspan="4">No se observan, pero se sospecha que recibe aguas lluvias a lo largo de su recorrido, además de algún vertimiento de tipo doméstico</td></tr>
<tr><td>Características organolépticas</td><td colspan="4">Agua color café-verdoso. Olor a materia orgánica. Presencia de basuras.</td></tr>
<tr><td rowspan="2">Tipo de corriente</td><td rowspan="2">Lótico</td><td rowspan="2">Coordenadas</td><td>E:</td><td>996361</td></tr>
<tr><td>N:</td><td>1000197,31</td></tr>
<tr><td colspan="5">Observaciones del Sitio: Sistema canalizado. Aguas arriba hay un puente vehicular. Hay alta presencia de indigentes que usan el canal para sus necesidades. Presencia de basura en el cuerpo de agua.</td></tr>
</table>

5.2.2.15.9 Canal Arzobispo Aguas Arriba

<table>
<tr><th colspan="5">CANAL ARZOBISPO AGUAS ARRIBA</th></tr>
<tr><td colspan="5"> </td></tr>
<tr><th colspan="5">Descripción</th></tr>
<tr><td>Tipo de Vegetación</td><td colspan="4">Pastos en sus riberas y árboles aislados</td></tr>
<tr><td>Tipo de Asentamiento</td><td colspan="4">Zona urbana</td></tr>
<tr><td>Descargas y Tipo</td><td colspan="4">No se observan, pero se sospecha que recibe aguas lluvias a lo largo de su recorrido, además de algún vertimiento de tipo doméstico</td></tr>
<tr><td>Características organolépticas</td><td colspan="4">Agua color café-verdoso. Olor a materia orgánica. Presencia de basuras y materia fecal en el canal.</td></tr>
<tr><td rowspan="2">Tipo de corriente</td><td rowspan="2">Lótico</td><td rowspan="2">Coordenadas</td><td>E:</td><td>1001054</td></tr>
<tr><td>N:</td><td>1003554,81</td></tr>
<tr><td colspan="5">Observaciones del Sitio: Cuerpo de agua canalizado en ladrillo. El sistema no presentaba sedimento, sólo el fondo de ladrillo, razón por la cual no se pudo colectar la muestra de macroinvertebrados bentónicos, además del tamaño y la forma del canal que no permitían el uso de la red Surber. Muchos indigentes en la zona usan las aguas del canal para todas sus necesidades (incluida la cocina).</td></tr>
</table>

5.2.2.15.10 Canal Arzobispo Aguas Abajo

<table>
<tr><th colspan="5">CANAL ARZOBISPO AGUAS ABAJO</th></tr>
<tr><td colspan="5"> </td></tr>
<tr><td colspan="5">Descripción</td></tr>
<tr><td>Tipo de Vegetación</td><td colspan="4">Pastos en sus riberas y árboles (se encuentra dentro de un parque)</td></tr>
<tr><td>Tipo de Asentamiento</td><td colspan="4">Zona urbana</td></tr>
<tr><td>Descargas y Tipo</td><td colspan="4">No se observan, pero se sospecha que recibe aguas lluvias a lo largo de su recorrido, además de algún vertimiento de tipo doméstico</td></tr>
<tr><td>Características organolépticas</td><td colspan="4">Agua color café-verdoso. Olor a materia orgánica. Presencia de basuras y materia fecal en el canal.</td></tr>
<tr><td rowspan="2">Tipo de corriente</td><td rowspan="2">Lótico</td><td rowspan="2">Coordenadas</td><td>E:</td><td>1000956</td></tr>
<tr><td>N:</td><td>1003659,7</td></tr>
<tr><td colspan="5">Observaciones del Sitio: Cuerpo de agua canalizado en ladrillo. El sistema no presentaba sedimento, sólo el fondo de ladrillo, razón por la cual no se pudo colectar la muestra de macroinvertebrados bentónicos, además del tamaño y la forma del canal que no permitían el uso de la red Surber. Muchos indigentes en la zona usan las aguas del canal para todas sus necesidades (incluida la cocina). Queda ubicado en un pequeño parque.</td></tr>
</table>

5.2.2.15.11Canal Albina Aguas Arriba

<table>
<tr><th colspan="5">CANAL ALBINA AGUAS ARRIBA</th></tr>
<tr><td colspan="5"> </td></tr>
<tr><td colspan="5">Descripción</td></tr>
<tr><td>Tipo de Vegetación</td><td colspan="4">Pastos en sus riberas y árboles aislados</td></tr>
<tr><td>Tipo de Asentamiento</td><td colspan="4">Zona urbana</td></tr>
<tr><td>Descargas y Tipo</td><td colspan="4">No se observan, pero se sospecha que recibe aguas lluvias a lo largo de su recorrido, además de algún vertimiento de tipo doméstico</td></tr>
<tr><td>Características organolépticas</td><td colspan="4">Agua color café-verdoso. Olor a materia orgánica. Presencia de basuras.</td></tr>
<tr><td rowspan="2">Tipo de corriente</td><td rowspan="2">Lótico</td><td rowspan="2">Coordenadas</td><td>E:</td><td>995607</td></tr>
<tr><td>N:</td><td>1000452,06</td></tr>
<tr><td colspan="5">Observaciones del Sitio: Sistema canalizado. Al parecer sirve para colectar y evacuar aguas lluvias. Presencia de indigentes en la zona que usan el canal para sus necesidades.</td></tr>
</table>

5.2.2.15.12Canal Albina Aguas Abajo

<table>
<tr><th colspan="5">CANAL ALBINA AGUAS ABAJO</th></tr>
<tr><td colspan="5"> </td></tr>
<tr><th colspan="5">Descripción</th></tr>
<tr><td>Tipo de Vegetación</td><td colspan="4">Pastos en sus riberas y árboles aislados</td></tr>
<tr><td>Tipo de Asentamiento</td><td colspan="4">Zona urbana</td></tr>
<tr><td>Descargas y Tipo</td><td colspan="4">No se observan, pero se sospecha que recibe aguas lluvias a lo largo de su recorrido, además de algún vertimiento de tipo doméstico</td></tr>
<tr><td>Características organolépticas</td><td colspan="4">Agua color café-verdoso. Olor a materia orgánica. Presencia de basuras.</td></tr>
<tr><td rowspan="2">Tipo de corriente</td><td rowspan="2">Lótico</td><td rowspan="2">Coordenadas</td><td>E:</td><td>995556</td></tr>
<tr><td>N:</td><td>1000383,24</td></tr>
<tr><td colspan="5">Observaciones del Sitio: Sistema canalizado. Al parecer sirve para colectar y evacuar aguas lluvias. Presencia de indigentes en la zona que usan el canal para sus necesidades.</td></tr>
</table>

5.2.2.16 Resultados hidrobiológicos

La estructura y dinámica de las comunidades hidrobiológicas de los cuerpos de agua responden al funcionamiento de sistemas de escalas espacios-temporales mayores, tales como los cambios hidrodinámicos de los cuerpos de agua dentro de su cuenca, el macroclima regional, las condiciones geológicas y geomorfológicas de la cuenca, las unidades vegetales presentes y las características del componente edáfico, entre otros.

El presente estudio se basa en el análisis de la composición y estructura de las comunidades hidrobiológicas y de la bioindicación de las especies encontradas en cada uno de los sistemas evaluados

5.2.2.16.1 Canal Cundinamarca aguas arriba

Composición comunidades

Perifiton

En esta estación de monitoreo, se registraron tres especies pertenecientes a la división Ochrophyta y Cyanophycota (Anexo 5.2.2.3). La Figura 5.2.2.47, indica que la especie dominante es *Oscillatoria* sp. al presentar una abundancia de 11,6 ind/cm^2. Esta especie sugiere sedimentos y conductividad altos y mesotrofía-eutrofia. Le sigue *Nitzschia* sp. con 6,6 ind/cm^2.

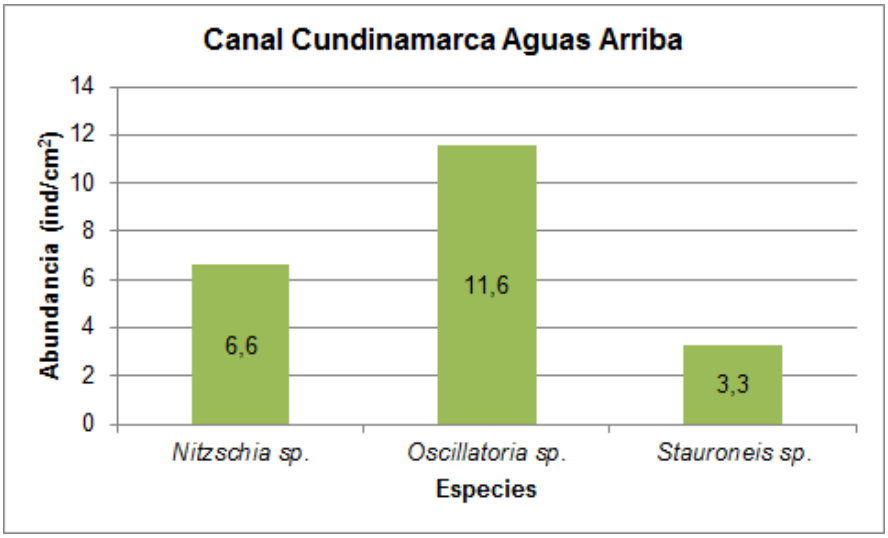


Figura 5.2.2.47. Abundancias de morfoespecies perifíticas para la estación Canal Cundinamarca Aguas Arriba

- *Macroinvertebrados bentónicos*

Se identificó una sola especie en esta comunidad (*Dero* sp.) perteneciente al phylum Annelida y con una abundancia de 13 ind/m^2. Esta especie sugiere la presencia de Aguas con poco oxígeno y eutróficas.

- *Índices ecológicos*

La Tabla 5.2.2.36 presenta los resultados de los índices ecológicos de las comunidades hidrobiológicas evaluadas para la estación “Canal Cundinamarca Aguas Arriba”.

Tabla 5.2.2.36.Índices ecológicos de las comunidades hidrobiológicas de la estación Canal Cundinamarca Aguas Arriba

Canal Cundinamarca Aguas Arriba						
Comunidad	**S**	**N**	**d**	**J'**	**H'(log2)**	**λ'**
Perifiton	3	21,5	0,65	0,89	1,42	0,38
Bentos	1	13	0	---	0	1
Interpretación						
Índice de Margalef (d)	Cuando la diversidad es baja y la dominancia es alta, el índice tiende a 0					
Equidad de Pielou (J')	Varía entre 0 y 1 valores cercanos a cero no son equiparables					
Shannon - Wiener (H')	0 - 1,5 = aguas contaminadas					
	1,5 - 3 = aguas medianamente contaminadas					
	3 - 5 = aguas limpias					
Índice de Simpson (λ')	Cuando los valores obtenidos tienden a 0, la diversidad es alta					

La comunidad bentónica al presentar una sola especie no permite el cálculo de los índices. Por otro lado, el perifiton por medio del índice de Margalef y Simpson sugiere una diversidad media-baja, aunque una equiparabilidad alta (0,89) lo cual se debe a que no hay especies que dominen ampliamente sobre el resto. Por último, el índice de Shannon-Wiener indica aguas contaminadas debido a que su valor se acomodó en el rango de 0-1,5 ind/bits.

- *Bioindicación*

Las Figura 5.2.2.48, y Figura 5.2.2.49 muestran en términos de porcentaje el conjunto de la bioindicación de las morfoespecies respecto sus abundancias para cada comunidad.

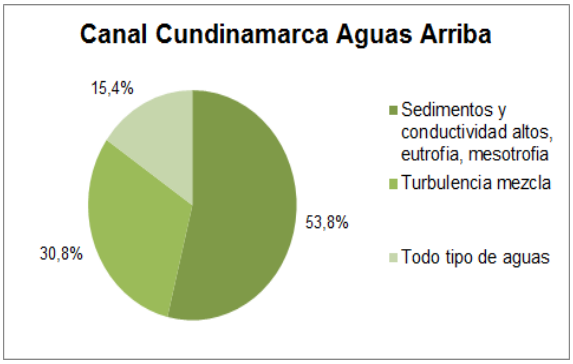


Figura 5.2.2.48. Porcentaje de organismos bioindicadores del perifiton.

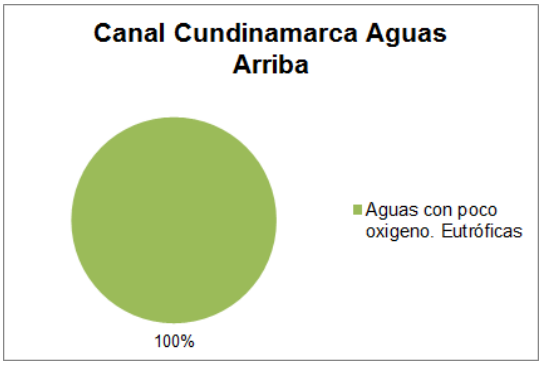


Figura 5.2.2.49. Porcentaje de organismos bioindicadores del Macroinvertebrados bentónicos.

En general la bioindicación sugiere aguas en mal estado, con sedimentos y conductividad altos, y bajas concentraciones de oxígeno asociadas a una gran concentración de materia orgánica, tal como lo indican el tipo de los macroinvertebrados bentónicos presentes.

5.2.2.16.2 Canal Cundinamarca Aguas Abajo

Composición de comunidades

- *Perifiton*

Para la comunidad perifítica en este punto, se identificaron al igual que en el anterior, tres especies. Éstas pertenecientes a las divisiones Ochrophyta, Cyanophycota y Euglenophycota (Anexo 5.2.2.3). La especie más abundante fue *Euglena* sp. con 78,2 ind/cm^2 demostrando ser la dominante en la comunidad y bioindicadora de resistencia a pesticidas, eutrofia y materia orgánica. De igual manera, hay dos especies con menor abundancia que no superan los 24 ind/cm^2 (Figura 5.2.2.50).

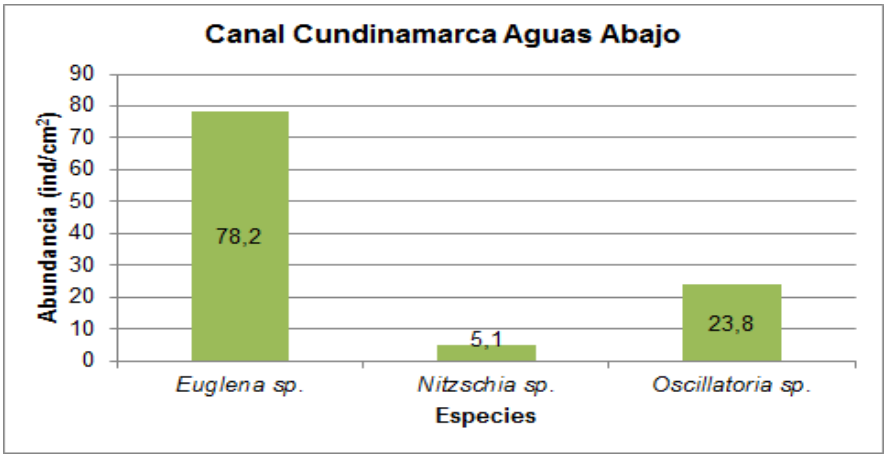


Figura 5.2.2.50. Abundancias de morfoespecies perifíticas para la estación Canal Cundinamarca Aguas Abajo

- *Macroinvertebrados bentónicos*

La comunidad bentónica registró dos especies, dentro de las cuales la especie *Daphnia sp.* presentó la mayor abundancia con un valor de 3 703,7 ind/$m^{2,}$ mostrando eutrofia y asociación con un bajo nivel de oxígeno. (Figura 5.2.2.51). Cabe aclarar que las estaciones de muestreo corresponden a dos sistemas diferentes que confluyen en el punto medio para hacer su ingreso a la planta de tratamiento ubicada cerca a ese sitio. Lo anterior conduce a resultados tan diversos.

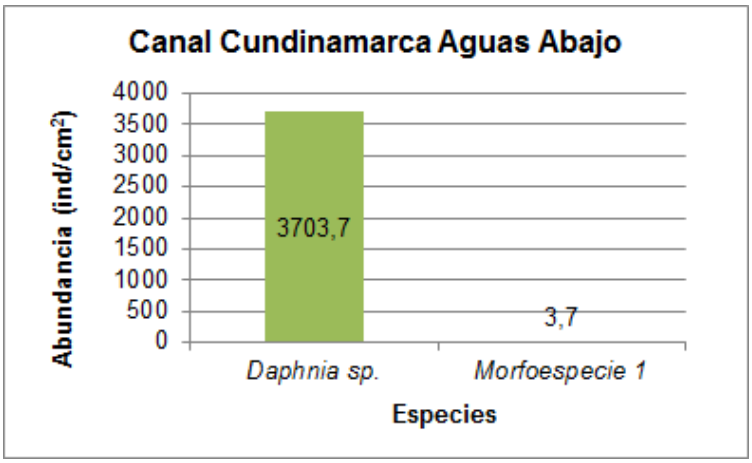


Figura 5.2.2.51 Abundancias de morfoespecies bentónicas para la estación Canal Cundinamarca Aguas Abajo

- *Índices ecológicos*

Los resultados de los índices ecológicos de las comunidades hidrobiológicas evaluadas para la estación Canal Cundinamarca Aguas Abajo se encuentran en la Tabla 5.2.2.37.

Tabla 5.2.2.37. Índices ecológicos de las comunidades hidrobiológicas de la estación Canal Cundinamarca Aguas Abajo

Canal Cundinamarca Aguas Abajo						
Comunidad	**S**	**N**	**d**	**J'**	**H'(log2)**	**λ'**
Perifiton	3	107,1	0,43	0,65	1,02	0,58
Bentos	2	3707,4	0,12	0,01	0,01	1,00
Interpretación						
Índice de Margalef (d)	Cuando la diversidad es baja y la dominancia es alta, el índice tiende a 0					
Equidad de Pielou (J')	Varía entre 0 y 1 valores cercanos a cero no son equiparables					
Shannon - Wiener (H')	0 - 1,5 = aguas contaminadas					
	1,5 - 3 = aguas medianamente contaminadas					
	3 - 5 = aguas limpias					
Índice de Simpson (λ')	Cuando los valores obtenidos tienden a 0, la diversidad es alta					

El índice de Simpson sugiere que la comunidad más diversa es la perifítica, lo anterior es confirmado por el índice de Margalef. Pielou muestra que la comunidad perifítica presentó una equiparabilidad media, mientras que el bentos una muy baja, lo anterior debido a la clara dominancia de la especie *Daphnia* sp. De igual manera, los valores del índice de Shannon – Wiener reflejan que los resultados de las comunidades apuntan a que las aguas de la estación se encuentran en el rango de aguas contaminadas (0-1,5 bits/ind).

- *Bioindicación*

Las Figura 5.2.2.52 y Figura 5.2.2.53 muestran en términos de porcentaje el conjunto de la bioindicación de las especies respecto sus abundancias para cada comunidad.

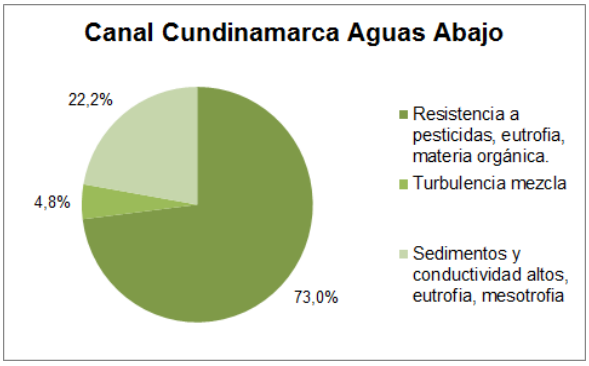


Figura 5.2.2.52.Porcentaje de organismos Bioindicadores del perifiton

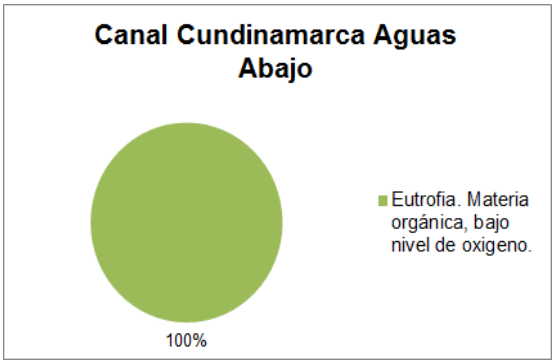


Figura 5.2.2.53. Porcentaje de organismos Bioindicadores de Macroinvertebrados bentónicos

Como se observa, las condiciones en donde se encuentran las comunidades muestran en general una gran concentración de materia orgánica, la cual al sobrepasar la capacidad de saturación del sistema produce falta de oxígeno disponible debido a demanda en los procesos de oxidación de los componentes orgánicos.

5.2.2.16.3 Canal Tintal II Aguas Arriba

Composición de comunidades

- *Perifiton*

Se identificaron cuatro especies de microalgas pertenecientes a las divisiones Ochrophyta, Chlorophyta, Cyanophycota y Euglenophycota (Anexo 5.2.2.3), de las cuales *Chlamydomonas* sp. bioindicadora de eutrofia, presentó la mayor abundancia con 989 ind/cm^2, siendo total dominadora de la muestra ya que las demás especies no superaron los 14,3 ind/cm^2 (Figura 5.2.2.54).

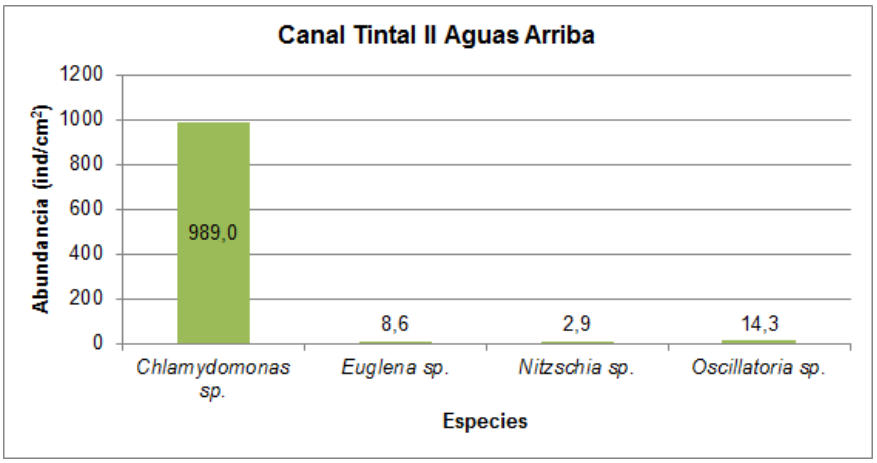


Figura 5.2.2.54.Abundancias de morfoespecies perifíticas para la estación Canal Tintal II Aguas Arriba

- *Macroinvertebrados bentónicos*

Se identificó un macroinvertebrado bentónico (*Physa* sp.) con una abundancia de 5,6 ind/m^2. Este organismo a nivel de género es bioindicador de diversos ambientes, al encontrarse en aguas desde muy contaminadas a limpias. Por lo anterior, es necesario para este grupo llegar a una identificación taxonómica a nivel de especie para determinar su estado de bioindicación.

- *Índices ecológicos*

La Tabla 5.2.2.38 indica los resultados de los índices ecológicos de las comunidades hidrobiológicas evaluadas para la estación Canal Tintal II Aguas Arriba.

Tabla 5.2.2.38. Índices ecológicos de las comunidades hidrobiológicas de la estación Canal Tintal II Aguas Arriba

Canal Tintal II Aguas Arriba						
Comunidad	**S**	**N**	**d**	**J'**	**H'(log2)**	**λ'**
Perifiton	4	1014,8	0,43	0,10	0,21	0,95
Bentos	1	5,6	0	---	0	1
Interpretación						
Índice de Margalef (d)	Cuando la diversidad es baja y la dominancia es alta, el índice tiende a 0					
Equidad de Pielou (J')	Varía entre 0 y 1 valores cercanos a cero no son equiparables					
Shannon - Wiener (H')	0 - 1,5 = aguas contaminadas					
	1,5 - 3 = aguas medianamente contaminadas					
	3 - 5 = aguas limpias					
Índice de Simpson (λ')	Cuando los valores obtenidos tienden a 0, la diversidad es alta					

La comunidad bentónica al presentar una sola especie no permite el cálculo de los índices. Por otro lado, el perifiton por medio del índice de Margalef y Simpson sugiere una diversidad media-baja. La equiparabilidad es baja también, lo que se debe a la dominancia de una de sus especies sobre las demás. Por último, el índice de Shannon-Wiener indica aguas contaminadas debido a que su valor se encuentra en el rango de 0-1,5 ind/bits.

- *Bioindicación*

Las Figura 5.2.2.55 y Figura 5.2.2.56 muestran en términos de porcentaje el conjunto de la bioindicación de las especies respecto sus abundancias para cada comunidad.

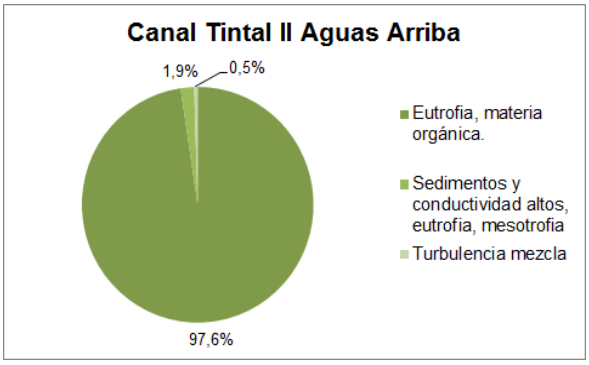


Figura 5.2.2.55 Porcentaje de organismos bioindicadores del perifiton

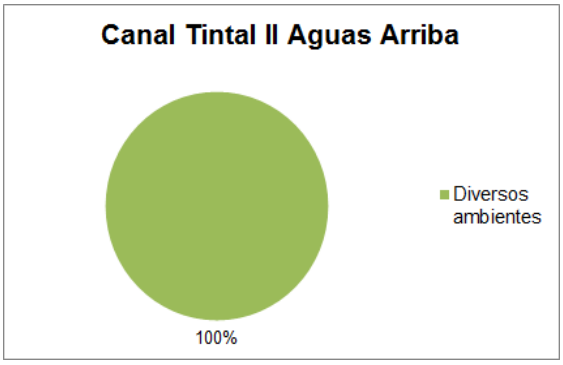


Figura 5.2.2.56 Porcentaje de organismos bioindicadores de Macroinvertebrados bentónicos

El perifiton sugiere aguas contaminadas con materia orgánica, mientras que el bentos indica diversos ambientes, es decir que la bioindicación puede significar desde aguas muy contaminadas a limpias. Con base en el resultado del perifiton, se puede concluir que las aguas presentan una concentración alta de materia orgánica.

5.2.2.16.4 Canal Tintal II Aguas Abajo

Composición de comunidades

- *Perifiton*

En la siguiente figura se observa a la comunidad perifítica, la cual estuvo representada por tres especies pertenecientes a las divisiones Chlorophyta y Euglenophycota (Anexo 5.2.2.3). Se observa que la especie *Chlamydomonas* sp. *Presentó* la mayor abundancia con 1 420 ind/cm^2. Esta especie es indicadora de eutrofia o contaminación por materia orgánica.

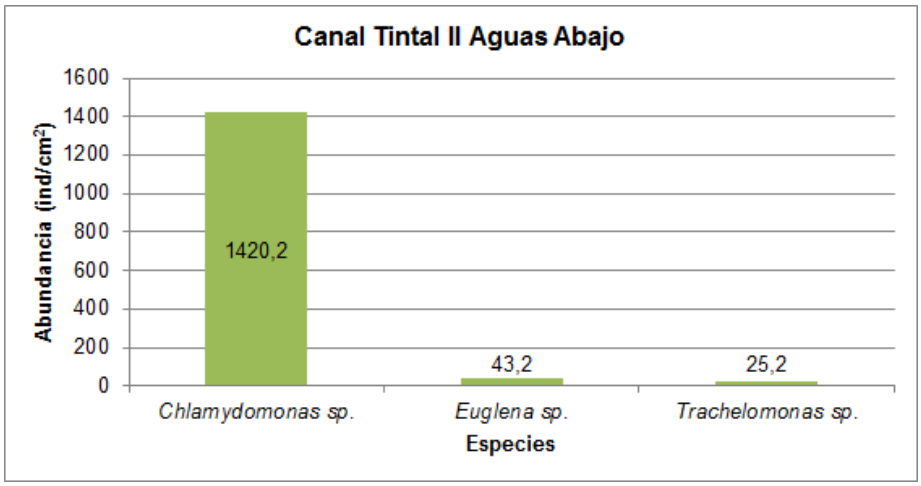


Figura 5.2.2.57 Abundancias de morfoespecies perifíticas para la estación Canal Tintal II Aguas Abajo

- *Macroinvertebrados Bentónicos*

En la Figura 5.2.2.58 se observa a la comunidad bentónica, la cual estuvo representada por dos especies. *Dero sp*. y *Physa* sp., las cuales bioindican respectivamente, aguas con poco oxígeno y diversos ambientes. Ambas especies presentaron la misma abundancia con 1,9 ind/m^2.

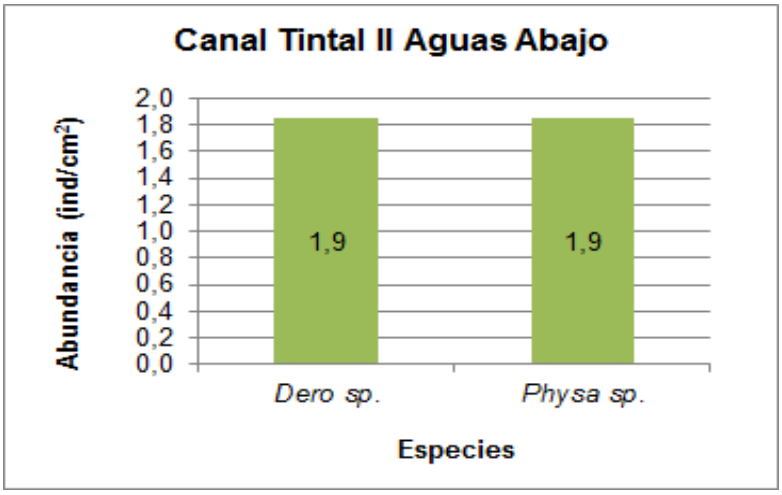


Figura 5.2.2.58. Abundancias de especies bentónicas para la estación Canal Tintal II Aguas Abajo

- *Índices Ecológicos*

Los resultados de los índices ecológicos de las comunidades hidrobiológicas evaluadas para la estación "Canal Tintal II Aguas Abajo" se encuentran en la Tabla 5.2.2.39.

Tabla 5.2.2.39.Índices ecológicos de las comunidades hidrobiológicas de la estación Canal Tintal II Aguas Abajo

Canal Tintal II Aguas Abajo						
Comunidad	**S**	**N**	**d**	**J'**	**H'(log2)**	**λ'**
Perifiton	3	1488,6	0,27	0,20	0,31	0,91
Bentos	2	3,8	0,75	1	1	0,32
Interpretación						
Índice de Margalef (d)	Cuando la diversidad es baja y la dominancia es alta, el índice tiende a 0					
Equidad de Pielou (J')	Varía entre 0 y 1 valores cercanos a cero no son equiparables					
Shannon - Wiener (H')	0 - 1,5 = aguas contaminadas					
	1,5 - 3 = aguas medianamente contaminadas					
	3 - 5 = aguas limpias					
Índice de Simpson (λ')	Cuando los valores obtenidos tienden a 0, la diversidad es alta					

Según el índice de Margalef y Simpson, la comunidad bentónica es la más diversa, lo cual es corroborado por el índice de Margalef. El índice de Pielou muestra que la comunidad perifítica presenta un bajo grado de equiparabilidad entre abundancias de sus especies debido a la dominancia de una de ellas; mientras que en el bentos, la equiparabilidad es lo más alta posible ya que las especies obtuvieron densidades iguales. Así mismo, los valores obtenidos del índice de Shannon – Wiener para las comunidades, sugieren que las aguas de la estación presentan un grado alto de contaminación, al oscilar los valores dentro de un rango de 0-1,5 bits/ind.

- *Bioindicación*

Las Figura 5.2.2.59 y Figura 5.2.2.60 muestran en términos de porcentaje el conjunto de la bioindicación de las morfoespecies respecto sus abundancias para cada comunidad.

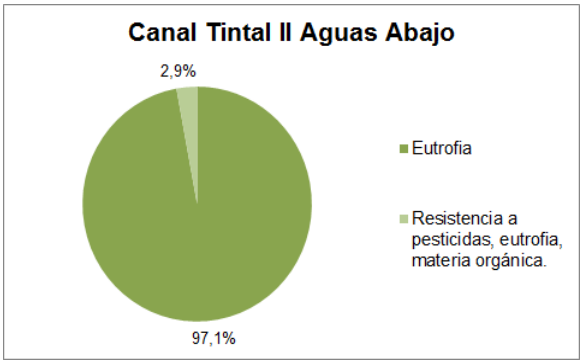


Figura 5.2.2.59. Porcentaje de organismos bioindicadores del perifiton

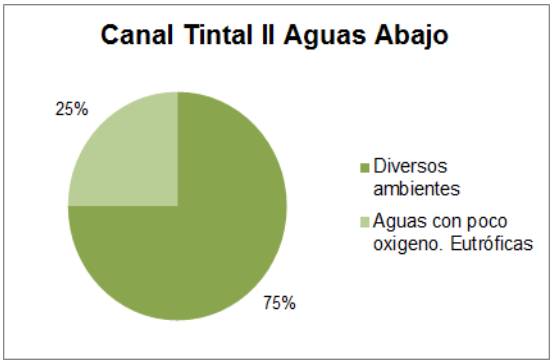


Figura 5.2.2.60. Porcentaje de organismos bioindicadores de Macroinvertebrados bentónicos

Como se observa en las figuras anteriores, las comunidades en general sugieren aguas con eutrofia y alto grado de contaminación. La calidad de agua se encuentra expuesta a esos grados de contaminación, principalmente por las actividades antropogénicas que se observaron (Lo anterior aplica para todos los puntos anteriores. Las bajas concentraciones de oxigeno que indica la composición y estructura del bentos, son producto de la gran cantidad de materia orgánica en el sistema.

5.2.2.16.5 Canal Río Seco Aguas Arriba

Composición de comunidades

- *Perifiton*

Para la comunidad perifítica de la estación denominada “Canal Río Seco Aguas Arriba” se encontraron cinco especies pertenecientes a las divisiones Ochrophyta, Charophyta, Chlorophyta, Cyanophycota y Euglenophycota (Anexo 5.2.2.3). La especie *Chlamydomonas* sp. Presentó la mayor abundancia con 1 374 ind/cm^2. Esta especie bioindica eutrofia (Figura 5.2.2.61) y según se observa en la figura, la convierte en la especie dominante de la muestra.

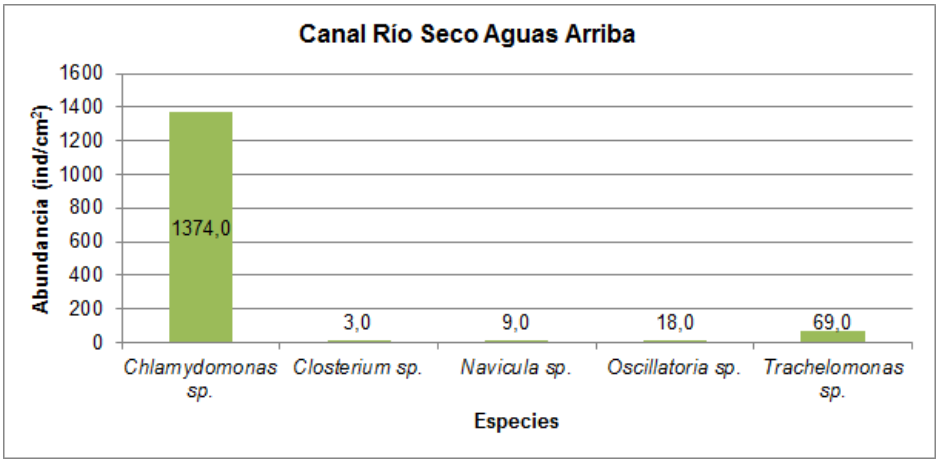


Figura 5.2.2.61. Abundancias de morfoespecies perifíticas para la estación Canal Río Seco Aguas Arriba

- *Macroinvertebrados Bentónicos*

Se identificó una especie de macroinvertebrados bentónicos (*Dero* sp.) la cual presentó una abundancia de 1,9 ind/m^2. Esta especie es bioindicadora de aguas con poco oxígeno y eutróficas.

- *Índices ecológicos*

La Tabla 5.2.2.40 muestra los resultados de los índices ecológicos de las comunidades hidrobiológicas evaluadas para la estación "Canal Río Seco Aguas Arriba"

Tabla 5.2.2.40. Índices ecológicos de las comunidades hidrobiológicas de la estación Canal Río Seco Aguas Arriba

Canal Río Seco Aguas Arriba						
Comunidad	**S**	**N**	**d**	**J'**	**H'(log2)**	**λ'**
Perifiton	5	1473	0,55	0,19	0,44	0,87
Bentos	1	1,9	0	---	0	1
Interpretación						
Índice de Margalef (d)	Cuando la diversidad es baja y la dominancia es alta, el índice tiende a 0					
Equidad de Pielou (J')	Varía entre 0 y 1 valores cercanos a cero no son equiparables					
Shannon - Wiener (H')	0 - 1,5 = aguas contaminadas					
	1,5 - 3 = aguas medianamente contaminadas					
	3 - 5 = aguas limpias					
Índice de Simpson (λ')	Cuando los valores obtenidos tienden a 0, la diversidad es alta					

La comunidad bentónica al presentar una sola especie no permite el cálculo de los índices. Por otro lado, el perifiton por medio del índice de Margalef y Simpson sugiere una diversidad media-baja, La equiparabilidad es baja también lo que se debe a la dominancia de una de sus especies

sobre las demás. Por último, el índice de Shannon-Wiener indica aguas contaminadas debido a que su valor se reporta en el rango entre 0-1,5 ind/bits.

- *Bioindicación*

La Figura 5.2.2.62 y Figura 5.2.2.63 muestran en términos de porcentaje el conjunto de la bioindicación de las morfoespecies respecto a sus abundancias para cada comunidad.

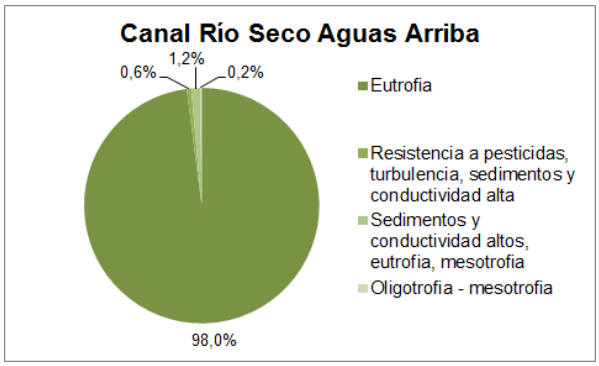


Figura 5.2.2.62. Porcentaje de organismos Bioindicadores del perifiton

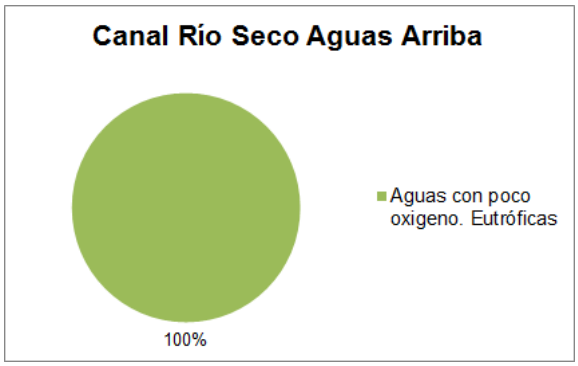


Figura 5.2.2.63. Porcentaje de organismos Bioindicadores de Macroinvertebrados bentónicos

De acuerdo con lo anterior, las comunidades en general evidencian contaminación por materia orgánica, lo cual como ya se ha mencionado anteriormente, conlleva a una disminución de oxígeno disuelto en el cuerpo de agua por la oxidación de la misma. Aunque este es un sistema que al parecer sólo recoge aguas lluvias, no deja de presentar evidencias de actividad antrópica (basuras y desechos entre otros).

5.2.2.16.6 Canal Río Seco Aguas Abajo

Composición de Comunidades

- *Perifiton*

En la Figura 5.2.2.64**,** se observa la composición y abundancia de la comunidad perifítica, la cual estuvo representada por cuatro especies pertenecientes a las divisiones Chlorophyta, Cyanophycota Ochrophyta y Euglenophycota (Anexo 5.2.2.3). Se observa que la especie *Chlamydomonas* sp. Presentó la mayor abundancia con 207 ind/cm^2, siendo indicadora de eutrofia. Las especies restantes no superaron los 18 ind/cm^2.

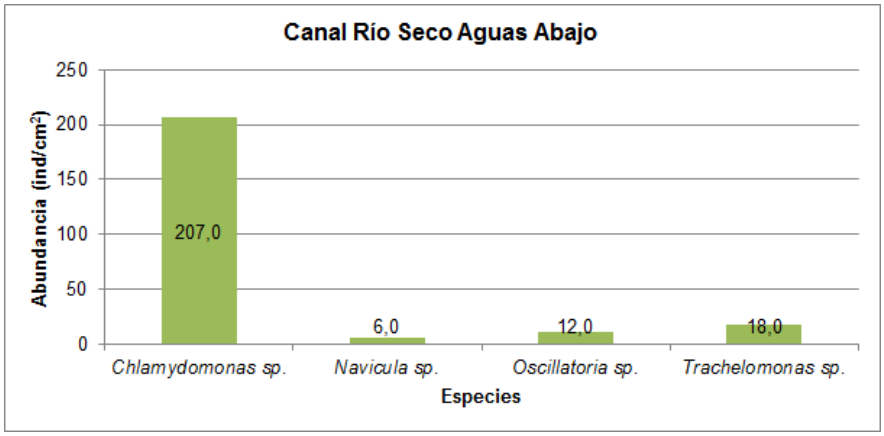


Figura 5.2.2.64. Abundancias de morfoespecies perifíticas para la estación Canal Río Seco Aguas Abajo

- *Macroinvertebrados Bentónicos*

En esta estación no se encontraron especies pertenecientes a esta comunidad, Lo anterior puede deberse a las mismas condiciones del sistema, el cual está canalizado y el concreto no es un buen sustrato para esta comunidad, ya que no les permite enterrarse y esconderse de sus predadores.

- *Índices Ecológicos*

Los resultados de los índices ecológicos de las comunidades hidrobiológicas evaluadas para la estación “Canal Río Seco Aguas Abajo” se encuentran en la Tabla 5.2.2.41

Tabla 5.2.2.41. Índices ecológicos de las comunidades hidrobiológicas de la estación Canal Río Seco Aguas Abajo

Canal Río Seco Aguas Abajo						
Comunidad	**S**	**N**	**d**	**J'**	**H'(log2)**	**λ'**
Perifiton	4	243	0,55	0,41	0,82	0,73
Bentos	---	---	---	---	---	---
Interpretación						
Índice de Margalef (d)	Cuando la diversidad es baja y la dominancia es alta, el índice tiende a 0					
Equidad de Pielou (J')	Varía entre 0 y 1 valores cercanos a cero no son equiparables					
Shannon - Wiener (H')	0 - 1,5 = aguas contaminadas					
	1,5 - 3 = aguas medianamente contaminadas					
	3 - 5 = aguas limpias					
Índice de Simpson (λ')	Cuando los valores obtenidos tienden a 0, la diversidad es alta					

La diversidad para esta estación es media-baja según lo muestran los índices de Margalef y Simpson. La equiparabilidad es media-baja por la dominancia de una de sus especies. Por último, Shannon-Wiener sugiere aguas contaminadas, ya que su valor se ubica en el rango de 0-1,5 ind/bits.

- *Bioindicación*

La Figura 5.2.2.65 muestra en términos de porcentaje el conjunto de la bioindicación de las morfoespecies respecto sus abundancias para cada comunidad.

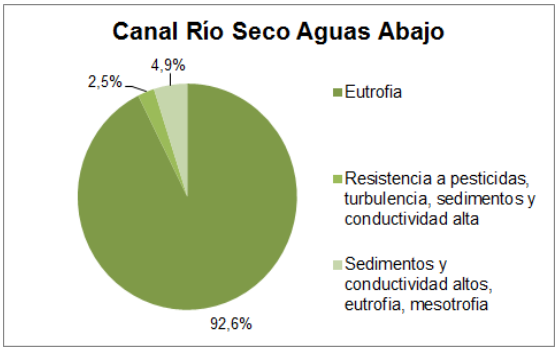


Figura 5.2.2.65. Porcentaje de organismos bioindicadores del Perifiton

Como se observa en la figura anterior, la comunidad perifítica sugiere aguas con eutrofia o en proceso de eutrofización y contaminación. Lo anterior puede ser producto de las actividades antrópicas que afectan directa o indirectamente el sistema.

5.2.2.16.7 Canal Río Fucha Aguas Arriba

Composición Comunidades

- *Perifiton*

En esta estación de monitoreo, se registraron cinco especies pertenecientes a la división Chlorophyta, Cyanophycota y Ochrophyta (Anexo 5.2.2.3). La siguiente figura indica que la especie dominante fue *Stauroneis* sp. al presentar una abundancia de 47,31 ind/cm^2. Esta especie es cosmopolita y puede encontrarse en gran variedad de ambientes. Le sigue *Stigonema* sp. con 15,8 ind/cm^2.

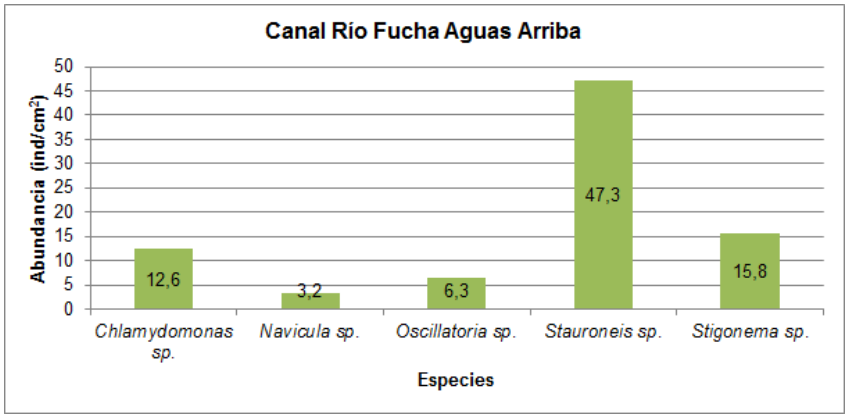


Figura 5.2.2.66. Abundancias de morfoespecies perifíticas para la estación Canal Río Fucha Aguas Arriba

- *Macroinvertebrados Bentónicos*

Se encontraron tres especies pertenecientes a esta comunidad, de las cuales la morfoespecie 1, bioindicadora de eutrofia, presentó la mayor abundancia con 281,5 ind/m2, seguida de Psychoda sp. con una densidad de 27,8 ind/m2 y por último, la especie Dero sp. con 9,3 ind/m2 (Figura 5.2.2.67).

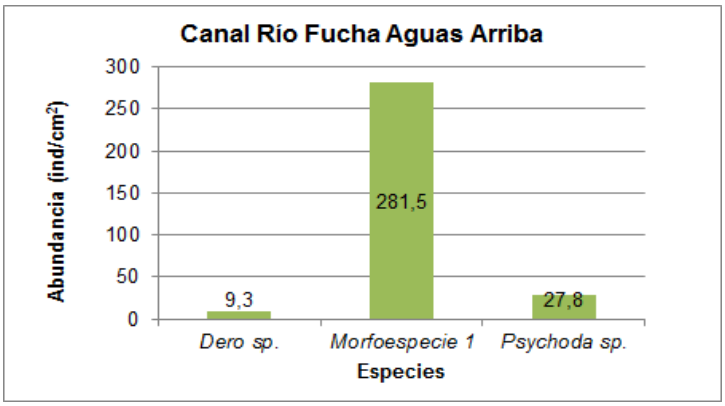


Figura 5.2.2.67. Abundancias de morfoespecies bentónicas para la estación Canal Río Fucha Aguas Arriba

- *Índices ecológicos*

La Tabla 5.2.2.42 indica los resultados de los índices ecológicos de las comunidades hidrobiológicas evaluadas para la estación “Canal Río Fucha Aguas Arriba”

Tabla 5.2.2.42.Índices ecológicos de las comunidades hidrobiológicas de la estación Canal Río Fucha Aguas Arriba

Canal Río Fucha Aguas Arriba						
Comunidad	**S**	**N**	**d**	**J'**	**H'(log2)**	**λ'**
Perifiton	5	85,2	0,90	0,77	1,79	0,36
Bentos	3	318,6	0,35	0,39	0,61	0,79
Interpretación						
Índice de Margalef (d)	Cuando la diversidad es baja y la dominancia es alta, el índice tiende a 0					
Equidad de Pielou (J')	Varía entre 0 y 1 valores cercanos a cero no son equiparables					
Shannon - Wiener (H')	0 - 1,5 = aguas contaminadas					
	1,5 - 3 = aguas medianamente contaminadas					
	3 - 5 = aguas limpias					
Índice de Simpson (λ')	Cuando los valores obtenidos tienden a 0, la diversidad es alta					

Según el índice de Simpson y Margalef, la comunidad bentónica fue la más diversa, ya que presentó una mayor relación entre el número de especies con respecto a su abundancia. El índice de Pielou reveló que la comunidad perifítica presenta equiparabilidades medias-altas entre las abundancias de sus especies, mientras que el bentos no sigue este comportamiento, ya que hay una especie que domina sobre las demás. Por otro lado, los valores del índice de Shannon – Wiener de las comunidades indican para este sitio, la presencia de aguas contaminadas a medianamente contaminadas ya que sus valores se ubican dentro del rango de 0-3 bits/ind.

- *Bioindicación*

La Figura 5.2.2.68 y la Figura 5.2.2.69 muestran en términos de porcentaje el conjunto de la bioindicación de las morfoespecies respecto sus abundancias para cada comunidad.

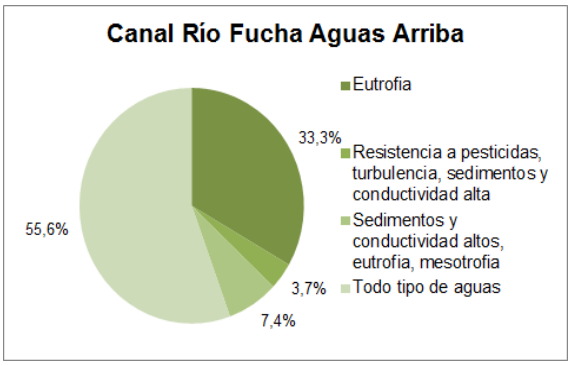


Figura 5.2.2.68. Porcentaje de organismos bioindicadores del perifiton.

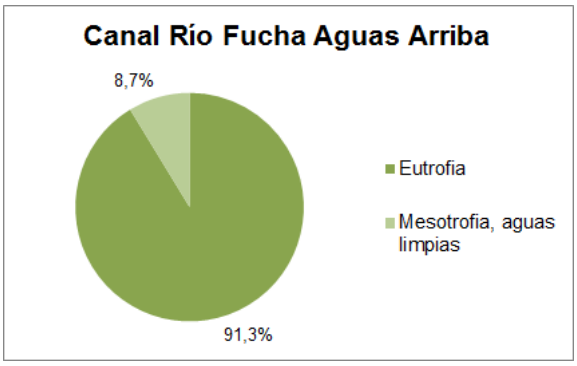


Figura 5.2.2.69. Porcentaje de organismos bioindicadores del Macroinvertebrados bentónicos.

En general, las comunidades muestran contaminación por materia orgánica en el sistema. Sin embargo, el bentos permite observar otras bioindicaciones en menor porcentaje como lo es la

mesotrofía y diversos tipos de aguas, y en el caso del perifiton, el mayor porcentaje que representa esta comunidad (55,6) evidencia además de eutrofia altas concentraciones de sedimentos y conductividad . Como en los sistemas anteriores, es muy probable que las actividades antrópicas sobre el sistema estén generando el aumento en la concentración de materia orgánica evidenciado en el presente estudio.

5.2.2.16.8 Canal Río Fucha Aguas Abajo

Composición de comunidades

- *Perifiton*

Para la comunidad perifítica en este sitio, se identificaron tres especies pertenecientes a las divisiones Cyanophycota y Ochrophyta (Anexo 5.2.2.3). La especie más abundante fue de nuevo *Stauroneis* sp. con 2,6 ind/cm^2 demostrando ser la dominante en la comunidad y bioindicadora de todo tipo de aguas. (Figura 5.2.2.70).

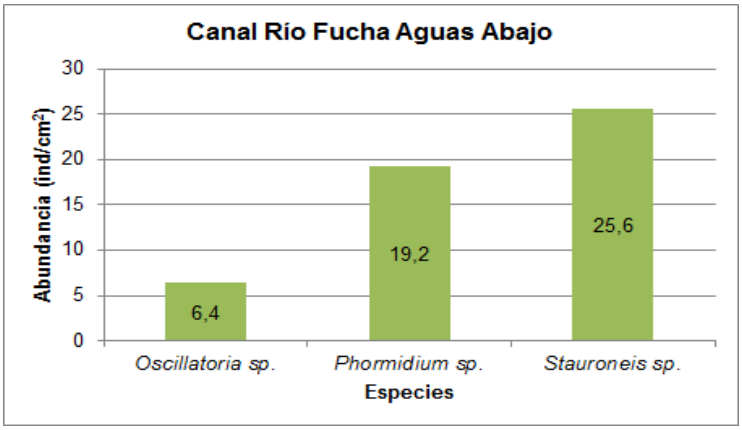


Figura 5.2.2.70. Abundancias de morfoespecies perifíticas para la estación Canal Río Fucha Aguas Abajo

- *Macroinvertebrados bentónicos*

La comunidad bentónica registró tres especies, dentro de las cuales la morfoespecie 1 presentó la mayor abundancia con un valor de 118,5 ind/m^2, mostrando contaminación orgánica o eutrofia. Las especies estantes no superan los 6 ind/m^2 (Figura 5.2.2.71).

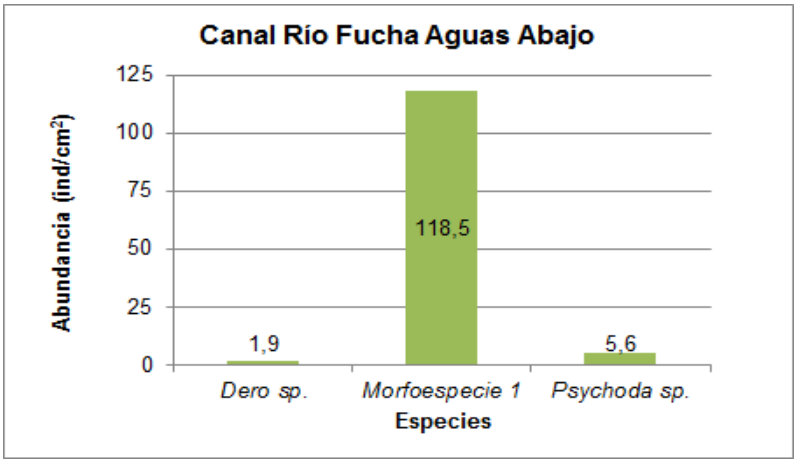


Figura 5.2.2.71 Abundancias de morfoespecies bentónicas para la estación Canal Río Fucha Aguas Abajo

- *Índices ecológicos*

Los resultados de los índices ecológicos de las comunidades hidrobiológicas evaluadas para la estación Canal Río Fucha Aguas Abajo se encuentran en la Tabla 5.2.2.43

Tabla 5.2.2.43.Índices ecológicos de las comunidades hidrobiológicas de la estación Canal Río Fucha Aguas Abajo

Canal Río Fucha Aguas Abajo						
Comunidad	**S**	**N**	**d**	**J'**	**H'(log2)**	**λ'**
Perifiton	3	51,2	0,51	0,89	1,41	0,39
Bentos	3	126	0,41	0,24	0,37	0,89
Interpretación						
Índice de Margalef (d)	Cuando la diversidad es baja y la dominancia es alta, el índice tiende a 0					
Equidad de Pielou (J')	Varía entre 0 y 1 valores cercanos a cero no son equiparables					
Shannon - Wiener (H')	0 - 1,5 = aguas contaminadas					
	1,5 - 3 = aguas medianamente contaminadas					
	3 - 5 = aguas limpias					
Índice de Simpson (λ')	Cuando los valores obtenidos tienden a 0, la diversidad es alta					

El índice de Simpson sugiere que la comunidad más diversa es la perifítica, confirmado por el índice de Margalef. Pielou muestra que la comunidad perifítica presentó una equiparabilidad media-alta entre las abundancias de sus especies mientras que en la bentónica la dominancia de una de sus especies produjo una equiparabilidad baja. Por último, los valores del índice de Shannon – Wiener reflejan que los resultados de las comunidades apuntan a que las aguas de la estación se encuentran en el rango de aguas contaminadas (0-1,5 bits/ind).

- *Bioindicación*

La Figura 5.2.2.72 y la Figura 5.2.2.73 muestran en términos de porcentaje el conjunto de la bioindicación de las especies respecto sus abundancias para cada comunidad.

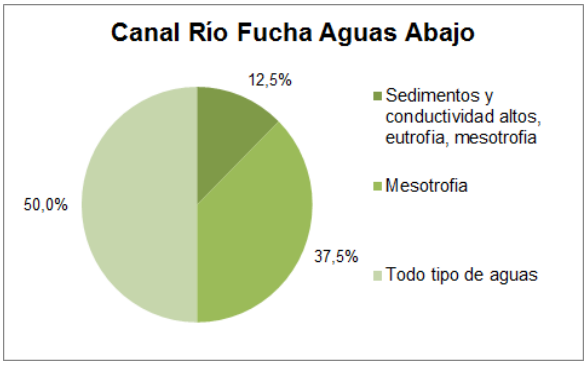


Figura 5.2.2.72. Porcentaje de organismos Bioindicadores del perifiton

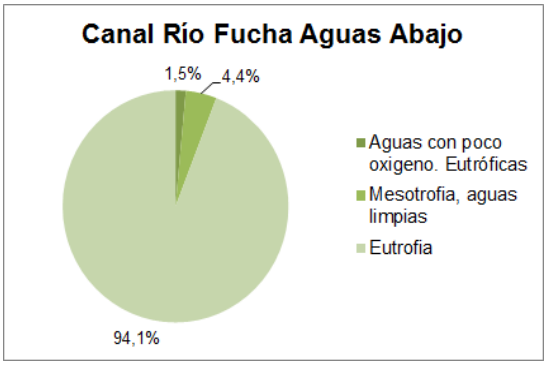


Figura 5.2.2.73. Porcentaje de organismos Bioindicadores de Macroinvertebrados bentónicos

Como se observa, las comunidades muestran en general contaminación orgánica del medio acuático. Sin embargo, la comunidad perifítica indica una transición con un 37,5% individuos indicadores de mesotrofía. Se observa en el bentos indicadores de posibles aguas limpias, pero su porcentaje es muy bajo.

5.2.2.16.9 Canal Arzobispo Aguas Arriba

Composición de comunidades

- *Perifiton*

Sólo se identificó una especie de microalga perteneciente a esta comunidad (*Stauroneis* sp.) la cual pertenece a la división Ochrophyta con una densidad de 6,6 ind/cm^2. La baja riqueza y abundancia de estos organismos puede deberse a las mismas características del sistema, puesto que al estar canalizado no presenta un sustrato natural y la corriente relativamente fuerte puede impedir que los mismos se fijen a la superficie del fondo, además que se impide el normal intercambio de nutrientes debido al estrés osmótico que genera la fuerte corriente.

- *Macroinvertebrados bentónicos*

Se presento dificultad en la toma de la muestra en este sitio debido al tamaño y la forma del canal, entre otras razones, al poseer un fondo semicircular y no plano, que no permitía a la red Surber mantener contacto con todo el fondo a muestrear.

- *Índices ecológicos*

La Tabla 5.2.2.44 indica los resultados de los índices ecológicos de las comunidades hidrobiológicas evaluadas para la estación Canal Arzobispo Aguas Arriba.

Tabla 5.2.2.44. Índices ecológicos de las comunidades hidrobiológicas de la estación Canal Arzobispo Aguas Arriba

Canal Arzobispo Aguas Arriba						
Comunidad	**S**	**N**	**d**	**J'**	**H'(log2)**	**λ'**
Perifiton	1	6,6	0	---	0	1
Bentos	---	---	---	---	---	---
Interpretación						
Índice de Margalef (d)	Cuando la diversidad es baja y la dominancia es alta, el índice tiende a 0					
Equidad de Pielou (J')	Varía entre 0 y 1 valores cercanos a cero no son equiparables					
Shannon - Wiener (H')	0 - 1,5 = aguas contaminadas					
	1,5 - 3 = aguas medianamente contaminadas					
	3 - 5 = aguas limpias					
Índice de Simpson (λ')	Cuando los valores obtenidos tienden a 0, la diversidad es alta					

En la ausencia de muestra de macroinvertebrados bentónicos y la baja abundancia y riqueza del perifiton en este punto, no fue posible el cálculo de los índices ecológicos.

- *Bioindicación*

La Figura 5.2.2.74 muestra en términos de porcentaje el conjunto de la bioindicación de las especies del perifiton respecto sus abundancias.

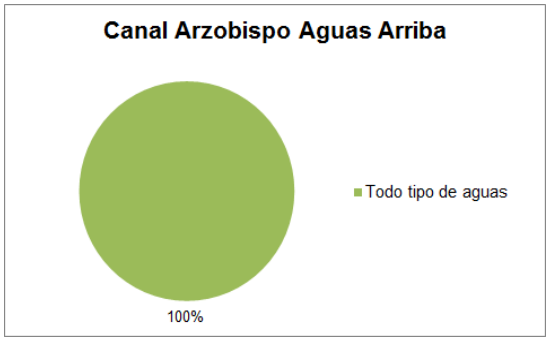


Figura 5.2.2.74 Porcentaje de organismos bioindicadores del perifiton

La especie encontrada en este punto de estudio sugiere todo tipo de aguas, es decir que puede encontrarse en una gran variedad de condiciones, sin embargo por las características del sitio y lo observado al momento de la toma de muestra, es muy probable que las aguas de este sistema se

encuentren contaminadas con materia orgánica y otros elementos contaminantes como tensoactivos (por el color y aspecto del agua).

5.2.2.16.10 Canal Arzobispo Aguas Abajo

Composición de comunidades

- *Perifiton*

En la Figura 5.2.2.75, se observa el resultado de la composición y abundancia de la comunidad perifítica, la cual estuvo representada por dos especies pertenecientes a las divisiones Ochrophyta y Chlorophyta. Se observa que las mismas presentaron una abundancia de 3,3 ind/cm^2. *Stauroneis* sp. es indicadora de todo tipo de aguas y *Stigonema* sp. sugiere aguas eutrofizadas.

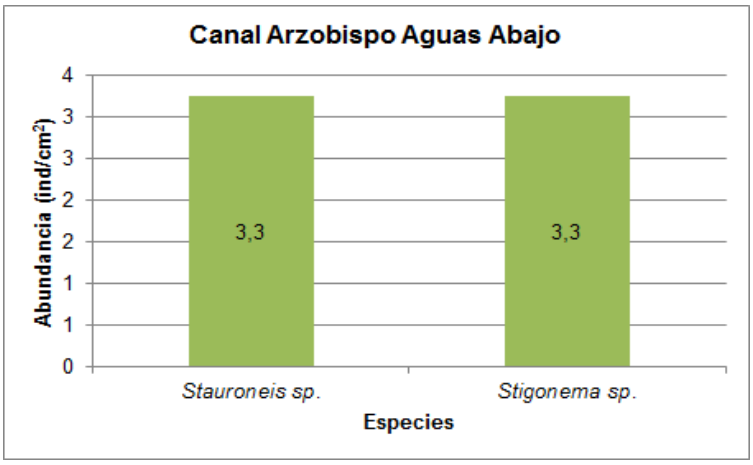


Figura 5.2.2.75. Abundancias de morfoespecies perifíticas para la estación Canal Arzobispo Aguas Abajo

- *Macroinvertebrados bentónicos*

No se pudo tomar muestra en este punto debido al tamaño y la forma del canal. Al ser estrecho y de fondo semicircular y no plano, impidió a la red Surber mantener contacto con toda la superficie a muestrear, lo que dificultó el ingreso representativo de los organismos a la red.

- *Índices Ecológicos*

Los resultados de los índices ecológicos aplicados a la comunidad hidrobiológica del perifiton evaluada para la estación “Canal Arzobispo Aguas Abajo” se encuentran en la Tabla 5.2.2.45

Tabla 5.2.2.45. Índices ecológicos de las comunidades hidrobiológicas de la estación Canal Arzobispo Aguas Abajo

Canal Arzobispo Aguas Abajo						
Comunidad	**S**	**N**	**d**	**J'**	**H'(log2)**	**λ'**
Perifiton	2	6,6	0,53	1	1	0,41
Bentos	---	---	---	---	---	---
Interpretación						
Índice de Margalef (d)	Cuando la diversidad es baja y la dominancia es alta, el índice tiende a 0					
Equidad de Pielou (J')	Varía entre 0 y 1 valores cercanos a cero no son equiparables					
Shannon - Wiener (H')	0 - 1,5 = aguas contaminadas					
	1,5 - 3 = aguas medianamente contaminadas					
	3 - 5 = aguas limpias					
Índice de Simpson (λ')	Cuando los valores obtenidos tienden a 0, la diversidad es alta					

La diversidad para el perifiton en esta estación es media-baja según lo muestran los índices de Margalef y Simpson. La equiparabilidad es lo más alta posible debido a que las dos especies encontradas presentaron la misma abundancia. Por último, Shannon-Wiener sugiere aguas contaminadas, ya que su valor se ubica en el rango de 0-1,5 ind/bits.

- *Bioindicación*

Las Figura 5.2.2.76 muestra en términos de porcentaje el conjunto de la bioindicación de las morfoespecies del perifiton respecto sus abundancias.

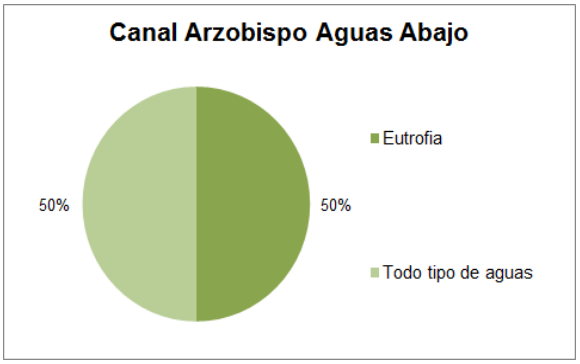


Figura 5.2.2.76. Porcentaje de organismos bioindicadores del perifiton

La comunidad perifítica indica a partir de sus componentes un 50% de eutrofia y el porcentaje restante para todo tipo de aguas, pero como ya se había mencionado antes, es muy probable que las condiciones del sistema sean las de aguas contaminadas.

5.2.2.16.11Canal Albina Aguas Arriba

Composición de comunidades

- *Perifiton*

Sólo se identificó una especie de microalga perteneciente a esta comunidad (*Phormidium* sp.) la cual pertenece a la división Cyanophycota con una densidad de 7 ind/cm^2. La baja riqueza y abundancia de estos organismos puede deberse a las mismas características del sistema, al ser canalizado no presenta un sustrato natural y la corriente relativamente fuerte puede impedir que los mismos se fijen a la superficie del sustrato, o al impedirles el normal intercambio de nutrientes debido al estrés osmótico que genera la fuerte corriente, y adicionalmente, a la calidad del agua que se presenta.

- *Macroinvertebrados bentónicos*

Se identificaron dos especies de macroinvertebrados bentónicos. La más abundante fue *Psychoda* sp. con 29,6 ind/m^2 perteneciente al phylum Arthropoda, especie que en general indica mesotrofía. La otra especie (morfoespecie 2) obtuvo una densidad de 1,9 ind/m^2 (Figura 5.2.2.77

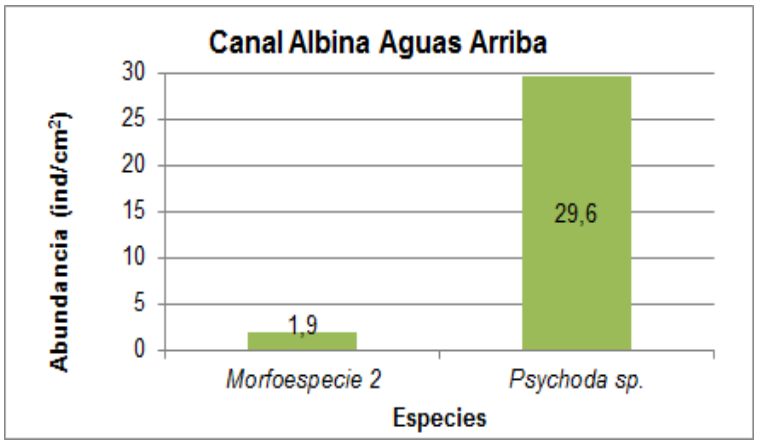


Figura 5.2.2.77. Abundancias de morfoespecies bentónicas para la estación Canal Albina Aguas Arriba

- *Índices ecológicos*

La Tabla 5.2.2.46 presenta los resultados de los índices ecológicos de las comunidades hidrobiológicas evaluadas para la estación “Canal Albina Aguas Arriba”.

Tabla 5.2.2.46.Índices ecológicos de las comunidades hidrobiológicas de la estación Canal Albina Aguas Arriba

Canal Albina Aguas Arriba						
Comunidad	**S**	**N**	**d**	**J'**	**H'(log2)**	**λ'**
Perifiton	1	7	0	---	0	1
Bentos	2	31,5	0,29	0,33	0,33	0,88
Interpretación						
Índice de Margalef (d)	Cuando la diversidad es baja y la dominancia es alta, el índice tiende a 0					
Equidad de Pielou (J')	Varía entre 0 y 1 valores cercanos a cero no son equiparables					
Shannon - Wiener (H')	0 - 1,5 = aguas contaminadas					
	1,5 - 3 = aguas medianamente contaminadas					
	3 - 5 = aguas limpias					
Índice de Simpson (λ')	Cuando los valores obtenidos tienden a 0, la diversidad es alta					

La comunidad perifítica al presentar una sola especie no permite el cálculo de los índices. Por otro lado, el bentos por medio del índice de Margalef y Simpson sugiere una diversidad baja, una equiparabilidad también baja (Pielou) lo cual se debe a que hay una especie que domina sobre la otra. Por último, el índice de Shannon-Wiener indica aguas contaminadas debido a que su valor se encuentra en el rango de 0-1,5 ind/bits.

- *Bioindicación*

La Figura 5.2.2.78 y Figura 5.2.2.79 muestran en términos de porcentaje el conjunto de la bioindicación de las morfoespecies respecto a sus abundancias para cada comunidad.

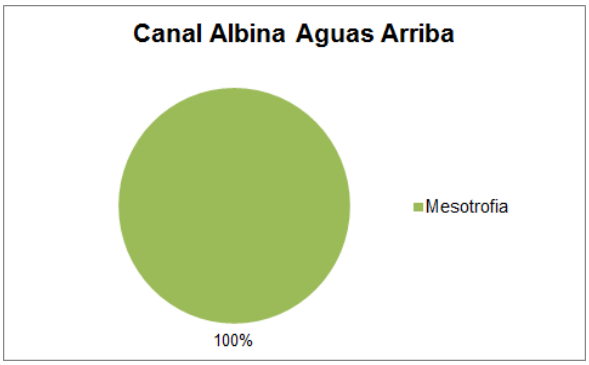


Figura 5.2.2.78. Porcentaje de organismos Bioindicadores del perifiton

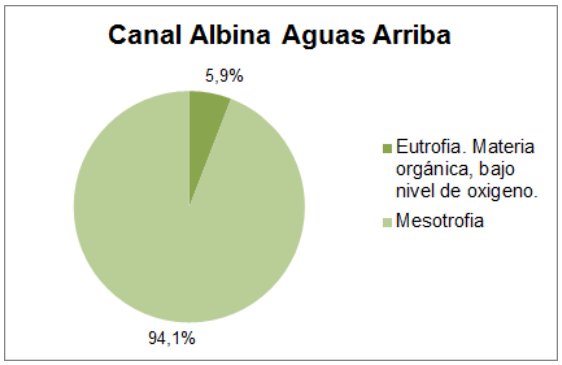


Figura 5.2.2.79. Porcentaje de organismos Bioindicadores de Macroinvertebrados bentónicos

Contrario a los demás lugares estudiados, este canal presenta en su bioindicación señales de Mesotrofía, condición que significa contaminación media por materia orgánica. Sin embargo, en la visita al sitio, se observa que este punto es bastante afectado por las actividades antrópicas ya que las personas que habitan en la calle utilizan sus riberas como sanitario y hay también presencia de basuras.

5.2.2.16.12 Canal Albina Aguas Abajo

Composición de comunidades

- *Perifiton*

Sólo se identificó una especie de microalga perteneciente a esta comunidad (*Phormidium* sp.) la cual pertenece a la división Cyanophycota y cuya densidad fue de 8,4 ind/cm^2. La baja riqueza y abundancia de estos organismos puede deberse a las mismas características del sistema, ya que al encontrarse canalizado no presenta un sustrato natural y la corriente relativamente fuerte puede impedir que los mismos se fijen a la superficie o les impida el normal intercambio de nutrientes debido al estrés osmótico que genera la fuerte corriente.

- *Macroinvertebrados bentónicos*

Se identificaron dos especies de macroinvertebrados bentónicos, la especie *Psychoda* sp. con 11,1 ind/m^2 es la más abundante, perteneciente al phylum Arthropoda, indica en general condiciones de mesotrofia del medio. (Figura 5.2.2.80).

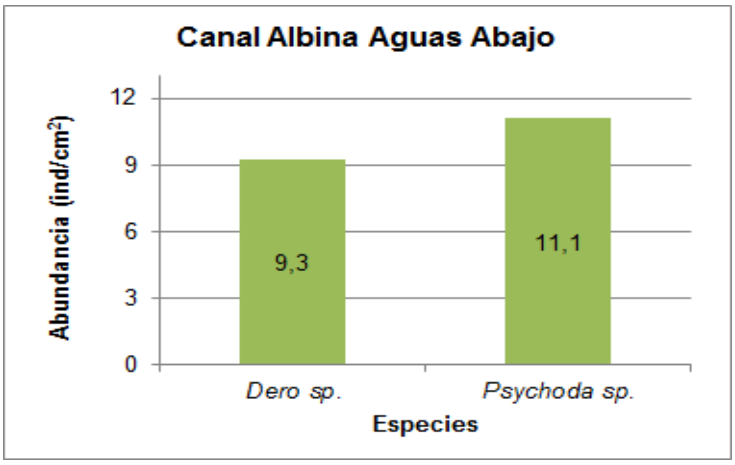


Figura 5.2.2.80. Abundancias de morfoespecies bentónicas para la estación Canal Albina Aguas Abajo

- *Índices Ecológicos*

Los resultados de los índices ecológicos de las comunidades hidrobiológicas evaluadas para la estación “Canal Albina Aguas Abajo” se encuentran en la Tabla 5.2.2.47.

Tabla 5.2.2.47. Índices ecológicos de las comunidades hidrobiológicas de la estación Canal Albina Aguas Abajo

Canal Albina Aguas Abajo						
Comunidad	**S**	**N**	**d**	**J'**	**H'(log2)**	**λ'**
Perifiton	1	8,4	0	---	0	1
Bentos	2	20,4	0,33	0,99	0,99	0,48
Interpretación						
Índice de Margalef (d)	Cuando la diversidad es baja y la dominancia es alta, el índice tiende a 0					
Equidad de Pielou (J')	Varía entre 0 y 1 valores cercanos a cero no son equiparables					
Shannon - Wiener (H')	0 - 1,5 = aguas contaminadas					
	1,5 - 3 = aguas medianamente contaminadas					
	3 - 5 = aguas limpias					
Índice de Simpson (λ')	Cuando los valores obtenidos tienden a 0, la diversidad es alta					

La comunidad perifítica al presentar una sola especie no permite el cálculo de los índices. Por otro lado, el bentos por medio del índice de Margalef y Simpson sugiere una diversidad media-baja y una equiparabilidad alta (Pielou) lo cual se debe a que las especies encontradas presentan abundancias similares. Por último, el índice de Shannon-Wiener indica aguas contaminadas debido a que su valor se reportó en el rango de 0-1,5 ind/bits.

- *Bioindicación*

La Figura 5.2.2.81 y Figura 5.2.2.82 muestran en términos de porcentaje el conjunto de la bioindicación de las morfoespecies respecto sus abundancias para cada comunidad.

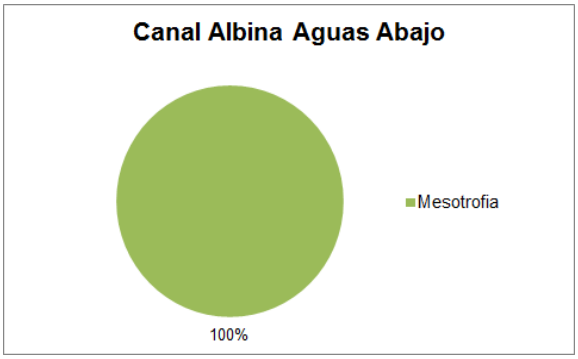


Figura 5.2.2.81. Porcentaje de organismos bioindicadores del perifiton

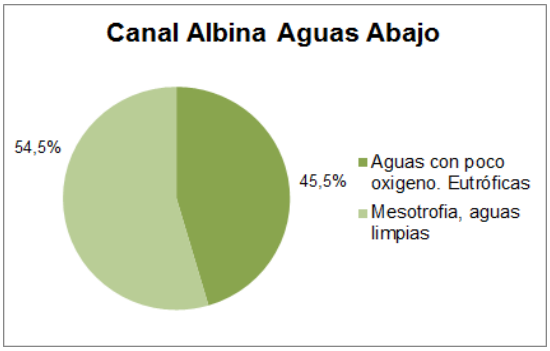


Figura 5.2.2.82. Porcentaje de organismos bioindicadores de Macroinvertebrados bentónicos

Como se observa en las figuras anteriores, las comunidades perifítica y bentónica sugieren aguas con eutrofia o en proceso de eutrofización y contaminación. Al igual que en la mayoría de los sitios muestreados, se evidenció la afectación que se ejerce sobre el medio acuático al recibir basuras y ser usado como baño por los habitantes de la calle.

5.2.2.16.13 Conclusiones

- En general los índices sugieren la presencia de aguas contaminadas, lo cual en muchos casos (excepto en el canal Albina) concuerda con lo expresado por la bioindicación. Lo anterior se debe a la presencia de una carga orgánica importante, así como de desechos provenientes de viviendas y de la actividad antrópica que se presenta.

- La comunidad perifítica fue la más diversa. Al parecer la carga orgánica de los sistemas han favorecido a estas comunidades y les ha permitido desarrollarse en mayor medida que con respecto al bentos. Además, al encontrarse cerca a las orillas por ejemplo en el caso del perifiton, recibe una mayor cantidad de luz solar lo que favorece su establecimiento. Para el caso del bentos, el material de los canales (concreto en su mayoría) impide el normal desarrollo de la comunidad ya que no permite el asentamiento de muchas especies por la dureza del sustrato de fondo.

- En general el estado físico de los sistemas sugiere contaminación alta (colores turbios, olores fétidos, basuras y en muchos casos, su utilización como sanitario por parte de los indigentes), lo cual fue confirmado por los índices y la bioindicación, dando un soporte más serio al estado actual de los mismos.

- Es importante realizar seguimiento y monitorear el estado de las fuentes de agua en cada una de las estaciones, con el fin de poder plantear acciones de manejo y mejorar el estado de salud de los cuerpos de agua, debido a que en promedio la gran mayoría indicaron contaminación en alto grado, asociada en general a una una causa en común: la actividad antrópica en sus alrededores, el aporte de basuras y las descargas que se hacen sobre los mismos.

5.2.2.17 Bibliografia línea base Biótica

Alcaldía Mayor de Bogotá. (s.f.).

Alcaldía Mayor de Bogotá & DAMA. (2006). *Política de Humedales del Distrito Capital.* Bogotá, Colombia: Alcaldía Mayor de Bogotá.

Alcaldía Mayor de Bogotá. (2013). *Diagnóstico Sanitario Ambiental Canal Albina y Canal río Seco.* Bogotá: Fondo de Desarrollo Local de Puente Aranda.

Almanza-Castañeda, C., Preciado-Beltrán, J., & Leal-Pulido, R. O. (2005). *Historia ambiental de Bogotá, siglo XX: elementos históricos para la formulación del medio ambiente urbano.* Bogotá D.C.: Universidad Distrital Francisco José de Caldas.

Camargo, M.P. (2012). *Con modelo hidráulico buscan evitar nuevas inundaciones en Bogotá.* Recuperado el 21 de Febrero de 2018, de http://www.semana.com/nacion/articulo/con-modelo-hidraulico-buscan-evitar-nuevas-inundaciones-bogota/252015-3.

EAAB-ESP. (2009). *Plan de Manejo Ambiental del Humedal La Vaca.* Bogotá: EAAB-ESP.

EAAB-Hidromecánicas Ltda. (1998). *Plan De Manejo Ambiental de los humedales Torca,Guaymaral, Embalse de Córdoba, Capellanía, El Burro, La Vaca y Tibanica.* Bogotá.

Gómez-Alzate, A. (2012). *Criterios metodológicos para el análisis de la calidad visual del paisaje urbano y su sostenibilidad.* 1º congreso internacional en gestión y control de la calidad del aire, auditiva y visual.

IDEAM. (28 de Noviembre de 2014). *Sistema de información ambiental de Colombia*. Obtenido de http://geoapps.ideam.gov.co:8080/geonetwork/srv/es/main.home?uuid=506e6ae8-19f7-4588-b643-58746046e753

IGAC - CORPOICA. (2002). *Zonificación de los conflictos de uso de las tierras en Colombia.* Bogotá D.C., Colombia: IGAC.

IGAC. (2000). *Estudio General de Suelos y Zonificación de Tierras Departamento de Cundinamarca.* Bogotá D.C., Colombia.

IGAC. (2003). *Mapa de Suelos de Colombia Memoria Explicativa.* Bogotá D.C.

IGAC. (2010). *Metodología Para La Clasificación De Las Tierras Por Su Capacidad De Uso.* (G. i. suelos, Ed.) Bogotá D.C., Colombia: IGAC.

INGETEC S.A. (2016). *Informe de diagnóstico y diseño de la cuenca pluvial Tunjuelo.* Bogotá: Recursos Hídricos - Ingetec S.A.

JBB. (2010). *Arbolado Urbano de Bogotá.* Bogotá: Alcaldia Mayor de Bogotá.

Jianguo-Wu, M. L. (2002). A gradient analysis of urban landscape pattern: a case study from the Phoenix metropolitan region, Arizona, USA. *Landscape Ecology*, 327-339.

K2 INGENERÍA S.A.S. (2017). *Estructuración técnica de la primera línea del metro de Bogotá (PLMB) modelo de ruido.* Bucaramanga.

K2 INGENIERÍA S.A.S. (2017). *Modelo de dispersión de contaminantes " Estructuración técnica de la primera línea del metro de Bogotá .* Bucaramanga.

K2 INGENIERÍA S.A.S. (2017). *ESTUDIO DE CARACTERIZACIÓN FISICOQUIMICA EN AGUAS SUPERFICIALES Y SUBTERRÁNEAS EN EL ÁREA DE INFLUENCIA DEL PROYECTO "ESTRUCTURACIÓN TÉCNICA DE LA PRIMERA LÍNEA DEL METRO DE BOGOTÁ", DEPARTAMENTO DE CUNDINAMARCA, PARA LA EMPRESA INGETEC S.A.* Bucaramanga.

Mahecha Pulido, J. D., Trujillo González, J. M., & Torres Mora, M. A. (2015). Contenido de metales pesados en suelos agrícolas de la región del Ariari, Departamento del Meta. (U. d. Llanos, Ed.) *ORINOQUIA, 19*(1), 5.

Matsuoka, R., & Kaplan, R. (2008). People needs in the urban landscape: Analysis of Landscape And Urban Planning contributions. *Landscape and Urban Planning*, 7-19.

MAVDT-WWF Colombia. (Octubre de 2009). *Plan Nacional de las Especies Migratorias: Diagnóstico e identificación de acciones para la conservación y el manejo sostenible de las especies migratorias de la biodiversidad en Colombia.* Recuperado el 15 de Abril de 2016, de https://www.minambiente.gov.co/images/BosquesBiodiversidadyServiciosEcosistemicos/pdf/Planes-para-la-conservacion-y-uso-de-la-biodiversidad/211010_plan_especies_migratorias.pdf

Naranjo, L., Amaya, J., Eusse-González, D., & Cifuentes-Sarmiento, Y. (2012). *Guía de las Especies Migratorias de la Biodiversidad en Colombia. Aves. Vol. 1. Ministerio de Medio Ambiente y Desarrollo Sostenible.* Bogotá D.C., Colombia: WWF Colombia.

Plan de Ordenamiento Territorial , Sentencia proferida en expediente núm 2001-00675-01 (Consejo de Estado, Sala de lo Contencioso Administrativo 24 de enero de 2008).

Rueda Saa, G., Rodríguez Victoria, J. A., & Madriñán Molina, R. (2011). Metodologías para establecer valores de referencia de metales pesados en suelos agrícolas: perspectivas para Colombia. *Acta Agronómica, 60*(3), 203-217.

Secretaria Distrital de Ambiente. (2017). *Informe anual de la Red de Monitoreo de Calidad de Aire de Bogotá D.C. 2016.* Bogotá.

SYSTRA-INGETEC. (s.f.).

SYSTRA-INGETEC. (2017). *Inventario de Estructuras Existentes. Estructuración Técnica del Tramo 1 de la primera línea del Metro de Bogotá (PLMB).* Bogotá: Documento No. ETPLMB-ET06-L4.1-IFU-Q-0001_RB. Noviembre de 2017.

SYSTRA-INGETEC. (2017). *Inventario de Estructuras Existentes. Estructuración técnica del tramo 1 de la primera línea del metro de Bogotá (PLMB).* Bogotá.: Documento No. ETPLMB-ET06-L4.1-IFU-Q-0001_RB. Noviembre de 2017.

Tovar, A.M. (2012). Afectación del recurso hídrico a causa de la intervención antrópica en el río Arzobispo. *Universidad Militar*.

USDA. (2010). *Claves para la Taxonomía de Suelos.* Montecillo, Texcoco, México: Departamento de Agricultura de los Estados Unidos.

ABO & CAR. 2000. Aves de la Sabana de Bogotá. Guía de campo. Asociación Bogotana de Ornitología, Corporación Autónoma Regional de Cundinamarca, Colombia

Andrade, M. & Benítez H. 2005. Los Humedales de la Sabana de Bogotá: Área Importante para la Conservación de las Aves de Colombia y el Mundo. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt.

BirdLife International 2016. The IUCN Red List of Threatened Species. Version 2016. www.iucnredlist.org.

Chaparro-Herrera, S., Echeverry-Galvis, M. Á., Córdoba-Córdoba, S. & Sua-Becerra, A. 2014. Listado actualizado de las aves endémicas y casi-endémicas de Colombia. Biota Colombiana 14: p. 113–150

Decreto 1076 del 26 de Mayo del 2015; "Por medio del cual se expide el Decreto Único Reglamentario del Sector Ambiente y Desarrollo Sostenible"

Decreto 2372 del 1 de Julio del 2010; “Por el cual se reglamenta el Decreto Ley 2811 de 1974, la Ley 99 de 1993, la Ley 165 de 1994 y el Decreto Ley 216 de 2003, en relación con el Sistema Nacional de Áreas Protegidas, las categorías de manejo que lo conforman y se dictan otras disposiciones”

Dudley, N. (Editor). 2008. Directrices para la aplicación de las categorías de gestión de áreas protegidas. Gland (Suiza): UICN. 96p.

Fraume, N. 2007. Diccionario ambiental. Bogotá: Ecoe Ediciones. 465p.

MADS. 2014. Resolución No. 0192, “Por la cual se establece el listado de las especies silvestres amenazadas de la diversidad biológica colombiana que se encuentran en el territorio nacional, y se dictan otras determinaciones”, Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial, Bogotá, D. C., 10 Febrero de 2014.

Márquez, G. 1997. Ecosistemas estratégicos para la sociedad: bases conceptuales y metodológicas. Universidad Nacional de Colombia. Sede Medellín. Fac. Cien. Hum. Y Econom. Depto. Economía.

McMullan, M. & Donegan, T. 2014. Field Guide to the Birds of Colombia. ProAves Colombia. 375 p.

Molina, Osorio & Uribe. 1997. Cerros, humedales y Áreas Rurales de Santafé de Bogotá. DAMA. Bogotá, Colombia.

Molina, L. F. & J. Osorio. 1995. Guía de Aves de Santafé de Bogotá. Departamento Técnico Administrativo del Medio Ambiente (DAMA). Bogotá, Colombia.

ANEXOS

5.2.2.1 ETPLMB-ET18-L01-IFU-S-0001_RD

5.2.2.2 Avifauna

5.2.2.3 Resultados Hidrobiológicos

5.2.2.4 PMA del humedal de la Vaca

5.2.2.5 ETPLMB-ET-AID ZMPA_ Canal Río Seco-Sector 1

5.2.2.6 ETPLMB-ET-AID ZMPA_ Canal Tintal II

5.2.2.7 ETPLMB-ET-AID ZMPA_ Río Bogotá

5.2.2.8 ETPLMB-ET-AID Cor_Ecol_ Canal Albina

5.2.2.9 ETPLMB-ET-AID Cor_Ecol_ Canal Arzobispo

5.2.2.10 ETPLMB-ET-AID Cor_Ecol_ Canal Cundinamarca

5.2.2.11 ETPLMB-ET-AID Cor_Ecol_ Río Fucha

5.2.2.12 ETPLMB-ET-AID Ronda_Hid_ Canal Río Seco

5.2.2.13 ETPLMB-ET-AID Ronda_Hid_ Canal Tintal II

5.2.2.14 ETPLMB-ET-AID Ronda_Hid_ Río Bogotá

5.2.2.15 ETPLMB-ET19-L04-PLA-I-0027_RA

5.2.2.16 ETPLMB-ET19-L04-PLA-I-0025_RA

5.2.2.17 ETPLMB-ET-AII A_Protg_ Humedal la Vaca I- Sector Sur

5.2.2.18 ETPLMB-ET-AII A_Protg_ Humedal la Vaca II-Sector Norte

ESTRUCTURACIÓN TÉCNICA DEL TRAMO 1 DE LA PRIMERA LÍNEA DEL METRO DE BOGOTÁ

Metro de Bogotá

ALCALDÍA MAYOR DE BOGOTÁ D.C.

BOGOTÁ MEJOR PARA TODOS

ESTRUCTURACIÓN TÉCNICA DEL TRAMO 1 DE LA PRIMERA LÍNEA DEL METRO DE BOGOTA (PLMB)

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL Y SOCIAL (EIAS)

LINEA BASE – MEDIO SOCIOECONÓMICO

DOCUMENTO N° ETPLMB-ET20-L02-ITE-N-0001_R2

MAYO DE 2018

FDN Financiera de Desarrollo Nacional

CONSORCIO METRO BOG SYSTRA INGETEC INGENIEROS CONSULTORES

TABLA DE CONTENIDO

PÁG

5.2 DIAGNÓSTICO Y CARACTERIZACIÓN_ LÍNEA BASE 1

5.2.3 Medio socioeconómico 1
5.2.3.1 Área de influencia indirecta AII 5
5.2.3.1.1 Dimensión Demográfica 6
5.2.3.1.2 Dimensión Espacial 22
5.2.3.1.3 Dimensión Económica 50
5.2.3.1.4 Dimensión Cultural 79
5.2.3.1.5 Dimensión Político Organizativa 104
5.2.3.2 Área de influencia directa AID 108
5.2.3.2.1 Dimensión Demográfica 109
5.2.3.2.2 Dimensión espacial 111
5.2.3.2.3 Dimensión Cultural 193
5.2.3.2.4 Dimensión Político Administrativa 218
5.2.3.2.5 Dimensión Económica 221
5.2.3.2.6 Población sujeto de reasentamiento 230
5.2.3.3 Tendencias del desarrollo 287
5.2.3.3.1 Bogotá, ciudad región 293
5.2.3.3.2 Proyectos en desarrollo y planeados en el área de estudio. 294
5.2.3.3.3 Planes parciales 298
5.2.3.4 Aspectos arqueológicos 302
5.2.4 BIBLIOGRAFÍA 305
5.2.5 ANEXOS 310

LISTA DE TABLAS

PÁG

Tabla 5.2.3.1 Área de influencia indirecta 3
Tabla 5.2.3.2 Proceso Histórico de conformación de las localidades. 7
Tabla 5.2.3.3 Porcentaje de población por localidad en relación a Bogotá 11
Tabla 5.2.3.4 Densidad de población por localidad 22
Tabla 5.2.3.5 Cobertura de servicios públicos 23
Tabla 5.2.3.6 Régimen de excepción y población no asegurada 26
Tabla 5.2.3.7 Afiliación por empresas prestadoras de salud en Bogotá, 2015 27
Tabla 5.2.3.8 Equipamientos por localidad 28
Tabla 5.2.3.9 Tipo de vivienda por localidad 36
Tabla 5.2.3.10 Infraestructura recreativa por localidad 46
Tabla 5.2.3.11 Viajes en día hábil en la zona de influencia del corredor de la PLMB 47
Tabla 5.2.3.12 Ttiempo promedio de viaje en hora pico de la mañana de los viajes en el corredor 49
Tabla 5.2.3.13 Medios de comunicación impresos por localidad 50
Tabla 5.2.3.14 Superficie de suelo del AII 51
Tabla 5.2.3.15 Áreas protegidas por UPZ - AII 53
Tabla 5.2.3.16 Uso del suelo urbano en el AII por Localidad y UPZ 54
Tabla 5.2.3.17 Indicadores del Mercado Laboral del AII 62
Tabla 5.2.3.18 Datos del mercado laboral por Localidad Primera Línea del Metro proyección 2017 63
Tabla 5.2.3.19 Indicadores de Informalidad y Seguridad social AII 67
Tabla 5.2.3.20 Ramas de actividad de los ocupados informales del AII. 67
Tabla 5.2.3.21 Empresas con matriculada renovada por localidad corte 31 de mayo 2017 72
Tabla 5.2.3.22 Tamaño de las empresas por localidad 75
Tabla 5.2.3.23 Polos de desarrollo por localidades 78
Tabla 5.2.3.24 Localidades de Bogotá 105
Tabla 5.2.3.25 Instituciones y organizaciones con presencia local 105
Tabla 5.2.3.26 Proyectos estructurales para el Distrito 107
Tabla 5.2.3.27 Zonas AID del Tramo Uno de la Primera Línea del Metro de Bogotá 108
Tabla 5.2.3.28 Población por zona 109
Tabla 5.2.3.29 Infraestructura educativa y de salud zona Patio Taller 113
Tabla 5.2.3.30 Infraestructura educativa y de salud zona uno 114
Tabla 5.2.3.31 Infraestructura recreativa Patio Taller 116
Tabla 5.2.3.32 Infraestructura recreativa zona uno 117
Tabla 5.2.3.33 Movilidad zona uno 120
Tabla 5.2.3.34 Infraestructura educativa y de salud zona dos 131
Tabla 5.2.3.35 Infraestructura recreativa zona dos 133
Tabla 5.2.3.36 Movilidad zona dos 136
Tabla 5.2.3.37 Infraestructura educativa y de salud zona tres 147
Tabla 5.2.3.38 Infraestructura recreativa zona tres 149
Tabla 5.2.3.39 Movilidad zona tres 151
Tabla 5.2.3.40 Infraestructura educativa y de salud comité cuatro 159
Tabla 5.2.3.41 Infraestructura recreativa zona cuatro 160
Tabla 5.2.3.42 Movilidad zona cuatro 163
Tabla 5.2.3.43 Infraestructura educativa y de salud comité cinco 169
Tabla 5.2.3.44 Movilidad zona cinco 173
Tabla 5.2.3.45 Infraestructura educativa y de salud comité seis 182
Tabla 5.2.3.46 Infraestructura recreativa zona 6 184
Tabla 5.2.3.47 Movilidad zona cinco 187
Tabla 5.2.3.48 Listado de BIC de orden Nacional 197

Tabla 5.2.3.49 Plan Parcial Nodo norte 211
Tabla 5.2.3.50 Uso de medios de transporte por localidad 214
Tabla 5.2.3.51 JAC presentes en el trazado del Metro..... 218
Tabla 5.2.3.52 ONG y organizaciones presentes en el AID 219
Tabla 5.2.3.53 Actividades económicas - Población Censo 221
Tabla 5.2.3.54 Tamaño de la muestra Censo Indirecto del Comercio Formal e Informal del AID 225
Tabla 5.2.3.55 Clasificación de las actividades económicas censadas según CIIU Rev. 4 226
Tabla 5.2.3.56 Actividades económicas censadas por Zona (Muestra) 228
Tabla 5.2.3.57 Relación de las características principales de las áreas de influencia directa e indirecta del trazado de la PLMB. 231
Tabla 5.2.3.58 Relación de las Unidades Sociales Hogar, las Unidades Económicas y Unidades Social Socioeconómicas identificadas y aproximadas en el área de influencia directa. 234
Tabla 5.2.3.59 Listado estaciones PLMB..... 235
Tabla 5.2.3.60 Distribución de los predios a trasladar por curvas del trazado PLMB 245
Tabla 5.2.3.61 Distribución de las unidades sociales por tipos de tenencia 247
Tabla 5.2.3.62 Resultados generales de la identificación..... 264
Tabla 5.2.3.63 Usuario IPES y vendedores informales con afectación directa por la construcción de la PLMB. 264
Tabla 5.2.3.64 Descripción de Zonas METROBOG - Empresa Metro - FDN..... 265
Tabla 5.2.3.65 Metodología de Trabajo 266
Tabla 5.2.3.66 Descripción de las áreas ocupadas por los OEP y su relación con las estaciones de la PLMB. Área de Influencia Directa 267
Tabla 5.2.3.67 Descripción de las áreas ocupadas y su relación de las alternativas del IPES. Área de Influencia Directa..... 268
Tabla 5.2.3.68 Descripción de las áreas ocupadas y su relación con las zonas del trazado de la PLMB. 269
Tabla 5.2.3.69. Identificados con RIVI - OEP en el Área de Influencia a lo largo del trazado. 280
Tabla 5.2.3.70. Tipificación de Productos: OEP – IPES Área Influencia Directa 282
Tabla 5.2.3.71. Tipificación de Productos: IPES Área Influencia Indirecta..... 284
Tabla 5.2.3.72 Proyectos en desarrollo y planeados 295
Tabla 5.2.3.73 Planes parciales..... 299
Tabla 5.2.3.74 Plan Parcial Nodo norte 301

LISTA DE FIGURAS

PÁG

Figura 5.2.3.1 Zonas PLMB 2
Figura 5.2.3.2 Proyección de población para el 2017 10
Figura 5.2.3.3 Crecimiento poblacional localidad de Bosa, 2005-2020 12
Figura 5.2.3.4 Crecimiento poblacional localidad de Kennedy, 2005-2020 12
Figura 5.2.3.5 Crecimiento poblacional localidad de Puente Aranda, 2005-2020 13
Figura 5.2.3.6 Crecimiento poblacional Localidad de Antonio Nariño, 2005-2020 13
Figura 5.2.3.7 Crecimiento poblacional Localidad de Los Mártires, 2005-2020 14
Figura 5.2.3.8 Crecimiento poblacional Localidad de Santa Fe, 2005-2020 14
Figura 5.2.3.9 Crecimiento poblacional Localidad de Teusaquillo, 2005-2020 15
Figura 5.2.3.10 Crecimiento poblacional Localidad de Barrios Unidos, 2005-2020 15
Figura 5.2.3.11 Crecimiento poblacional Localidad de Chapinero, 2005-2020 16
Figura 5.2.3.12 Población por género 17
Figura 5.2.3.13 Pirámide poblacional Localidad de Bosa 17
Figura 5.2.3.14 Población por género 17
Figura 5.2.3.15 Pirámide poblacional Localidad de Kennedy 17
Figura 5.2.3.16 Población por género Localidad de Puente Aranda 18
Figura 5.2.3.17 Pirámide poblacional Localidad de Puente Aranda 18
Figura 5.2.3.18 Población por género Localidad de Antonio Nariño 18
Figura 5.2.3.19 Pirámide poblacional Localidad de Antonio Nariño 18
Figura 5.2.3.20 Población por género Localidad de Los Mártires 19
Figura 5.2.3.21 Pirámide poblacional Localidad de Los Mártires 19
Figura 5.2.3.22 Población por género Localidad de Santa Fe 19
Figura 5.2.3.23 Pirámide poblacional Localidad de Santa Fe 19
Figura 5.2.3.24 Población por género Localidad de Teusaquillo 20
Figura 5.2.3.25 Pirámide poblacional en la Localidad de Teusaquillo 20
Figura 5.2.3.26 Población por género Localidad de Barrios Unidos 20
Figura 5.2.3.27 Pirámide poblacional Localidad de Barrios Unidos 20
Figura 5.2.3.28 Población por género Localidad de Chapinero 21
Figura 5.2.3.29 Pirámide poblacional Localidad de Chapinero 21
Figura 5.2.3.30 Distribución de la población afiliada régimen contributivo y subsidiado por localidad 2015 26
Figura 5.2.3.31 Establecimientos educativos Bogotá, 2015 30
Figura 5.2.3.32 Distribución de Colegios Localidad Bosa 31
Figura 5.2.3.33 Porcentaje de matrículas por grado Localidad de Bosa, 2015 31
Figura 5.2.3.34 Distribución de Colegios Localidad Kennedy 31
Figura 5.2.3.35 Porcentaje de matrículas por grado Localidad de Kennedy, 2015 31
Figura 5.2.3.36 Distribución de Colegios Localidad Puente Aranda,2015 32
Figura 5.2.3.37 Porcentaje de matrículas por grado Localidad de Puente Aranda, 2015 32
Figura 5.2.3.38 Distribución de Colegios Localidad Antonio Nariño 32
Figura 5.2.3.39 Porcentaje de matrículas por grado Localidad de Antonio Nariño, 2015 32
Figura 5.2.3.40 Distribución de Colegios Localidad Los Mártires, 2015 33
Figura 5.2.3.41 Porcentaje de matrículas por grado Localidad de Los Mártires, 2015 33
Figura 5.2.3.42 Distribución colegios Localidad de Santa Fe, 2015 34
Figura 5.2.3.43 Porcentaje de matrículas por grado Localidad de Santa Fe, 2015 34
Figura 5.2.3.44 Distribución de colegios Localidad de Teusaquillo, 2015 34
Figura 5.2.3.45 Porcentaje de matrículas por grado Localidad de Teusaquillo, 2015 34
Figura 5.2.3.46 Distribución de colegios Localidad de Barrios Unidos, 2015 35
Figura 5.2.3.47 Porcentaje de matrículas por grado Localidad de Barrios Unidos, 2015 35
Figura 5.2.3.48 Distribución colegios Localidad Chapinero, 2015 35

Figura 5.2.3.49 Porcentaje de matrículas por grado Localidad Chapinero, 2015 35
Figura 5.2.3.50 Déficit cuantitativo y cualitativo por localidad 38
Figura 5.2.3.51 Participación en superficie de suelo AII 52
Figura 5.2.3.52 Uso del suelo urbano en el AII 56
Figura 5.2.3.53 Licenciamiento según UPZ 2012 y 2016 57
Figura 5.2.3.54 Número de predios residenciales por localidad. 59
Figura 5.2.3.55 Proporción de predios residenciales por localidad en el AII 59
Figura 5.2.3.56 Número de predios comerciales por localidad en el AII 60
Figura 5.2.3.57 Proporción de predios comerciales por localidad del AII 60
Figura 5.2.3.58 Variación porcentual crecimiento PEA 2014-2017 64
Figura 5.2.3.59 Variación porcentual crecimiento PET 2014-2017. 65
Figura 5.2.3.60 Variación del avalúo catastral 2015 – 2016 en las localidades del AII 69
Figura 5.2.3.61 Valor de referencia del precio del suelo AII 2013 - 2017 70
Figura 5.2.3.62 Canon de arrendamiento en las localidades del AII 71
Figura 5.2.3.63 Variación porcentual creación de empresas por localidad 2012 al 2017. 73
Figura 5.2.3.64 Participación porcentual empresas sector comercio por localidad. 73
Figura 5.2.3.65 Número de empresas sector comercio por localidad. 74
Figura 5.2.3.66 Participación de empresas sector industrial por localidad. 74
Figura 5.2.3.67 Porcentaje de establecimientos comerciales por localidad. 76
Figura 5.2.3.68 Porcentaje de establecimientos sector comercio por localidad. 76
Figura 5.2.3.69 Porcentaje de establecimientos sector alojamiento por localidad. 77
Figura 5.2.3.70 Tenencia de Tierras Santafé Bogotá y aledaños. 1550 - 1600 83
Figura 5.2.3.71 Nuevo y único plano geométrico de la ciudad de Santafé de Bogotá, capital del Nuevo Reino de Granada. Por el teniente coronel D. Domingo Esquiaqui. 1791 84
Figura 5.2.3.72 Croquis de la Ciudad de Santafé de Bogotá y sus alrededores. 1797 85
Figura 5.2.3.73 Fragmento Plano de Bogotá. 1906 86
Figura 5.2.3.74 Ciudad de Bogotá. 1908 87
Figura 5.2.3.75 Plano Topográfico de Bogotá. 1915 87
Figura 5.2.3.76 Plano de Bogotá. 1933 88
Figura 5.2.3.77 Plano de Bogotá. 1944 88
Figura 5.2.3.78 Plano de Bogotá. 1954 90
Figura 5.2.3.79 Plano de Bogotá. 1985 92
Figura 5.2.3.80 Zonas AID Tramo 1 Primera Línea del Metro de Bogotá 109
Figura 5.2.3.81 Porcentaje de población por zona. 110
Figura 5.2.3.82 Línea del tiempo Comité 1 112
Figura 5.2.3.83 Participación de las actividades económicas en la Zona 1 122
Figura 5.2.3.84 Empresas registradas en Cámara de Comercio de Bogotá Zona 1Fuente: Procesado por Consorcio Metro BOG 2017 con base en Información Secretaría Distrital de Desarrollo Económico 126
Figura 5.2.3.85 Localización de las unidades censadas del AID Zona Uno 127
Figura 5.2.3.86 Línea del tiempo Comité 2 129
Figura 5.2.3.87 Participación de las actividades económicas en la Zona dos 139
Figura 5.2.3.88 Comercio Informal Avenida Primero de Mayo 141
Figura 5.2.3.89 Empresas registradas en Cámara de Comercio de Bogotá Zona Dos 143
Figura 5.2.3.90 Cadena Productiva del Plástico “Carvajal” 144
Figura 5.2.3.91 Línea del tiempo Comité 3 146
Figura 5.2.3.92 Avenida Carrera 68 hasta Av. NQS 154
Figura 5.2.3.93 Participación de las actividades económicas en la Zona tres 155
Figura 5.2.3.94 Empresas registradas en Cámara de Comercio de Bogotá zona tres 156
Figura 5.2.3.95 Línea del tiempo Comité 4 157
Figura 5.2.3.96 Desde Av. NQS, Avenida Caracas con Calle 8ª sur hasta Avenida Calle 1ª 165
Figura 5.2.3.97 Participación de las actividades económicas en la Zona cuatro 165
Figura 5.2.3.98 Microempresas registradas en Cámara de Comercio 166

Figura 5.2.3.99 Línea del tiempo Comité 5 167
Figura 5.2.3.100 Avenida Calle 1ª con Av. Caracas hasta Calle 26 176
Figura 5.2.3.101 Av. Caracas en la zona “Sabana Nieves” tomado de IPES 2013 177
Figura 5.2.3.102 Participación de las actividades económicas en la Zona cinco 178
Figura 5.2.3.103 Cementerio Central Plazoleta 26- venta de Flores 178
Figura 5.2.3.104 Línea del tiempo Comité 6 180
Figura 5.2.3.105 Línea del tiempo Comité 7 180
Figura 5.2.3.106 Sectores comerciales compraventas y mariachis costado Oriental Av. Caracas Fuente: Secretaría Distrital de Desarrollo Económico, 2017 191
Figura 5.2.3.107 Participación de las actividades económicas en la Zona seis 192
Figura 5.2.3.108 Empresas registradas en Cámara de Comercio de Bogotá zona seis 193
Figura 5.2.3.109 Patrimonio Construido de la Ciudad 195
Figura 5.2.3.110 Bienes de Interés Cultural localizados en la zona de influencia Directa del Metro, ver Anexo 5.2.3.6 196
Figura 5.2.3.111 Trazado del Ferrocarril del Norte. 199
Figura 5.2.3.112 Comparativo del trazado de la Avenida Caracas entre 1944 y 1954 201
Figura 5.2.3.113 Subdivisión de Barrios de Santafé. Siglo XVIII 203
Figura 5.2.3.114 Publicidad de venta de lotes de la urbanización Santa Fe. Ca. 1936 205
Figura 5.2.3.115 Delimitación del SIC de Teusaquillo 207
Figura 5.2.3.116 Delimitación del SIC Sucre 209
Figura 5.2.3.117 Delimitación del SIC Quinta Camacho 210
Figura 5.2.3.118 ¿La calle es un espacio de conflictos? 216
Figura 5.2.3.119 ¿La calle es un espacio peligroso? 216
Figura 5.2.3.120 ¿La calle es un espacio de expresión cultural y artística? 217
Figura 5.2.3.121¿La calle es un espacio de encuentro? 218
Figura 5.2.3.122 Nivel de Confianza y Desviación Estándar 224
Figura 5.2.3.123 Base de datos Censo Indirecto Comercio Formal e Informal – KoboToolbox 2017 225
Figura 5.2.3.124 Clasificación CIIU Rev. 4 226
Figura 5.2.3.125 Localización de las unidades económicas Censo Indirecto del Comercio Formal e Informal del AID 230
Figura 5.2.3.126 Relación del tipo de construcción identificada en las seis zonas por las cuales pasara el trazado de la PLMB 232
Figura 5.2.3.127 Relación de número de pisos identificada en las seis zonas del trazado de la PLMB. 233
Figura 5.2.3.128 Relación de los usos identificados en las construcciones de seis zonas del trazado de la PLMB. 233
Figura 5.2.3.129 Relación del tipo de actividad económica identificada en las seis zonas 235
Figura 5.2.3.130 Estación Portal Américas 236
Figura 5.2.3.131 Estación Carrera 80 237
Figura 5.2.3.132 Estación Calle 42 sur 237
Figura 5.2.3.133 Estación Hospital de Kennedy 238
Figura 5.2.3.134 Estación Av. Boyacá 238
Figura 5.2.3.135 Estación Av. 68 239
Figura 5.2.3.136 Estación Carrera 50 239
Figura 5.2.3.137 Estación NQS 240
Figura 5.2.3.138 Estación Nariño 240
Figura 5.2.3.139 Estación Calle 1 241
Figura 5.2.3.140 Estación Calle 10 241
Figura 5.2.3.141 Estación calle 26 242
Figura 5.2.3.142 Estación Calle 45 243
Figura 5.2.3.143 Estación Calle 63 243
Figura 5.2.3.144 Estación Calle 72 244

Figura 5.2.3.145 Tipos de unidades sociales censadas 246
Figura 5.2.3.146 Tenencia de las unidades sociales censadas 247
Figura 5.2.3.147 Distribución de las personas por sexo 248
Figura 5.2.3.148 Distribución de la población por rangos etarios 248
Figura 5.2.3.149 Composición de los hogares 249
Figura 5.2.3.150 Nivel educativo de las personas 249
Figura 5.2.3.151 Tasa de escolaridad de la población infantil 250
Figura 5.2.3.152 Afiliación en salud de las personas 251
Figura 5.2.3.153 Enfermedades presentes en las personas 251
Figura 5.2.3.154 Otras enfermedades reportadas 252
Figura 5.2.3.155 Tiempo de permanencia en el barrio 252
Figura 5.2.3.156 Tiempo de permanencia en el predio 253
Figura 5.2.3.157 Motivos para vivir en el barrio. 253
Figura 5.2.3.158 Ingresos percibidos por los hogares 255
Figura 5.2.3.159 Rango de gastos por canon de arrendamiento de los hogares 255
Figura 5.2.3.160 Deudas de los propietarios por impuesto predial y valorización 256
Figura 5.2.3.161 Tipo de actividad unidades socioeconómicas 257
Figura 5.2.3.162 Actividad por unidades socioeconómicas 257
Figura 5.2.3.163Capital invertido por unidad socioeconómica 258
Figura 5.2.3.164 Utilidades percibas por las unidades socioeconómicas 258
Figura 5.2.3.165 Ingresos económicos de las unidades rentistas 259
Figura 5.2.3.166 Actividades económicas de las unidades económicas 260
Figura 5.2.3.167 Tiempo de funcionamiento de las unidades económicas 261
Figura 5.2.3.168 Capital invertido en las unidades económicas 262
Figura 5.2.3.169 Utilidades de las unidades económicas 262
Figura 5.2.3.170 Número de vendedores informales estacionarios que se encuentran realizando su actividad económica en cercanía a las estaciones de la primera línea del metro de Bogotá 268
Figura 5.2.3.171 Composición por Sexo: OEP- Área de Influencia Directa 270
Figura 5.2.3.172 Grupo Etario – OEP Área de Influencia Directa 271
Figura 5.2.3.173 Grupo Poblacional Especial Protección Constitucional - OEP en el Área de Influencia Directa 272
Figura 5.2.3.174 . Nivel Educativo – OEP en el Área de Influencia Directa 273
Figura 5.2.3.175. Características de Vivienda Actual – OEP en el Área de Influencia Directa 273
Figura 5.2.3.176. Identificados con RIVI – OEP en el Área de Influencia Directa 274
Figura 5.2.3.177. Opción fuera del Espacio Público: OEP – IPES Área de Influencia Directa 275
Figura 5.2.3.178. Índice de Vulnerabilidad OEP IPES en el Área de Influencia Directa 276
Figura 5.2.3.179. Composición por Sexo: OEP en el Área de Influencia a lo largo del trazado. .. 277
Figura 5.2.3.180. Grupo Etario en el Área de Influencia a lo largo del trazado. 277
Figura 5.2.3.181. Grupo Poblacional Especial Protección Constitucional - OEP en el Área de Influencia a lo largo del trazado. 278
Figura 5.2.3.182. Nivel Educativo - OEP en el Área de Influencia a lo largo del trazado. 279
Figura 5.2.3.183. Características de Vivienda Actual – OEP en el Área de Influencia a lo largo del trazado. 280
Figura 5.2.3.184. Opción fuera del Espacio Público OEP en el Área de Influencia a lo largo del trazado. 281
Figura 5.2.3.185. Índice de Vulnerabilidad Espacio Público OEP en el Área de Influencia a lo largo del trazado. 282
Figura 5.2.3.186. Tipificación Alimentos Preparados: OEP – IPES área de Influencia Directa 283
Figura 5.2.3.187. Tipificación Alimentos Empacados: OEP – IPES área de Influencia Directa 283
Figura 5.2.3.188. Tipificación Artículos – Empacados: OEP – IPES área de Influencia Directa 284
Figura 5.2.3.189. Tipificación Alimentos Preparados: OEP – IPES Influencia indirecta 285
Figura 5.2.3.190. Tipificación Alimentos Empacados: OEP – IPES Influencia Indirecta 286
Figura 5.2.3.191. Tipificación Artículos – Empacados: OEP – IPES a lo largo del trazado. 286

Figura 5.2.3.192 Índice de Vulnerabilidad 287
Figura 5.2.3.193 Aglomeraciones y sus actividades alrededor del eje trazado Metro de Bogotá . 294
Figura 5.2.3.194 Panorámica Troncal Carrera 7a..... 297
Figura 5.2.3.195Trazado extensión de la avenida ciudad de Cali al sistema TransMilenio 297

LISTA DE FOTOGRÁFIAS

PÁG

Fotografía 5.2.3.1 Hospital La Samaritana 28
Fotografía 5.2.3.2 Clínica Méderi 28
Fotografía 5.2.3.3 Colegio Claretiano de Bosa 36
Fotografía 5.2.3.4 Colegio Santa Luisa, Kennedy 36
Fotografía 5.2.3.5 Av. Primero de Mayo a la altura del Hospital de Kennedy 40
Fotografía 5.2.3.6 Av. Primero de Mayo a la altura de Plaza de las Américas. 40
Fotografía 5.2.3.7 Av. Calle 13 41
Fotografía 5.2.3.8 Av. Caracas 42
Fotografía 5.2.3.9 Av. Calle 13 42
Fotografía 5.2.3.10 Av. Caracas con calle 24 43
Fotografía 5.2.3.11Av. Carrera Séptima 45
Fotografía 5.2.3.12 Carrera 13 45
Fotografía 5.2.3.13 Avenida Primero de Mayo. 1962 91
Fotografía 5.2.3.14 Ruinas de la iglesia del Humilladero en la vereda San Bernardino 95
Fotografía 5.2.3.15 Iglesia San Bernardino, plaza de Bosa 95
Fotografía 5.2.3.16 Estación del Tren Bosa, principios del siglo XX 95
Fotografía 5.2.3.17 Estación del Tren Bosa en la actualidad. 95
Fotografía 5.2.3.18 Hacienda Tagaste 97
Fotografía 5.2.3.19 Estadio Metropolitano Ciudad de Techo 97
Fotografía 5.2.3.20 Biblioteca Universidad Distrital (Antiguo Matadero Distrital) 98
Fotografía 5.2.3.21 Casa Museo Antonio Nariño 98
Fotografía 5.2.3.22 Hospital Santa Clara 99
Fotografía 5.2.3.23 Iglesia San Antonio de Padua 99
Fotografía 5.2.3.24 Edificio sede Batallón Guardia Presidencial 100
Fotografía 5.2.3.25 Hospital San José 100
Fotografía 5.2.3.26 Parque Nacional 101
Fotografía 5.2.3.27 Museo Nacional 101
Fotografía 5.2.3.28 Casas Barrio Teusaquillo 102
Fotografía 5.2.3.29 Casa Museo Jorge Eliecer Gaitán 102
Fotografía 5.2.3.30 Iglesia Santísima Trinidad 103
Fotografía 5.2.3.31 Escuela Militar de Cadetes José María Córdoba 103
Fotografía 5.2.3.32 Villa Adelaida 104
Fotografía 5.2.3.33 Iglesia de Lourdes 104
Fotografía 5.2.3.34 Ciudad Kennedy 1964 111
Fotografía 5.2.3.35 Colegio INEM de Kennedy Fuente: https://www.google.com.co/search. 111
Fotografía 5.2.3.36 Corabastos 1972. 112
Fotografía 5.2.3.37 Hospital de Kennedy Fuente: http://www.wradio.com.co 112
Fotografía 5.2.3.38 IED Colegio El Porvenir sede B 114
Fotografía 5.2.3.39 CDC El Porvenir 114
Fotografía 5.2.3.40 IPS Virrey Solís 115
Fotografía 5.2.3.41 IED Colegio Eduardo Umaña Luna 115
Fotografía 5.2.3.42 Parque público ubicado en la carrera 102 C 116
Fotografía 5.2.3.43 Parque Los Girasoles 116
Fotografía 5.2.3.44 Parque Calle 52 con Carrera 91 b 117
Fotografía 5.2.3.45 Parque Gran Britalia 117
Fotografía 5.2.3.46 Parque Cayetano Cañizares 118
Fotografía 5.2.3.47 Parque Barrio Dindalito 118
Fotografía 5.2.3.48 Viviendas ubicadas sobre la Av. Villavicencio y Av. Ciudad de Cali 119

Fotografía 5.2.3.49 Encuentro Av. Ciudad de Cali con Avenida Villavicencio 121
Fotografía 5.2.3.50 Av. Villavicencio con Carrera 80 121
Fotografía 5.2.3.51 Avenida Villavicencio con Carrera 79 121
Fotografía 5.2.3.52 Actividades económicas Avenida Villavicencio desde el Canal Cundinamarca Fuente: Trabajo de campo Consorcio Metro BOG 2017 123
Fotografía 5.2.3.53 Actividades económicas Avenida Villavicencio con Avenida Ciudad de Cali 123
Fotografía 5.2.3.54 Actividades económicas Av. Villavicencio desde la Av. Ciudad de Cali hasta la Av. Dagoberto Mejía 125
Fotografía 5.2.3.55 Central de Abastos de Bogotá Corabastos 128
Fotografía 5.2.3.56 Barrio Timiza 129
Fotografía 5.2.3.57 Aeropuerto de Techo 1955 129
Fotografía 5.2.3.58 Antiguo teatro Iris 130
Fotografía 5.2.3.59 Plaza de mercado de Kennedy 130
Fotografía 5.2.3.60 Hospital de Kennedy 132
Fotografía 5.2.3.61 EPS Compensar – Kennedy 132
Fotografía 5.2.3.62 Upa 79 Carvajal 132
Fotografía 5.2.3.63 IED Las Américas 132
Fotografía 5.2.3.63 Colegio Santo Domingo 132
Fotografía 5.2.3.65 Parque Santa Marta de Pastrana 133
Fotografía 5.2.3.66 Parque CAI Oneida 133
Fotografía 5.2.3.67 Parque de la amistad 134
Fotografía 5.2.3.68 Estadio de Techo 134
Fotografía 5.2.3.69 Mundo Aventura 134
Fotografía 5.2.3.70 Parque sector Plaza de las Américas 134
Fotografía 5.2.3.71 Parque La Llanura 134
Fotografía 5.2.3.72 Viviendas ubicadas sobre la Av. Primero de Mayo 135
Fotografía 5.2.3.73 Av. Villavicencio con Av. Primera de Mayo 137
Fotografía 5.2.3.74 Hospital de Kennedy y Av. Poporo Quimbaya 138
Fotografía 5.2.3.75 Av. Primera de Mayo con Av. Boyacá 138
Fotografía 5.2.3.76 Actividades económicas Zona 2 Desde Avenida Agoberto Mejía hasta Av. Primero de Mayo 139
Fotografía 5.2.3.77 Comerciantes informales Avenida Primero de Mayo 140
Fotografía 5.2.3.78 Plano original del barrio El Tejar 145
Fotografía 5.2.3.79 Quema del Diablo Barrio el Tejar 145
Fotografía 5.2.3.80 Colegio Luis Vargas Tejada, Sede El Tejar 145
Fotografía 5.2.3.80IPS Odontotal 147
Fotografía 5.2.3.81Colegio Distrital Benjamín Herrera 147
Fotografía 5.2.3.82SENA Av. NQS 148
Fotografía 5.2.3.84 Parques de bolsillo barrio El Tejar 149
Fotografía 5.2.3.85 Parque San Eusebio 149
Fotografía 5.2.3.86 Parque La Guaca 149
Fotografía 5.2.3.87 Casa museo Antonio Nariño 150
Fotografía 5.2.3.88 Parque Ciudad Montes 150
Fotografía 5.2.3.89 Viviendas ubicadas Av. Primero de Mayo, entre Cra 68 y NQS 151
Fotografía 5.2.3.90 Av. Primera de Mayo con Av. Carrera 68 152
Fotografía 5.2.3.91 Glorieta Av. Primera de Mayo con Carrera 50 153
Fotografía 5.2.3.92 Av. Primera de Mayo con Av. NQS 153
Fotografía 5.2.3.93 Av. NQS con Calle 8 Sur 153
Fotografía 5.2.3.94 Venta de muebles Av. Primero de Mayo con Cra. 50 154
Fotografía 5.2.3.95 Sector mixto Ciudad Montes, residencial y comercial 154
Fotografía 5.2.3.96 Av. Primero Con Av. NQS 154
Fotografía 5.2.3.97 Museo de Artes Gráficas de la imprenta Nacional 157
Fotografía 5.2.3.98 Edificio de laboratorio Quibi 157

Fotografía 5.2.3.99 Centro dermatológico Federico Lleras Acosta 158
Fotografía 5.2.3.100 Unidad residencial Hans Drews Arango 158
Fotografía 5.2.3.101 IPS Odonto Clinic 159
Fotografía 5.2.3.102 Hospital de La Misericordia 159
Fotografía 5.2.3.103 Centro Dermatológico Federico Lleras Acosta 160
Fotografía 5.2.3.104 IED Atanasio Girardot 159
Fotografía 5.2.3.105 Colegio Técnico Menorah 159
Fotografía 5.2.3.106 Colegio Hermanas Misioneras de La Consolata 160
Fotografía 5.2.3.107 Parque Polideportivo la Fragua 161
Fotografía 5.2.3.108 Parque la Fraguita 161
Fotografía 5.2.3.109 Viviendas ubicadas sobre la Calle Octava y Calle Primera 162
Fotografía 5.2.3.110 Calle 8 Sur 164
Fotografía 5.2.3.111 Glorieta Av. Carrera 27 164
Fotografía 5.2.3.112 Calle 1 con Av. Caracas 164
Fotografía 5.2.3.113 Plaza de Los Mártires y Voto Nacional, 1940 168
Fotografía 5.2.3.114 Plaza de Los Mártires y Voto Nacional en la actualidad. 168
Fotografía 5.2.3.115 Estación de la Sabana 169
Fotografía 5.2.3.116 ASAB, Universidad Distrital 169
Fotografía 5.2.3.117 Instituto Nacional de Medicina Legal 170
Fotografía 5.2.3.118 Instituto Técnico Central La Salle 170
Fotografía 5.2.3.119 Colegio de Las Mercedes 170
Fotografía 5.2.3.120 Parque Metropolitano Tercer Milenio 171
Fotografía 5.2.3.121 Parque barrio San Bernardo 171
Fotografía 5.2.3.122 Viviendas ubicadas sobre la Av. Caracas, entre calles 2 y 28 172
Fotografía 5.2.3.123 Av. Caracas con Calle 6 174
Fotografía 5.2.3.124 Av. Caracas con Calle 13 174
Fotografía 5.2.3.125 Av. Caracas con Calle 19 175
Fotografía 5.2.3.126 Av Caracas con Calle 26 175
Fotografía 5.2.3.127 Hospital La Misericordia Av. Caracas-Calle 1 176
Fotografía 5.2.3.128 Estación del tren Chapinero 179
Fotografía 5.2.3.129 Parque Lago Gaitán, 1950 179
Fotografía 5.2.3.130 Cervecería Bavaria 1940 181
Fotografía 5.2.3.131 Parque Central Bavaria 181
Fotografía 5.2.3.132 Hospital de Chapinero 182
Fotografía 5.2.3.133 Liceo Latinoamericano 182
Fotografía 5.2.3.134Universidad Cooperativa Fuente: Consorcio Metro BOG, 2017. 183
Fotografía 5.2.3.135 Parque Armenia 184
Fotografía 5.2.3.136 Parque Pony 184
Fotografía 5.2.3.137 Parque La Magdalena 184
Fotografía 5.2.3.138 Parque Central Bavaria 185
Fotografía 5.2.3.139 Parque ubicado en la Calle 65 con Cra 15 185
Fotografía 5.2.3.140 Plazoleta ubicada sobre la Av. Caracas en inmediaciones de la Plazoleta de las Flores 185
Fotografía 5.2.3.141 Viviendas ubicadas sobre la Av. Caracas, entre calles 28 y 72 186
Fotografía 5.2.3.142 Av. Caracas con Calle 32 188
Fotografía 5.2.3.143 Av. Caracas con Diagonal 40 A 188
Fotografía 5.2.3.144 Av. Caracas con Calle 45 189
Fotografía 5.2.3.145 Av. Caracas con Calle 53 189
Fotografía 5.2.3.146 Av. Caracas con Calle 57 189
Fotografía 5.2.3.147 Av. Caracas con Calle 63 189
Fotografía 5.2.3.148 Av. Caracas con Calle 72 190
Fotografía 5.2.3.149 Av. Caracas con Calle 76 190
Fotografía 5.2.3.150 Instituciones educativas sobre la Av. Caracas 192

Fotografía 5.2.3.151 Aspecto de la Avenida Caracas. 1935 200
Fotografía 5.2.3.152 Obras de apertura de la Av. Caracas sobre el sector de los Mártires. Ca. 1945..... 201
Fotografía 5.2.3.153 Cruce de la Avenida Caracas con Calle 1ª. 1947 203
Fotografía 5.2.3.154 Plano de Bogotá. 1910 204
Fotografía 5.2.3.155 Edificio Barrio Santa Fe 205
Fotografía 5.2.3.156 Cementerio Central..... 206
Fotografía 5.2.3.157 Barrio Teusaquillo, 1950..... 207
Fotografía 5.2.3.158 Casona ubicada en la Calle 45..... 207
Fotografía 5.2.3.159 Barrio Sagrado Corazón. 1936..... 208
Fotografía 5.2.3.160 Tranvía de Bogotá – 1918 213

LISTA DE ABREVIACIONES

Abreviatura	Término
AID	Área de Influencia Directa
AII	Área de Influencia Indirecta
ALO	Avenida Longitudinal de Occidente
BIC	Bien de interés Cultural
SDP	Secretaria Distrital de Planeación
DANE	Departamento Administrativo Nacional de Estadística
DADEP	Departamento Administrativo de la Defensoría del Espacio Público
DANE	Departamento Administrativo Nacional de Estadística
EAAB	Empresa de Acueducto, Alcantarillado y Aseo de Bogotá
EMB	Empresa Metro de Bogotá S.A.
FDN	Financiera de Desarrollo Nacional
IDECA	Unidad Administrativa Especial de Catastro Distrital
ICAHN	Instituto Colombiano de Antropología e Historia
IDIGER	Instituto Distrital de Gestión de Riesgos y Cambio Climático
IDPC	Instituto Distrital de Patrimonio Cultural
IDU	Instituto de Desarrollo Urbano
IGAC	Instituto Geográfico "Agustín Codazzi"
IDPAC	Instituto Distrital de participación y Acción Comunal
IPES	Instituto para la Economía Social
NQS	Avenida Ciudad de Quito
OEP	Ocupantes del Espacio Público
PLMB	Primera línea del Metro de Bogotá
PMAS	Plan de Manejo Ambiental y Social
PMEP	Plan Maestro de Espacio Público
POT	Plan de Ordenamiento Territorial

PP	Plan Parcial
SDM	Secretaria Distrital de la Mujer
SENA	Servicio Nacional de Aprendizaje
SITP	Sistema Integrado de Transporte Público de Bogotá
UPZ	Unidades de Planeamiento Zonal
SDPC	Secretaria Distrital de Patrimonio y Cultura
SDE	Secretaria de Desarrollo Económico
SDIS	Secretaria Distrital de Integración social
SDQS	Sistema Distrital de Quejas y Soluciones

5.2 DIAGNÓSTICO Y CARACTERIZACIÓN_ LÍNEA BASE

5.2.3 Medio socioeconómico

Para la delimitación y caracterización del área de influencia directa e indirecta del Proyecto se tomó como referencia el documento Estudio Ambiental y Social Integral de la Primera Línea del Metro para la Ciudad de Bogotá, desarrollado por el Instituto de Desarrollo Urbano IDU en el año 2015, el Plan de Ordenamiento Territorial-POT, los documentos de la Secretaría de Planeación Distrital.

El documento Estudio Ambiental y Social Integral de la Primera Línea del Metro para la Ciudad de Bogotá mencionado, consolida un diagnóstico a fuentes secundarias, la caracterización socioeconómica del área de influencia del proyecto, delimita el territorio de la población que se afectará, e identifica los posibles impactos positivos o negativos que las obras de infraestructura que en el desarrollo de la PLMB se puedan generar.

De acuerdo a lo anterior se definieron dos tipos de áreas de influencia teniendo en cuenta la visión socio económico, cultural y socio ambiental:

Área de influencia indirecta (AII): Son aquellas zonas que siendo cercanas al proyecto no se benefician directamente con la intervención propuesta a desarrollar, así mismo son espacios vinculados indirectamente, en forma positiva o negativa a las actividades del proyecto, en cada una de las etapas del mismo.

Área de influencia directa (AID): Corresponde al espacio geográfico a directamente y aledaño a la zona, cuyos impactos por las actividades del proyecto, pueden ser negativos o positivos

Teniendo en cuenta esto y el trazado propuesto para la primera línea del Metro y los impactos y beneficios generados por la ejecución del Proyecto, el Área de Influencia Indirecta se plantea a nivel de localidad, es decir, las localidades que son cruzadas por el trazado planteado, estas localidades son: Bosa, Kennedy, Puente Aranda, Antonio Nariño, Los Mártires, Santafé, Teusaquillo, Chapinero y Barrios Unidos, esto permite especializar los diagnósticos y caracterizaciones que se tienen de la ciudad.

Adicionalmente a nivel de AII se incluyen las Unidades de Planeamiento Zonal- UPZ, teniendo en cuenta que son áreas urbanas más pequeñas que las localidades y más grandes que los barrios, cuya función es servir de unidades territoriales o sectores para planificar el desarrollo urbano en el nivel zonal. De acuerdo con la Secretaría Distrital de Planeación (2014), son la escala intermedia de planificación entre los barrios y las localidades y constituyen un instrumento de planificación para poder desarrollar una norma urbanística en el nivel de detalle que requiere Bogotá, debido a las grandes diferencias que existen entre unos sectores y otros.

Por esta razón, también hacen parte del AII las UPZ y barrios contiguos al trazado planteado, teniendo en cuenta que se constituyen en el espacio propicio para la participación, la convivencia, el trabajo y el encuentro ciudadano. (Ver Tabla 5.2.3.1)

En cuanto al AID, el criterio tomado corresponde a los predios que se verán afectados de manera total o parcial por el trazado de la línea del Metro, y que serán sujeto de reasentamiento. Así mismo, se considera el área aledaña (una manzana a lado y lado del viaducto), por los posibles impactos que se puedan generar relacionados con contaminación auditiva, visual, de basuras, vibraciones por la maquinaria en la zona y cierres viales, entre otros.

Para la definición del área de influencia es fundamental tener en cuenta que algunas de las actividades y sitios requeridos para la ejecución del proyecto aún no están definidas, debido a que su ubicación depende del diseño final y decisión del contratista seleccionado para la ejecución de las obras. Por lo cual la identificación, delimitación y definición del área de influencia puede presentar variaciones.

Estas actividades y/o sitios son:

- Sitio(s) de planta de prefabricados o dovelas
- Sitio(s) y fuentes de materiales de construcción
- Sitio(s) para disposición de residuos de construcción y demolición
- Rutas de movimiento de camiones
- Rutas de desvío de tráfico durante la construcción del proyecto. En caso de considerarse vías primarias o principales como la NQS o similares, el área de influencia directa no se ampliará hasta dichas vías. Debido a que el diseño de estas vías contempla la capacidad y carga de la ciudad.

Estos sitios deben ser actualizados por el contratista de obra y una vez definidos, se realizara´n los ajustes a los que alla lugar del área de influencia.

Para poder desarrollar la actualización del estudio y llevar a cabo las actividades de gestión social, se subdividió el trazado de la PLMB en zonas. En ese orden, se definieron seis zonas que se presentan en la siguiente figura:

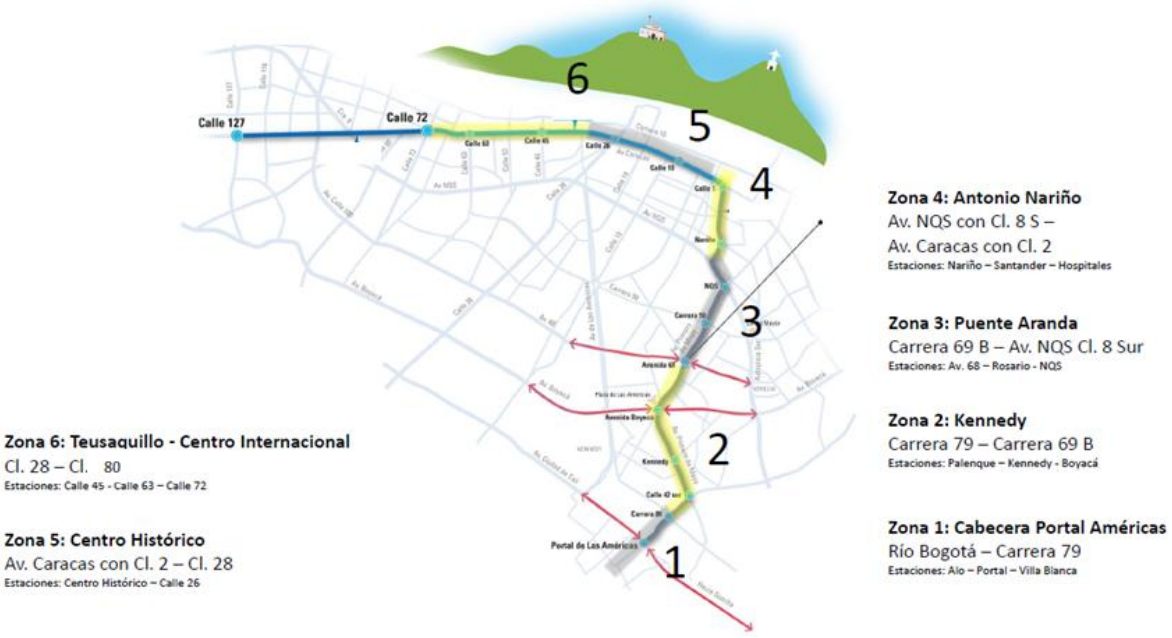


Figura 5.2.3.1 Zonas PLMB

Fuente: Consorcio Metro Bog, 2017

En la Tabla 5.2.3.1 se relacionan las localidades, Unidades de Planeamiento Zonal y los barrios que hacen parte del AII.

Tabla 5.2.3.1 Área de influencia indirecta

Zona Patio Taller		
Localidad	**UPZ**	**Barrio**
Bosa	UPZ 86	El Porvenir
Zona 1		
Localidad	**UPZ**	**Barrio**
Kennedy	UPZ83	Las Margaritas
	UPZ80	Villa Nelly III Sector
	UPZ82	Tintalito
	UPZ80	Chucua De La Vaca I
	UPZ81	Gran Britalia I
	UPZ47	Pastrana
Zona 2		
Localidad	**UPZ**	**Barrio**
Kennedy	UPZ45	Provivienda Occidental
	UPZ47	Ciudad Kennedy Sur
	UPZ47	Ciudad Kennedy Occidental
	UPZ80	Villa Nelly III Sector
	UPZ48	Timiza
	UPZ47	Ciudad Kennedy Oriental
	UPZ47	Ciudad Kennedy Central
	UPZ47	Pastrana
	UPZ44	Provivienda Oriental
	UPZ45	Provivienda
	UPZ48	Timiza C
Zona 3		
Localidad	**UPZ**	**Barrio**
Kennedy	UPZ45	Alquería La Fragua Norte
	UPZ44	Provivienda Oriental
	UPZ45	Provivienda
Puente Aranda	UPZ 40	Remanso Sur
	UPZ 41	Alcalá
	UPZ 41	Autopista Muzú
	UPZ 40	Remanso
Localidad	**UPZ**	**Barrio**
	UPZ 41	Autopista Muzú Oriental
	UPZ 41	Tejar
Localidad	**UPZ**	**Barrio**
Puente Aranda	UPZ 41	Autopista Sur

	UPZ 40	San Eusebio
Localidad	**UPZ**	**Barrio**
Antonio Nariño	UPZ38	La Fragua
	UPZ38	Sena
Los Mártires	UPZ37	Santa Isabel Sur
Zona 4		
Localidad	**UPZ**	**Barrio**
Antonio Nariño	UPZ38	La Fraguita
	UPZ38	San Antonio
	UPZ38	La Fragua
Los Mártires	UPZ37	Eduardo Santos
	UPZ37	El Vergel
	UPZ37	Santa Isabel Sur
Santa Fe	UPZ95	San Bernardino
Zona 5		
Localidad	**UPZ**	**Barrio**
Los Mártires	UPZ102	La Estanzuela
	UPZ102	La Favorita
	UPZ37	Eduardo Santos
	UPZ102	Santa Fe
	UPZ102	San Victorino
	UPZ102	Voto Nacional
Santa Fe	UPZ93	Santa Inés
	UPZ93	La Alameda
	UPZ93	La Capuchina
	UPZ95	San Bernardino
Zona 6		
Localidad	**UPZ**	**Barrio**
Santa Fe	UPZ91	San Diego
	UPZ93	La Alameda
	UPZ91	Sagrado Corazón
	UPZ91	Samper
Los Mártires	UPZ102	Santa Fe
Localidad	**UPZ**	**Barrio**
Teusaquillo	UPZ100	Chapinero Occidental
	UPZ101	La Magdalena
	UPZ101	Palermo
	UPZ101	Teusaquillo
	UPZ101	Armenia

	UPZ101	Santa Teresita
	UPZ100	Quesada
Chapinero	UPZ97	Porciúncula
	UPZ99	Chapinero Central
	UPZ97	Lago Gaitán
	UPZ99	Sucre
	UPZ97	Quinta Camacho
	UPZ99	Chapinero Norte
	UPZ99	Marly
Barrios Unidos	UPZ98	La Esperanza
	UPZ98	Concepción Norte
	UPZ98	San Felipe

Fuente: Consorcio Metro BOG, 2017

A partir de estas consideraciones de áreas de influencia se elabora el presente documento; la caracterización y análisis se realiza con base en la Especificación Técnica ET-20: Estudio Social para la Estructuración Técnica del Tramo 1 de la Primera Línea del Metro de Bogotá, de la Financiera de Desarrollo Nacional. Así mismo, se referencia la metodología general para la presentación de Estudios Ambientales, de acuerdo con los términos de referencia EIA –en la Construcción de carreteras expedidos por el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible – Autoridad Nacional de Licencias Ambientales (ANLA) 2017.

El análisis producto de la revisión de información a fuentes secundarias y de la información a fuentes primaria suministrada por las comunidades durante el desarrollo de los comités ciudadanos zonales realizados en el año 2017 en diferentes zonas del trazado, permitieron la consolidación del documento que se presenta, ver Anexo 5.2.3.1 y Anexo 5.2.3.2.

Se abordarán las temáticas en primer lugar observando el análisis descriptivo del Medio Socioeconómico del Área de Influencia Indirecta, considerando cada una de las nueve localidades por las cuales pasará el trazado de la PLMB, mediante el abordaje de las Dimensiones: Demográfica, Espacial, Económica, Cultural y Político Organizativa.

En segundo lugar se abordará el análisis descriptivo del Área de Influencia Directa para cada una de las seis zonas del trazado.

Se encuentra un análisis y caracterización preliminar a fuentes primarias, de los inmuebles afectados de manera total o parcial a lo largo del trazado de la PLMB, cuya población es sujeto de reasentamiento y la caracterización socioeconómica específica de 129 inmuebles que serán afectados de manera total ya que se requiere liberar espacio en las curvas del trazado de la PLMB y los cuales fueron priorizados por la EMB para iniciar con su gestión social y predial. Para finalizar se expone un aparte sobre las tendencias al desarrollo.

5.2.3.1 Área de influencia indirecta AII

5.2.3.1.1 Dimensión Demográfica

Para lograr la comprensión de la dinámica de una población y sus relaciones con el territorio es necesaria la caracterización del componente demográfico, ya que permitirá el conocimiento de sus particularidades en aspectos como: los referentes y características poblacionales.

Para la presente caracterización se van abordar elementos que permiten definir el tamaño, crecimiento, estructura y distribución de la población en un territorio. Información que se contextualiza con aspectos del orden económico, histórico, político y ambiental.

A continuación se realiza un análisis descriptivo de las nueve localidades en dos niveles: dinámica de la población y estructura de la población, identificando así de manera preliminar las particularidades y características que permitan establecer posibles escenarios para los impactos en las diferentes etapas del proyecto.

5.2.3.1.1.1 Dinámica de población

5.2.3.1.1.1.1 Hechos Históricos

En la Tabla 5.2.3.2 se presentan los principales hechos históricos que dieron origen a las nueve localidades que hacen parte del área de influencia del Proyecto. Desde las ocupaciones tempranas de los grupos Muiscas que habitaron la Sabana de Bogotá y se establecieron en distintos nichos ecológicos, hasta los procesos de urbanización e industrialización del siglo XX, que dieron pasó a la configuración de cada una de las localidades actuales.

Algunas de estas localidades se configuraron sobre las principales vías de acceso a la ciudad como Puente Aranda, Chapinero y Santa Fe, y otras se conformaron alrededor de importantes nichos ecológicos como lagunas, humedales y tierras de cultivo como es el caso de Bosa, Kennedy y Antonio Nariño.

Tabla 5.2.3.2 Proceso Histórico de conformación de las localidades.

Localidad	Hechos Históricos
Bosa	La localidad está ubicada sobre un antiguo poblado indígena, Bosa significa "cercado de guarda" y también significaba "segundo día de la semana" que era compuesta por las unidades temporales Ata, Boza, Mica, Mujica, Jizca, Ta y Cujipucua. Se dice que en las tierras de Bosa se reunieron en 1538 los conquistadores Gonzalo Jiménez de Quezada, Nicolás de Federmán, que venían de Venezuela, y Sebastián de Belalcázar, que venía de Perú, para firmar un tratado de paz; este acto es recordado por un monumento que aún se encuentra frente a la iglesia de San Bernardino, la cual comenzó a construirse en el año de 1618 y fue erigida recientemente como monumento nacional. En la vereda de San Bernardino se encuentra la ermita de El Humilladero, casi en ruinas y una cruz de piedra tosca, como testimonio del pasado indígena y colonial de esta localidad. Otro hechos histórico acaecido en esta localidad fue la llamada "Batalla de Bosa", el 22 de noviembre de 1853, cuando las fuerzas constitucionales de la república comandadas por los expresidentes Tomás Cipriano de Mosquera, José Hilario López y Pedro Alcántara Herrán, se enfrentaron al dictador Melo, a quien días después derrotaron. Hasta la primera mitad del presente siglo, Bosa fue un municipio compuesto por cinco barrios y habitado por personas dedicadas en gran parte a la agricultura de subsistencia. (Secretaria Distrital de Planeación, 2011)
Kennedy	Durante el periodo prehispánico los muiscas habitaban toda la sabana, incluyendo el actual territorio de la localidad de Kennedy, en el que se ubicaban asentamientos indígenas sobre los terrenos no inundables como los cerritos de Casablanca, Catalina, Onasis, Pastranita II, Perpetuo Socorro y Villa Andrea. La localidad de Kennedy se caracteriza por diferentes procesos de urbanización, el desarrollo urbano formal impulsado por el Estado a través del programa de vivienda popular, que permitió la implementación de sectores para la clase media, uno de los proyectos bandera fue “Ciudad Techo”, apoyado por el gobierno de Estados Unidos, que consistía en viviendas de autoconstrucción. Por otro lado, se dieron procesos de urbanización ilegal impulsada por población campesina desplazada por condiciones de pobreza y violencia de las áreas rurales, estas ocupaciones dieron lugar a barrios populares como Patio Bonito y Britalia, esta dinámica también fue estimulada con la construcción de Corabastos, lo que permitió el acceso a trabajos informales y no calificados. Paralelamente a estos procesos de urbanización, en la localidad se ubicaron importantes emporios industriales como la Cervecería Bavaria (UPZ Bavaria). (Secretaria Distrital de Planeación, 2011)
Puente Aranda	El nombre de la localidad de Puente Aranda se deriva del puente que atravesaba un terreno cenagoso sobre el río Chinua, hoy llamado San Francisco, de propiedad de don Juan de Aranda. El oidor Francisco de Anunciaba, inició la construcción de un camellón que atravesaba la sabana hacia el occidente, con el fin de facilitar a los viajeros el paso por el inmenso humedal de Aranda y crear así una vía de comunicación con Honda. El camino de Honda, también denominado avenida de la Encomienda, camino de Fontibón, camellón de la Sabana y avenida del Centenario, corresponde a lo que hoy es la calle 13. Esta vía fue muy importante al permitir la comunicación entre Honda, principal puerto del río Magdalena, y Fontibón, por lo que este trayecto se convirtió en una vía por la que entraban mercancías y se desarrollaba el comercio con la costa Atlántica. (Secretaria Distrital de Planeación, 2011)

Localidad	Hechos Históricos
Antonio Nariño	La localidad tomó su nombre del precursor Antonio Nariño, quien vivió una etapa de su vida en una hacienda ubicada en la localidad. A mediados del siglo pasado, a las orillas del río Fucha, se establecieron haciendas de recreo y esparcimiento para los capitalinos. Entre éstas se encontraban la quinta de Nariño, Osorio, La Fragüita, la Fragua, Llano de Mesa y otras haciendas distribuidas a lo largo de la ribera del río, donde se pescaba, nadaba y se realizaban otras actividades. Esta zona fue un polo de desarrollo de la ciudad, debido principalmente a la abundante corriente de agua pura que regaba la zona. La localidad Antonio Nariño fue paso obligado para los inmigrantes hacia la zona centro y norte de la ciudad; es un punto de referencia agrícola de la zona del Tequendama y de los Llanos Orientales, de ahí la antigüedad de las plazas de mercado de los barrios Restrepo y Santander. La expansión poblacional se da desde los barrios San Antonio, Santander, Restrepo y La Fragua. (Secretaría Distrital de Planeación, 2011)
Los Mártires	La localidad de los Mártires deriva su nombre de aquellos que durante la época de la Nueva Granada dieron su vida por la independencia del Imperio Español. En el parque de los Mártires murieron Policarpa Salavarrieta, Antonia Santos, Mercedes Abrego, Camilo Torres y Antonio José de Caldas. A comienzo de los años cincuenta, la localidad inicia su extensión hacia la carrera 30, sobre el eje marcado por la Avenida Alameda Nueva, hoy conocida como calle 13 o Avenida Jiménez. Entre 1913 y 1917se construyó la Estación de la Sabana, esta estación de ferrocarril fue punto de partida y de llegada de inmigrantes rurales de la época. La estación impulsó un gran desarrollo comercial de la zona aledaña a la Avenida Jiménez, con la construcción de grandes bodegas de almacenamiento de productos, como el caso de la Federación Nacional de Cafeteros, y de hoteles, restaurantes y cafés. Una herencia de esta fase del desarrollo de la ciudad es el comercio mayorista, principalmente de productos de abarrotes e insumos agrícolas, que se localiza en las zonas aledañas a la plaza España y al parque de Los Mártires y complemento se encuentra la plaza de Paloquemao. (Secretaria Distrital de Planeación, 2011)
Santa Fe	El lugar de la ciudad donde está localizada la localidad y la historia que lo acompaña han hecho que se le nombre como centro, pues es en esta localidad donde se ha desarrollado tradicionalmente la vida económica, cultural y política de la capital, desde la época de la Colonia hasta nuestros días. La historia de Santa Fe se remonta a la Colonia, a la fundación inicial de la ciudad en 1538 por don Gonzalo Jiménez de Quesada, allí se conformaron los primeros barrios del centro de la ciudad con calles angostas y empedradas, que enmarcaban la Plaza Mayor (hoy Plaza de Bolívar) y la Catedral. El área central de Santa Fe es la ciudad antigua, que está entre los ríos San Francisco y San Agustín (actuales carreras quinta y décima), que está compuesta por barrios tan tradicionales como La Perseverancia, La Peña, Liévano y Las Cruces y que fue en su momento el sector comercial más tradicional de la antigua Bogotá. (Secretaria Distrital de Planeación, 2011)
Teusaquillo	Teusaquillo era el nombre de un poblado indígena ubicado alrededor de la residencia de recreo de la Zipa de Hunza en las estribaciones de la cordillera. Este poblado fue rebautizado con el nombre de Pueblo Viejo y destinado inicialmente a ser asentamiento indígena. La localidad tomó su nombre del tradicional barrio Teusaquillo, como recordatorio de ese lugar indígena. En 1927 se inició su desarrollo urbanístico, al ser residencia de las clases altas que venían trasladándose hacia el norte de la ciudad. A su vez, marcó una época en el urbanismo y la arquitectura capitalina; se destacan los arquitectos Alberto Manrique Martín, Karl Brunner, Guerra Galindo y Hans Wiesner, entre otros, quienes aportaron el concepto de barrio residencial compacto, construido en torno a espacios abiertos de calles amplias y arborizadas, con antejardines que rompían los esquemas coloniales y neoclásicos.

Localidad	Hechos Históricos
	Los estilos arquitectónicos se desarrollaron por etapas: en los años treinta, el estilo republicano se inspiró en las casas construidas entre la calle 32 a 36 y de la Avenida Caracas a la carrera 22. En los años cuarenta y cincuenta se construyeron mansiones de estilo clásico, en las que habitó la clase política y dirigente del país. En 1936 se construye, dentro de sus límites, la Ciudad Universitaria, nombre dado a los terrenos que ocupa la Universidad Nacional de Colombia. En 1937 se crea el hipódromo de la 53 que actualmente es el centro comercial Galerías. En la localidad confluyen puntos de interés, como el estadio El Campin y la clínica Palermo. En 1952 se dio comienzo a la construcción del Centro Urbano Antonio Nariño; luego alas de Sears y el Centro Administrativo Nacional (CAN), que extendieron la ciudad sobre la sabana, hacia el occidente. (Secretaria Distrital de Planeación, 2011)
Barrios Unidos	La localidad de Barrios Unidos es el resultado del esfuerzo de monseñor José Joaquín Caicedo y de la comunidad consolidada hacia 1935. Inicialmente fue una invasión que con el correr del tiempo fue adquiriendo dimensión de organización comunitaria, tomando como núcleo los barrios Siete de Agosto, Benjamín Herrera y Colombia. En un principio, el territorio estuvo conformado por extensas haciendas, que a través de un proceso urbanizador espontáneo e informal, dio paso a barrios tradicionales que se construyeron sin criterios planificadores ni cobertura de servicios urbanos, pero con comunidades muy organizadas. El sector disponía del servicio de tranvía eléctrico, el cual comunicaba esta zona con el centro de la ciudad. Actualmente se distinguen dos sectores: uno eminentemente residencial, y otro comercial que se extiende a lo largo de las vías principales en los barrios Siete de Agosto, San Fernando y Doce de Octubre. (Secretaria Distrital de Planeación, 2011)
Chapinero	El territorio de Chapinero fue habitado por los Muiscas que se encontraban organizados en dos aldeas o poblados regidos por los caciques de Usaquén y el de Teusacá (o Teusaquillo), quienes le rendían tributo al Zipa de Bacatá. En la época colonial en el camino real, en el cruce de la actual calle 60, se estableció un español que tenía una huerta de pan coger y fabricaba chapines, de allí proviene el nombre de la localidad. Chapinero se constituyó históricamente como un territorio de alta densificación poblacional y de uso exclusivo de las elites, hacía finales del siglo XIX, donde tenían sus haciendas o casas de descanso, dada su ubicación a las afueras de la ciudad de Santa Fe. Las primeras vías modernas de la ciudad se construyeron hacia al norte y beneficiaron a los terrenos donde se ubican Usaquén y Chapinero, generando una alta valorización. El camino de la sal indígena, convertida luego en el camino real que unía Santafé con Zipaquirá y Tunja, sirvió más tarde como base para construir la carretera central del norte en 1905, hoy carrera séptima. El desplazamiento de las residencias al norte de la calle 72 consolidó al Chapinero inicial como un centro de servicios, al punto tal que ya se lo considera como parte del centro extendido. Por su parte, la construcción de la Avenida de los Cerros, la circunvalación o circunvalar, obra realizada entre 1980 y 1985, permitió la urbanización de los cerros orientales, donde también surgen barrios de origen informal. (Instituto de Desarrollo Urbano, 2015)

La configuración y desarrollo de cada una de estas localidades responde a circunstancias ambientales, históricas y económicas diferentes. En un principio, estos territorios estaban conformados por extensas haciendas que a través de un proceso urbanizador, en algunos casos espontáneo e informal, en otros como parte de procesos de renovación urbana planificados,

Los Mártires albergo un importante sector comercial e industrial que se estableció en los alrededores de la Estación de la Sabana. Santa Fe es un sector tradicional y céntrico de la ciudad donde se desarrolló la vida económica, cultural y política de la capital, desde la época de la Colonia hasta nuestros días. En cuanto a Teusaquillo, los barrios tradicionales de este responden a un desarrollo urbanístico que se dio a principios del siglo XX, para albergar la residencia de las clases altas que venían trasladándose hacia el norte de la ciudad desde el centro de la ciudad.

5.2.3.1.1.1.2 Población

De acuerdo con las proyecciones de población del DANE y la Secretaría Distrital de Planeación-SDP, la población de la ciudad capital en el año 2017 alcanzó los 8.080.734 habitantes, representando el 16,31% del total de la población del país.

En cuanto a los datos de población para las nueve localidades que hacen parte del área de influencia, en la Figura 5.2.3.2 se presentan las proyecciones que la Secretaria Distrital de Planeación maneja para la ciudad de Bogotá, esta información proviene del DANE en el marco del convenio específico de cooperación técnica Nº 069-2007.

Para el 2017, se evidencia una diferencia marcada entre Kennedy y las demás localidades que hacen parte del presente estudio. Esta localidad además de ser una de las de mayor tamaño, también alberga una proporción considerable del total de la población de la ciudad, con una proyección de 1.208.980 habitantes para el 2017. En Kennedy, las UPZ que concentran la mayor cantidad de habitantes, son: Carvajal, Kennedy Central y Timiza, entre la tres agrupan el 15% de la población local.

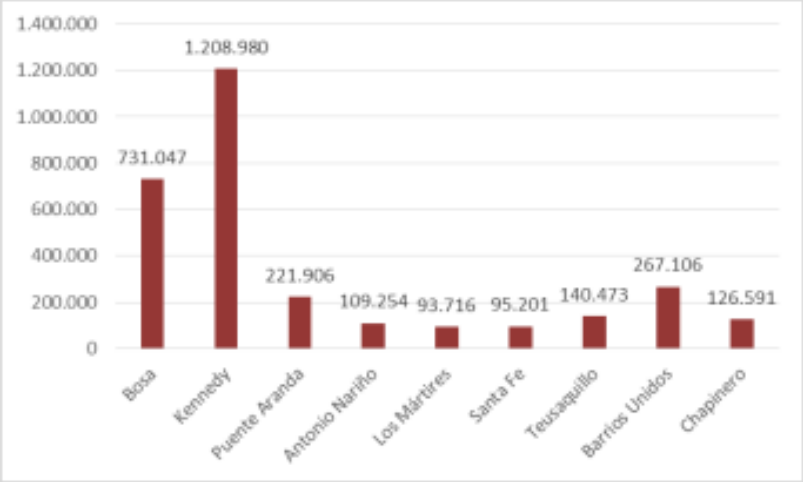


Figura 5.2.3.2 Proyección de población para el 2017

Fuente: (Secretaria Distrital de Planeación, 2014)

Santa Fe y Los Mártires son las localidades con menos población, presentan cifras que están por debajo de los 100.000 habitantes. Estas dos localidades se caracterizan por tener sectores denominados de alto impacto, ya que se ubican zonas de trabajo sexual, venta y consumo de SPA. En estas localidades, también se sitúan sectores comerciales reconocidos como San Victorino, Plaza España y San Andresito, por lo cual un porcentaje considerable es población flotante. Ambas localidades también tienen sectores en los que se encuentran edificaciones abandonadas o sin uso, debido a las dinámicas sociales presentes en la zona, lo que incide en los datos de población. Las localidades de Antonio Nariño, Teusaquillo y Chapinero presentan una población que está entre los 100.000 y 150.000 habitantes para el 2017.

En cuanto a la comparación con la población total de Bogotá, Kennedy alberga el 15% de la población total de la ciudad, Bosa el 9,1%, Barrios Unidos el 3,3% y Puente Aranda el 2,8%. Las demás localidades de este estudio, albergan menos del 2% de la población que reside en la capital. (Ver Tabla 5.2.3.3)

Tabla 5.2.3.3 Porcentaje de población por localidad en relación a Bogotá

Localidad	Porcentaje población
Bosa	9,1%
Kennedy	15%
Puente Aranda	2,8%
Antonio Nariño	1,4%
Los Mártires	1,2%
Santa Fe	1,2%
Teusaquillo	1,7%
Barrios Unidos	3,3%
Chapinero	1,6%

Fuente: (Secretaria Distrital de Planeación, 2014)

Kennedy es una localidad de gran importancia a nivel distrital, ya que además de ser la localidad con mayor población, es la segunda con mayor suelo urbano después de Suba. Por su tamaño, la localidad muestra una gran heterogeneidad, debido a que está integrada por sectores poco consolidados, en los cuales a finales de la década del 90 predominaron los procesos de invasión de predios, como es el caso del barrio La Paz y otros que se conformaron en inmediaciones de Corabastos. Esta localidad también cuenta con sectores con alto grado de consolidación, así como zonas comerciales e industriales de gran importancia. La localidad de Bosa presenta una dinámica similar a Kennedy, ya que las dos son localidades en crecimiento, en las cuales se han desarrollado importantes proyectos residenciales, como Metrovivienda o el Tintal.

Las localidades de Teusaquillo, Barrios Unidos y Chapinero son localidades consolidadas, con sectores residenciales en los que hay presencia de población flotante producto de la oferta universitaria, especialmente en Teusaquillo y Chapinero. También poseen importantes sectores comerciales y de servicios, con pocos residentes. Estas localidades presentan las cifras más bajas de pobreza a nivel de la ciudad dadas sus características.

Las localidades de Santa Fe y los Mártires, tiene zonas que son catalogadas como inseguras, por el deterioro urbano que se ha ido presentando en las últimas décadas, y los usos que han pasado de residenciales a comerciales y de servicios. Lo que ha conllevado a que existan unas dinámicas diurnas y otras nocturnas, relacionadas por las confluencias de población flotante en el día. Esto ha generado la demarcación de sectores de tolerancia, en los que confluyen grupos de habitantes de la calle, trabajadores sexuales, población consumidora de SPA, lo que ocasiona unas dinámicas de inseguridad en dichos sectores. (Encuesta Multiproposito Bogotá 2014, DANE 2014)

5.2.3.1.1.1.3 Tendencia de Población

La tendencia de población para la ciudad, es de crecimiento anual, según las proyecciones del DANE, el crecimiento entre los años 2014 y 2015 fue del 1,5%, con tendencia al descenso en los años siguientes. A continuación, se presenta el análisis de la tendencia de crecimiento para cada una de las localidades.

En Bosa, según las proyecciones de población del DANE, se evidencia un aumento constante de población que se acentúa entre el 2015 y 2017, como se observa en la Figura 5.2.3.3.

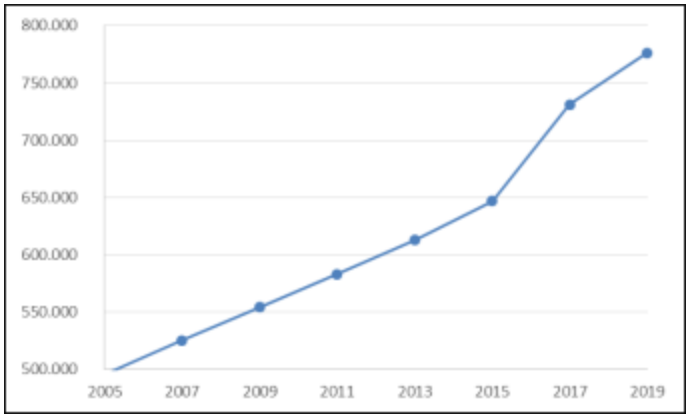


Figura 5.2.3.3 Crecimiento poblacional localidad de Bosa, 2005-2020

Fuente: (DANE, 2005)

En Kennedy, la dinámica poblacional muestra un aumento constante desde el 2005, que se hace más significativo a partir del año 2015, como se observa en la Figura 5.2.3.4.

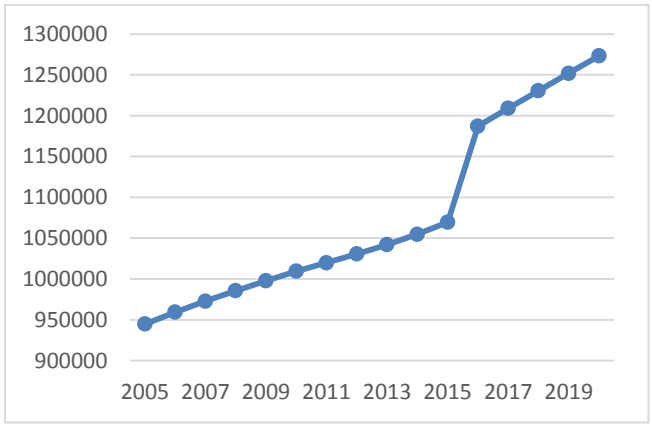


Figura 5.2.3.4 Crecimiento poblacional localidad de Kennedy, 2005-2020

Fuente: (DANE, 2005)

En la localidad de Puente Aranda, se presenta uniformidad en la dinámica poblacional entre el 2005 y 2015, a partir del año 2017 se evidencia una disminución constante y acelerada de población. (Ver Figura 5.2.3.5)

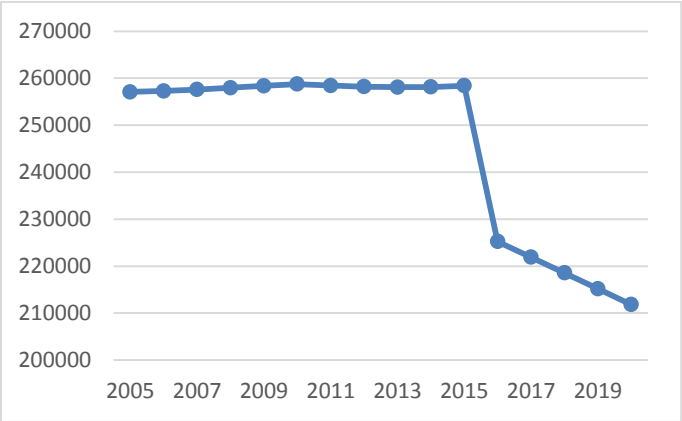


Figura 5.2.3.5 Crecimiento poblacional localidad de Puente Aranda, 2005-2020
Fuente: (DANE, 2005)

Antonio Nariño, presenta un aumento constante de población desde el 2005 hasta el 2016; a partir del año 2017, se proyecta una disminución constante, aunque no muy drástica. (Ver Figura 5.2.3.6)

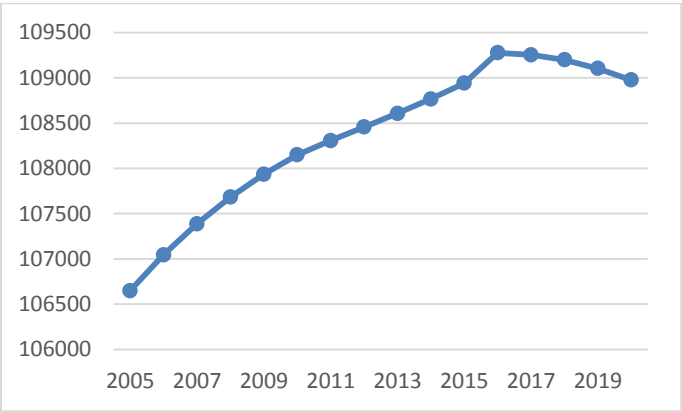


Figura 5.2.3.6 Crecimiento poblacional Localidad de Antonio Nariño, 2005-2020
Fuente: (DANE, 2005)

Tomando como referente las proyecciones de población del DANE, la dinámica poblacional de Los Mártires muestra un aumento constante de población en los primeros 10 años; a partir del año 2015 se observa un decrecimiento significativo, por lo cual se espera que a partir del año 2016, se refleje una disminución constante de población. (Ver Figura 5.2.3.7)

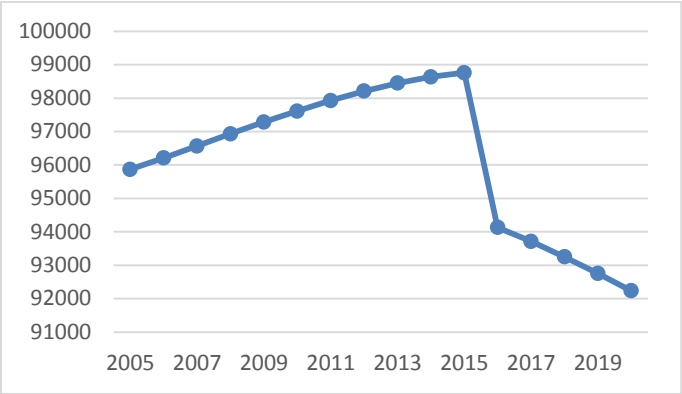


Figura 5.2.3.7 Crecimiento poblacional Localidad de Los Mártires, 2005-2020
Fuente: (DANE, 2005)

La localidad de Santa Fe, entre los años 2005 y 2015, no presentan variación, a partir del 2016, se evidencia un decrecimiento drástico que se proyecta como constante hasta el 2020. (Ver Figura 5.2.3.8).

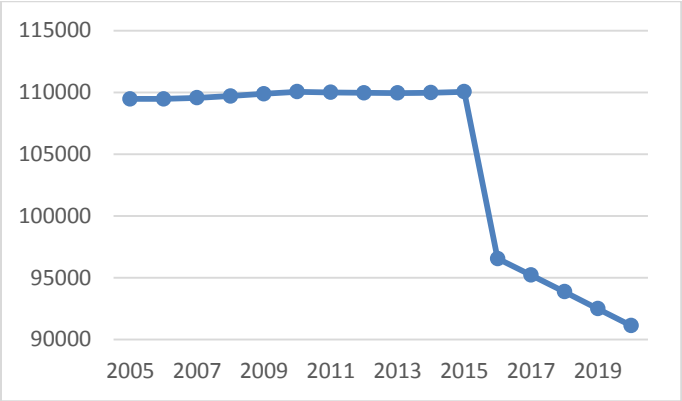


Figura 5.2.3.8 Crecimiento poblacional Localidad de Santa Fe, 2005-2020
Fuente: (DANE, 2005)

La dinámica poblacional de la localidad de Teusaquillo, según las proyecciones de población del DANE, muestra un crecimiento constante desde el años2005 hasta el 2015; sin embargo entre el para el 2016 se presenta un decrecimiento notable y se proyecta según estudios del DANE, que continúe progresivamente hasta el 2020. (Ver Figura 5.2.3.9)

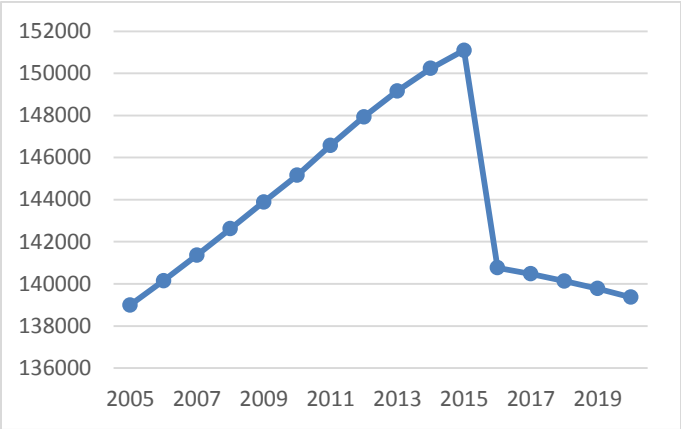


Figura 5.2.3.9 Crecimiento poblacional Localidad de Teusaquillo, 2005-2020
Fuente: (DANE, 2005)

En la localidad de Barrios Unidos, según las proyecciones del DANE, la población muestra un crecimiento constante y sin variaciones hasta el 2014; para el año 2015, se presenta un aumento drástico de población con relación a los años anteriores En el periodo 2016 -2020, según las referencias del DANE, seguirá el crecimiento poblacional de manera paulatina y constante. (Ver Figura 5.2.3.10)

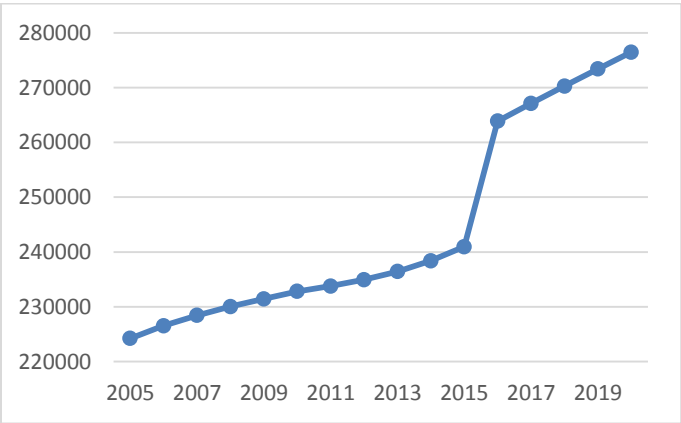


Figura 5.2.3.10 Crecimiento poblacional Localidad de Barrios Unidos, 2005-2020
Fuente: (DANE, 2005)

La dinámica poblacional de la localidad de Chapinero, muestra un crecimiento constante en el periodo 2005 -2015, sin embargo, en el periodo 2015-2016 se evidencia un fuerte decrecimiento de población. A partir del 2016 se proyecta que siga disminuyendo de forma paulatina. (Ver Figura 5.2.3.11)

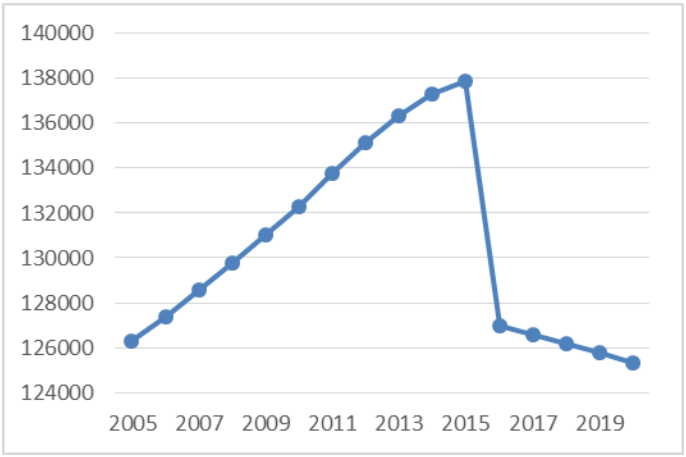


Figura 5.2.3.11 Crecimiento poblacional Localidad de Chapinero, 2005-2020
Fuente: (DANE, 2005)

En general, las proyecciones de población del DANE indican que la tendencia en la mayoría de las localidades es el decrecimiento de la población, debido a dos factores: i) la reducción de la fecundidad y el incremento de la esperanza de vida, ii) también puede estar asociado a que en algunas localidades o sectores se desarrollan actividades del sector industrial, empresarial y comercial lo que genera altos índices de población flotante, como en Puente Aranda, Los Mártires, Santa Fe, Teusaquillo y Chapinero. Kennedy y Barrios Unidos, cuyas tendencias refleja crecimiento poblacional, asociado a los procesos de urbanización y consolidación de los sectores residenciales al interior de las localidades.

5.2.3.1.1.2 Estructura de la población

5.2.3.1.1.2.1 Composición por Edad y Sexo

Las variables de edad y el sexo son importantes para el análisis y caracterización de la población ubicada en el área de influencia del Estudio, para las nueve localidades referenciadas.

De acuerdo con las proyecciones de población a 2017, Bosa es una de las localidades que más alberga personas en Bogotá, ya que tiene un total de 731.047 habitantes, de los cuales el 49% son hombres y el 51% son mujeres, lo que indica que predomina la población femenina. (Ver Figura 5.2.3.12)

En la Figura 5.2.3.13, se presenta la pirámide poblacional, con forma de campan de tipo progresivo, una base ancha que se relaciona con una población con una alta natalidad. La punta estrecha se refleja alta mortalidad.

El mayor porcentaje población se si yuan entre los 20 y los 40 años de edad, lo que indicaría sin considerar otros factores de vulnerabilidad, bajos índices de dependencia económica, ya que es la población en edad de trabajar (PET).

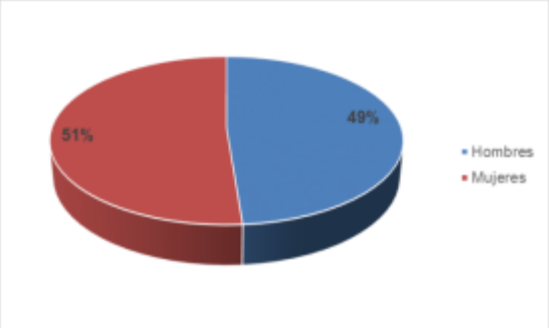


Figura 5.2.3.12 Población por género
Localidad de Bosa
Fuente: (Secretaria Distrital de Planeación, 2011)

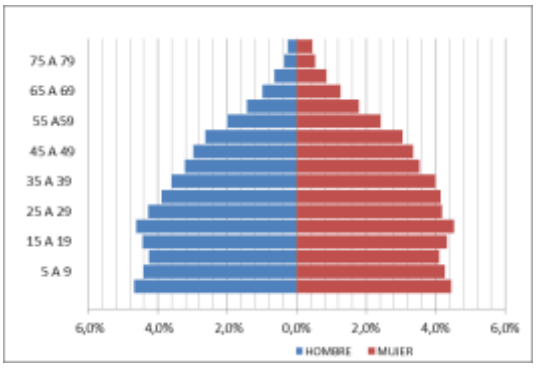


Figura 5.2.3.13 Pirámide poblacional
Localidad de Bosa
Fuente: (Secretaria Distrital de Planeación, 2011)

La localidad de Kennedy, de acuerdo con las proyecciones de población a 2017, es otra de las que tiene más población, con un total de 1.208.980 habitantes, de los cuales 589.932 son hombres (48,8%) y 619.048 son mujeres (51,2%), prevaleciendo la población femenina. (Ver Figura)

En la Figura, se presenta la pirámide poblacional de tipo progresivo que muestra una base ancha y una punta estrecha, son características de una población donde la natalidad y la mortalidad son altas. Los grupos con mayor población están concentrados entre los 20 y 40 años de edad, lo que permite inferir bajos índices de dependencia económica, ya que es el segmento de población en edad de trabajar (PET), claramente sin tener en consideración otros aspectos de vulnerabilidad social.

El segmento de población en edad escolar (PEE) que abarca entre los 3 y 16 años, aunque es amplio para los dos géneros, es un poco más estrecho que el segmento de jóvenes adultos.

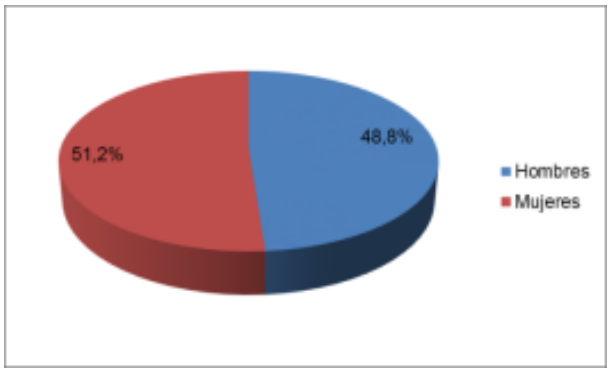


Figura 5.2.3.14 Población por género
Localidad de Kennedy
Fuente: (Secretaria Distrital de Planeación, 2011)

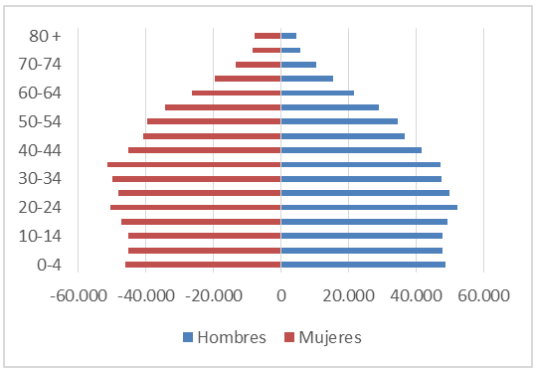


Figura 5.2.3.15 Pirámide poblacional
Localidad de Kennedy
Fuente: (Secretaria Distrital de Planeación, 2011)

En Puente Aranda, las proyecciones del DANE indican que la población en el 2017 es de 221.906 personas, siendo el 49,8% hombres (110.484 personas), y el 50,2% mujeres (111.422 personas), estos datos evidencian que la distribución por género más homogénea en relación con los porcentajes en Kennedy y Bosa. (Ver Figura)

La pirámide poblacional de Puente Aranda refleja el comportamiento demográfico típico de poblaciones cuya natalidad ha descendido en los últimos años, fenómeno también asociado con el envejecimiento de la población. Este tipo de pirámides son regresivas, es decir es más más ancha en los grupos superiores que en la base, lo cual indica descenso en la natalidad y envejecimiento continuo.

El segmento de 30 a 40 años, concentra el grupo más amplio de población, población que se encuentra en edad de trabajar y activa el mercado laboral. (Ver Figura 5.2.3.16 y Figura 5.2.3.17).

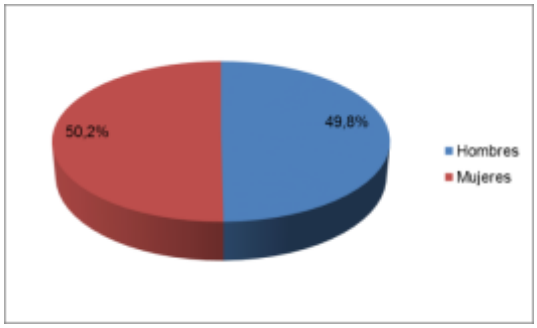


Figura 5.2.3.16 Población por género
Localidad de Puente Aranda
Fuente: (Secretaria Distrital de Planeación, 2011)

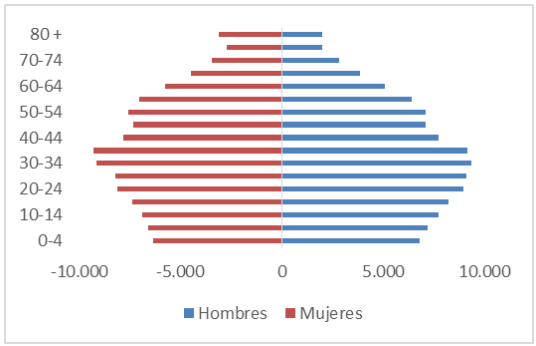


Figura 5.2.3.17 Pirámide poblacional
Localidad de Puente Aranda
Fuente: (Secretaria Distrital de Planeación, 2011)

La localidad de Antonio Nariño, según las proyecciones de población a 2017, tiene un total de 109.254 habitantes, de los cuales 53.702 son hombres (49,2%), y 55.552 son mujeres (50,8%), en esta localidad también se evidencia equidad en la distribución por género. (Ver Figura)

La pirámide poblacional de Antonio Nariño es de tipo progresivo, presenta altas tasas de natalidad y mortalidad. Aunque los segmentos de la PEE (0 a 18 años) y PET (19 a 50 años) son uniformes en su composición. (Ver Figura 5.2.3.19)

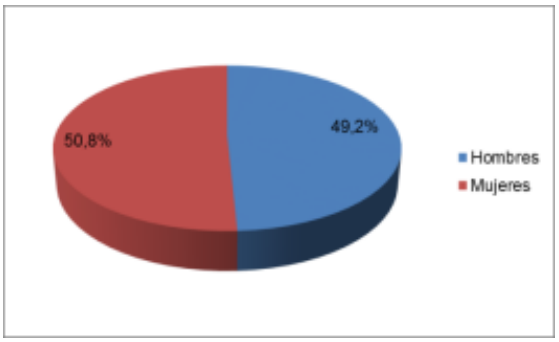


Figura 5.2.3.18 Población por género
Localidad de Antonio Nariño
Fuente: (Secretaria Distrital de Planeación, 2011)

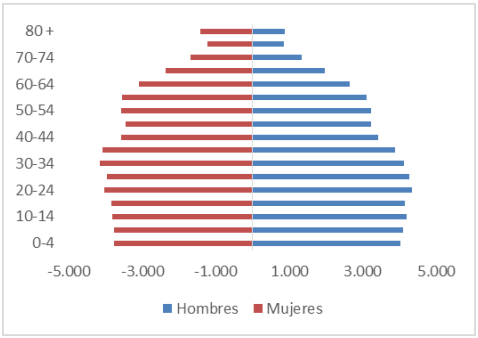


Figura 5.2.3.19 Pirámide poblacional
Localidad de Antonio Nariño
Fuente: (Secretaria Distrital de Planeación, 2011)

La localidad de Los Mártires, tiene un total de 93.716 habitantes, de los cuales 47.476 son hombres (50,7%), y 46.240 son mujeres (49,3%). (Ver Figura)

En la localidad de Los Mártires la pirámide poblacional es de tipo estacionaria, (Figura 5.2.3.21) ya que muestra un comportamiento demográfico relacionado con temas de natalidad y mortalidad que no presentan variaciones significativas. El mayor porcentaje poblacional se concentra en los grupos entre los 30 y 50 años de edad.

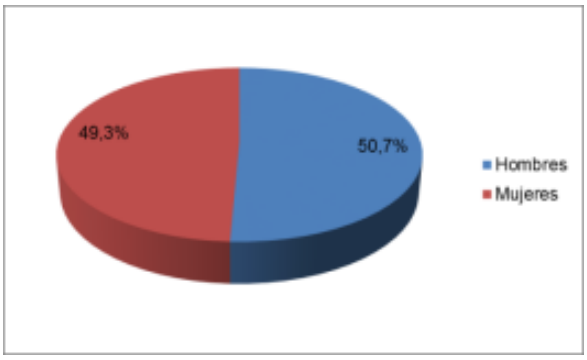


Figura 5.2.3.20 Población por género Localidad de Los Mártires

Fuente: (Secretaria Distrital de Planeación, 2011)

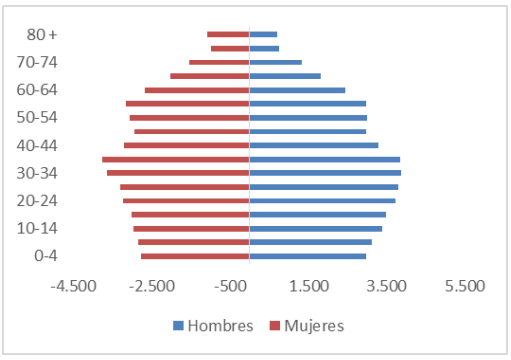


Figura 5.2.3.21 Pirámide poblacional Localidad de Los Mártires

Fuente: (Secretaria Distrital de Planeación, 2011)

La localidad de Santa Fe, según las proyecciones de población a 2017, tiene un total de 95.201 personas, de estas el 50,5% son hombres (48.066 personas) y el 49,5% son mujeres (47.135 personas), en esta localidad también hay equilibrio entre géneros. (Figura 5.2.3.22)

La pirámide poblacional es de tipo progresivo, ya que tiene una base ancha que a medida que va aumentando la edad se va reduciendo hasta llegar a una punta más estrecha, este comportamiento demográfico es característico de poblaciones donde la natalidad y la mortalidad son altas. (Ver Figura 5.2.3.23)

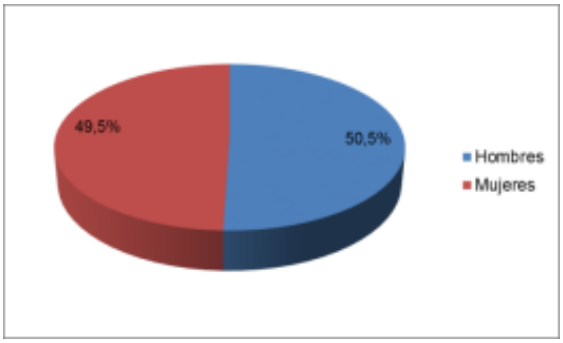


Figura 5.2.3.22 Población por género Localidad de Santa Fe

Fuente: (Secretaria Distrital de Planeación, 2011)

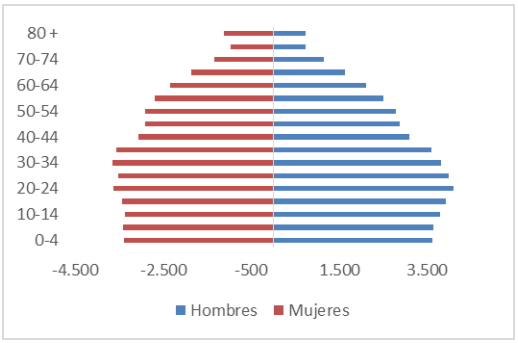


Figura 5.2.3.23 Pirámide poblacional Localidad de Santa Fe

Fuente: (Secretaria Distrital de Planeación, 2011)

La localidad de Teusaquillo, de acuerdo con las proyecciones de población a 2017, tiene una población estimada de 140.473 personas, de las cuales 66.663 son hombres (47,5%), y 73.810 son mujeres (52,5%), estos datos evidencian la preponderancia de la población femenina. (Ver Figura 5.2.3.24)

La pirámide poblacional muestra una base angosta (pirámide regresiva), es decir que el segmento de 0 a 17 años (Población en Edad Escolar), es inferior al segmento de la población en edad de trabajar, (20 a 50 años); este comportamiento demográfico es característico de las poblaciones cuya natalidad ha descendido y se presenta un envejecimiento continuo de la población. Esta localidad se caracteriza por tener un alto flujo de población universitaria. (Ver Figura 5.2.3.24 y Figura 5.2.3.25).

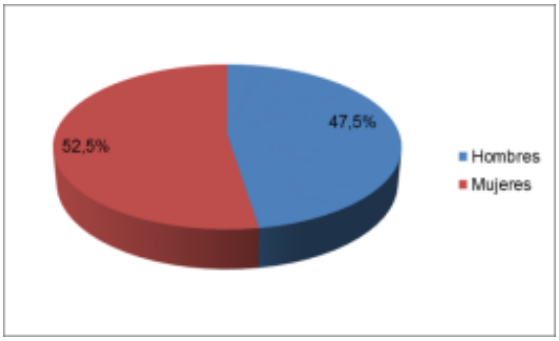


Figura 5.2.3.24 Población por género
Localidad de Teusaquillo
Fuente: (Secretaria Distrital de Planeación, 2011)

Figura 5.2.3.25 Pirámide poblacional en la
Localidad de Teusaquillo
Fuente: (Secretaria Distrital de Planeación, 2011)

En Barrios Unidos, al tomar como referencia las proyecciones de población a 2017, tendría 267.106 personas, de las cuales 134.370 son hombres (50,3%), y 132.736 son mujeres (49,7%), predominando la población masculina. (Ver Figura)

La pirámide poblacional muestra una base angosta y una cúspide más ancha de lo normal, es decir que la población de adultos mayores ha aumentado, principalmente en el caso de las mujeres, y se observa una reducción de la población en edad escolar, lo que indica que se mantienen sin variaciones los índices de natalidad y mortalidad de la población. El segmento de la población en edad de trabajar (20 a 60 años) es el más ancho, lo que indica que es una población independiente económicamente inmersa en la dinámica laboral. (Ver Figura 5.2.3.27).

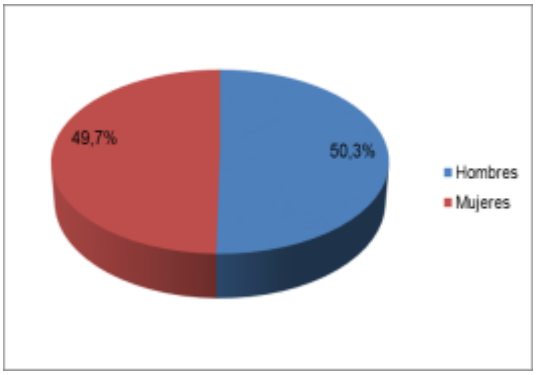


Figura 5.2.3.26 Población por género
Localidad de Barrios Unidos
Fuente: (Secretaria Distrital de Planeación, 2011)

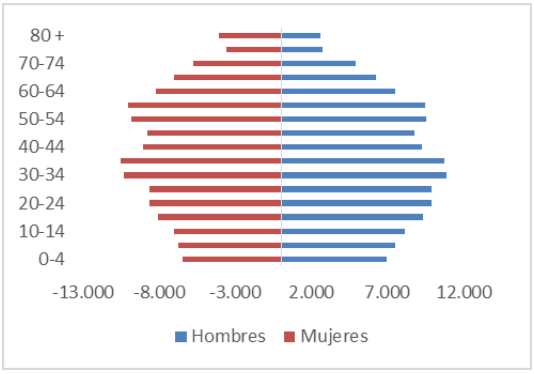


Figura 5.2.3.27 Pirámide poblacional
Localidad de Barrios Unidos
Fuente: (Secretaria Distrital de Planeación, 2011)

En el 2017, la población en la localidad de Chapinero, de acuerdo a las proyecciones de población del DANE, tiene un total 126.591 habitantes, en esta predominan las mujeres con el 52,2% (66.033 personas), mientras que los hombres son el 47,8% de la población (60.558 personas). (Ver Figura)

En la Figura, la pirámide poblacional es regresiva, ya que muestra una base y una cúspide angosta características de los grupos poblacionales en que los índices de natalidad y mortalidad han disminuido. En contraste, el rango de edad entre 20 y 40 años presenta un ensanchamiento usualmente asociado a procesos de migración. En la localidad de Chapinero se ubican importantes universidades y empresas, lo que permite que sea tractiva como residencia temporal de población joven que busca un lugar cerca de sus sitios de trabajo o estudio. (DANE, 2005)

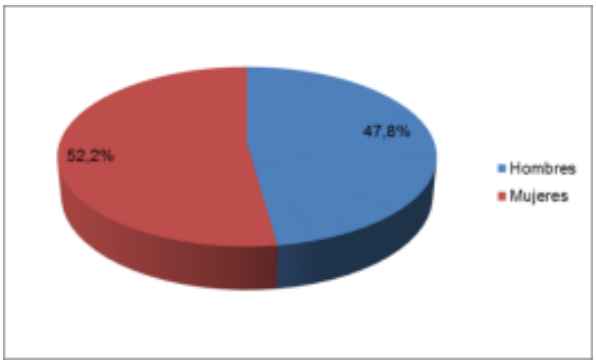


Figura 5.2.3.28 Población por género Localidad de Chapinero
Fuente: (Secretaria Distrital de Planeación, 2011)

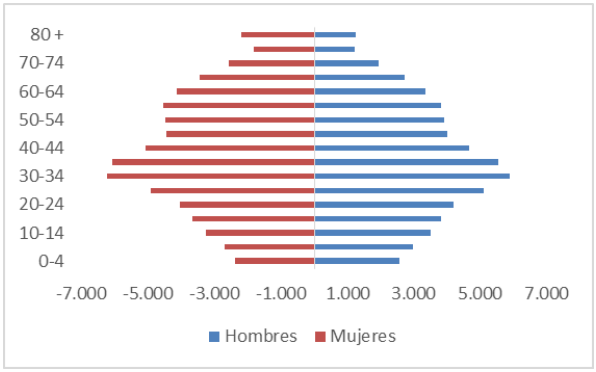


Figura 5.2.3.29 Pirámide poblacional Localidad de Chapinero
Fuente: (Secretaria Distrital de Planeación, 2011)

Como resultado del análisis de los indicadores de edad y sexo planteados para cada localidad, se pudo establecer un panorama general de los procesos de fecundidad y envejecimiento de las localidades. De esta manera puede afirmarse, basándose en los resultados de las proyecciones de población para el periodo 2016-2020, que los más altos índices de envejecimiento se presentan en las localidades de Teusaquillo y Chapinero, en contraste las localidades con menores tasas de envejecimiento y con altas tasas de natalidad serán Kennedy, Antonio Nariño y Santa Fe. Las localidades de Puente Aranda, Los Mártires y Barrios Unidos presentan unos índices de natalidad y mortalidad que no presentan variaciones significativas, por lo cual las pirámides de población son de tipo estacionaria que se considera un paso intermedio hacía las pirámides de población regresivas.

5.2.3.1.1.3 Densidad de Población

La densidad de población se define por la cantidad de habitantes en una unidad de superficie dada, en este caso la unidad es la hectárea (ha).

A continuación en la Tabla 5.2.3.4, se presentan la densidad de población para las ocho localidades que hacen parte del área de influencia del Proyecto, este dato se obtuvo en base a las proyecciones del DANE de población para el 2017.

Tabla 5.2.3.4 Densidad de población por localidad

Localidad	Población 2017	Área Ha.	Densidad Población
Bosa	731.047	2393,31961	305,45
Kennedy	1.208.980	3858,97338	313,29
Puente Aranda	221.906	1731,11499	128,18
Antonio Nariño	109.254	487,954339	223,90
Los Mártires	93.716	651,404626	143,86
Santa Fe	95.201	4517,06459	21,07
Teusaquillo	140.473	1419,31681	98,97
Barrios Unidos	267.106	1190,34482	224,39
Chapinero	126.591	3815,58572	33,17

Fuente: (Secretaria Distrital de Planeación, 2014)

Tomando como referencia esta información, Kennedy es la localidad que presenta el índice más alto de densidad, que corresponde a 313,29 hab. /Ha., estos niveles actuales, implican una carga fuerte sobre la infraestructura vial y de servicios públicos. Esta localidad, conformada por 12 UPZ, la mayoría de con usos residenciales consolidado o en desarrollo. Es además, la segunda receptora de familias desplazadas que llegan a Bogotá, con el 11,5%.

En densidad de población, le siguen las localidades de Bosa (305,45 hab. /Ha.), tiene cinco UPZ, de las cuales una es de tipo residencial consolidado, dos de tipo residencial de urbanización incompleta y las otras de desarrollo, es decir que concentran un alto número de población que puede aumentar en los procesos de urbanización que se están generando hacía el rio Bogotá. La localidad de Barrios Unidos (224,39 hab. /Ha.), tiene cuatro UPZ, tres de las cuales son residenciales, lo que indica una alta concentración de población en un territorio de 1190,34 Ha. La localidad de Antonio Nariño tiene el área más pequeña de las 8 localidades, pero una densidad de población alta.

Santa Fe tiene la densidad más baja (con 21,07 hab./Ha.), debido las UPZ tienen carácter dotacional o de servicios.

Chapinero es la segunda localidad con menor densidad de población con 33,17 hab. /Ha., cifra inferior al promedio distrital, Teusaquillo es la tercera localidad con menor densidad con 98,97 hab. /Ha. Para estas dos localidades, la baja densidad radica en que un sector importante está destinado al equipamiento y servicios.

La densidad de la localidad de Puente Aranda es de 128,18 hab. /Ha., y la localidad es los Mártires es de 143,86 hab. /Ha., están en un punto intermedio en referencia a los otras localidades ubicadas a lo largo del trazado en relación a la densidad de población. Esta diferencia radica en que la primera localidad mencionada tiene más población y una mayor extensión y una zona de la localidad está dedicada a la industria y el comercio lo que implica menos población en esos barrios. Los Mártires tienen menos población y un territorio menos extenso que se compensa con una importante zona comercial.

5.2.3.1.2 Dimensión Espacial

De acuerdo con la revisión de información secundaria, como diagnósticos de la Secretaria Distrital de Salud, la Secretaria Distrital de Educación y de la Secretaria Distrital de Movilidad, se consolido una caracterización de la prestación de los servicios públicos y sociales, en cuanto a

infraestructura, calidad y cobertura, para determinar las carencias y limitantes de cada localidad, en el caso del área de influencia indirecta AID.

5.2.3.1.2.1.1 Servicios públicos

La ley 142 de 1994 contempla y define que "*La razón de ser de los servicios públicos domiciliarios está en atender las necesidades básicas de la población, en generar bienestar, en promover la salud pública y en aumentar la productividad en general*". Definiendo los servicios públicos domiciliarios: acueducto y alcantarillado, aseo, energía eléctrica, telefonía móvil, distribución de gas combustible, entre otros.

En el caso específico de Bogotá, como ciudad capital, desde hace varios años registra una cobertura actual de servicios públicos cercana al 100%, en casi todos los barrios. El servicio de energía eléctrica suministrado por CODENSA, por ejemplo tiene una cobertura del 100% en todas las localidades desde el año 2004. En contraste, las coberturas de los servicios de Acueducto, Alcantarillado y Gas Natural, aún no llegan a este porcentaje, dado el acelerado sobre poblamiento de sectores periféricos de la ciudad, lo que no permite un desarrollo formal de la ciudad.

En los últimos años, en cuanto a la cobertura del servicio de telefonía fija ha venido disminuyendo por el incremento de la telefonía móvil. (Bogotá como vamos, 2015).

En la Tabla 5.2.3.5 se presenta el número de hogares y la cobertura de servicios públicos para cada una de las localidades del área de influencia indirecta del Proyecto. Estos datos corresponden al año 2014 y fueron tomados de la encuesta Multipropósito realizada por el DANE y la Secretaría Distrital de Planeación (SDP).

Tabla 5.2.3.5 Cobertura de servicios públicos

Localidades	Acueducto		Alcantarillado		Recolección de Basuras		Energía eléctrica		Gas Natural	
	Usuarios	%	Usuarios	%	Usuarios	%	Usuarios	%	Usuarios	%
Bosa	180.846	99,9	180.844	99,9	181.073	100	180.872	99,9	172.045	95
Kennedy	315.536	100	315.536	100	315.536	100	315.536	100	301.014	95,4
Puente Aranda	84.398	99,6	84.398	99,6	84.398	99,6	84.398	99,6	81.193	95,8
Antonio Nariño	34.113	100	34.113	100	34.079	99,9	34.113	100	29.867	87,6
Santa Fe	36.352	99,5	36.171	99	36.378	99,6	36.378	99,6	25.790	70,6
Los Mártires	33.343	100	33.343	100	33.343	100	33.343	100	22.694	68,1
Teusaquillo	60.536	100	60.496	99,9	60.536	100	60.536	100	46.161	76,3
Chapinero	65.343	100	65.298	99,9	65.180	99,7	65.343	100	42.951	65,7
Barrios Unidos	85.543	100	85.543	100	85.543	100	85.543	100	64.767	75,7

Fuente: (Secretaria Distrtital de Planeación, 2014)

Como se puede ver en la información de la Tabla 5.2.3.5, la localidad de Bosa tiene una cobertura de casi el 100% en todos los servicios públicos, excepto en gas natural la cual es apenas del 95% y la de telefonía que es del 83%.

La localidad de Kennedy cuenta con cubrimiento casi total de todos los servicios públicos domiciliarios, la cobertura de energía eléctrica, acueducto, alcantarillado sanitario y aseo es del

100%, mientras que la cobertura en gas natural es del 95,4% y de la de telefonía es del 83%. En cuanto al gasto promedio en servicios públicos de los hogares de la localidad, este es cercano a los $111.628, menor al del promedio de Bogotá ($127.427), lo que ubica a Kennedy como la octava localidad con menor pago mensual promedio. (Secretaría de Hábitat, 2011)

La localidad de Puente Aranda cuenta con cubrimiento casi total de los servicios públicos, excepto en gas natural donde la cobertura es del 95,8% y de telefonía fija 92%. El gasto promedio en servicios públicos de la localidad es cercano a los $138.461, mayor al del promedio de Bogotá, lo que ubica a Puente Aranda como la novena localidad con mayor pago mensual promedio. (Secretaría de Hábitat, 2011)

La localidad de Antonio Nariño cuenta con un cubrimiento cercano al 100%, de los servicios públicos domiciliarios, el de gas natural es del 87,6% y el de telefonía fija llega al 93%. En el pago de servicios públicos, el gasto promedio de los hogares de la localidad es cercano a los $142.286, mayor al del promedio de Bogotá, lo que ubica a Antonio Nariño como la octava localidad con mayor pago mensual promedio. (Secretaría de Hábitat, 2011)

La localidad de Los Mártires también cuenta con cubrimiento casi total de todos los servicios públicos domiciliarios, mientras que la telefonía fija es del 97% y gas natural es del 68,1%. En cuanto el pago de servicios públicos, el gasto promedio de los hogares es cercano a los $193.760, mayor al del promedio de Bogotá, por lo cual Los Mártires es la cuarta localidad con mayor pago mensual promedio. (Secretaría de Hábitat, 2011)

La localidad de Santa Fe cuenta con cubrimiento casi del 100% en los servicios públicos domiciliarios, la de telefonía fija es del 87% y el gas natural es del 70,6%. Por su parte, el pago de servicios públicos en los hogares de la localidad es cercano a los $97.140, menor al del promedio de la capital, lo que ubica a Santa Fe como la cuarta localidad con menor pago mensual promedio. (Secretaría de Hábitat, 2011)

La localidad de Teusaquillo cuenta con cubrimiento casi del 100% de los servicios públicos domiciliarios, aunque la cobertura de gas natural es del 76,3% y la de telefonía fija llega al 93%.Por su parte, el gasto promedio de los hogares de la localidad en el pago de servicios públicos es cercano a los $237.172, superior al del promedio de la ciudad capital, por lo cual Teusaquillo es la que mayor pago mensual promedio realizada. (Secretaría de Habitát, 2011)

La localidad de Barrios Unidos tiene una cobertura de servicios públicos domiciliarios, del 100%, excepto en el servicio de gas natural que es del 75,7% y de telefonía fija llega al 93%. En el gasto promedio de los hogares de la localidad para el pago de servicios públicos, este es cercano a los $166.792, superior al del promedio de la ciudad, lo que ubica a Barrios Unidos como la sexta localidad con mayor pago mensual promedio. (Secretaría de Hábitat, 2011)

La localidad de Chapinero también tiene una cobertura casi del 100% en los servicios públicos domiciliarios, aunque el servicio de gas natural es apenas del 65,7%.

En general, se observa las localidades cuentan con una buena cobertura de servicios públicos, ya que están por encima del 99% en el caso de energía eléctrica, acueducto, alcantarillado y recolección de basuras. Esto se debe a que los servicios públicos de la capital son atendidos por empresas consideradas como grandes prestadores regionales que se caracterizan por la calidad e índices altos de cobertura, estas empresas son: Empresa de Acueducto, Alcantarillado y Aseo de Bogotá E.S.P, CODENSA y Gas Natural.

La ciudad cuenta con abastecimiento de agua para consumo humano en condiciones apropiadas y seguras por parte de la Empresa de Acueducto y Alcantarillado de Bogotá.

Los pobladores de zonas rurales y de asentamientos fuera del área de cobertura de la EAAB, tienen otras fuentes de abastecimiento.

El servicio de gas natural presenta las coberturas más bajas con un promedio de 80%, la localidad que presenta la cobertura más baja es Chapinero, esto relacionado con la prestación de servicios de gas a través de la tradicional “pipeta de gas”, aunque es oportuno aclarar que los procesos de desarrollo y renovación urbana, han permitido el cambio de este servicio considerado rudimentario.

En cuanto a los datos de telefonía fija, el promedio para siete de las localidades, es del 91%; la localidad de Kennedy es la que presenta la cobertura más baja, posiblemente se relaciona con un aumento considerable de la telefonía celular y una reducción de la telefonía fija en el sector residencial.

5.2.3.1.2.1.2 Servicios sociales

5.2.3.1.2.1.2.1 Salud

En el Sistema General de Seguridad Social en Salud, las entidades que se encargan del aseguramiento son las Empresas Promotoras de Salud del Régimen Contributivo y del Régimen Subsidiado.

En Bogotá, en los últimos años, el porcentaje de afiliación al régimen contributivo se ha mantenido relativamente constante; sin embargo, en 2015 se presentó un aumento significativo, alcanzando un 77% de la totalidad de las afiliaciones. En cuento a la afiliación al régimen subsidiado se mantiene en un 16%, mientras que el 3% de la población se encuentra afiliada a algún régimen de excepción.

Los datos de población vulnerable no asegurada han sido variables durante este periodo, especialmente en el año 2015, debido al aumento en el porcentaje de población afiliada al régimen contributivo, de acuerdo con periodos de alta oferta laboral (Bogotá como vamos, 2015).

La distribución de la población en Bogotá afiliada a Salud, a diferencia de lo que ocurre en el resto del país, presenta el 80% de la población activa en el régimen contributivo, el 17,3% en el régimen subsidiado y en otros el 2,7%. (Secretaria de Salud de Bogotá, 2015)

En cuanto al tipo de afiliación de población, en la Figura 5.2.3.30, se presenta la distribución.

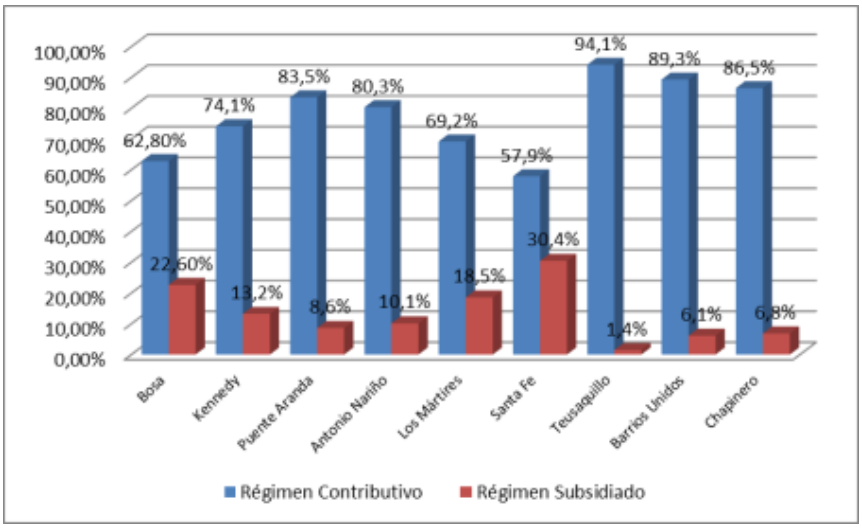


Figura 5.2.3.30 Distribución de la población afiliada régimen contributivo y subsidiado por localidad 2015
Fuente: (Secretaria de Salud de Bogotá, 2015)

En todas las localidades se evidencia que la afiliación es más alta al sistema contributivo que al subsidiado, Teusaquillo con un (94,1%), Barrios Unidos (89,3%) y Chapinero (86,5%); en contraste, estas mismas localidades presentan los índices más bajos de afiliación al régimen subsidiado, especialmente Teusaquillo con el 1,4%. Esto guarda relación con las condiciones sociales de estas tres localidades, ya que se encuentran los estratos más altos y los índices más bajos de pobreza, 3,5% para Teusaquillo, 9,8% Barrios Unidos y 5,3% para Chapinero.

Santa Fe tiene el 57,9% de sus habitantes afiliados al sistema contributivo, mientras que los afiliados al subsidiado están en el 30,4. La localidad de los Mártires tiene el 18,5% de afiliados al sistema subsidiado, esto puede corresponder con los niveles de pobreza de estas dos localidades que según la Encuesta Multipropósito del 2011, es de 22% para Santa Fe y 19,9% para Los Mártires.

Las localidades de Kennedy, Puente Aranda y Antonio Nariño tienen en promedio una afiliación al sistema contributivo del 79%, mientras que la afiliación al subsidiado promedia el 10%.

En la Tabla 5.2.3.6, se puede observar el porcentaje de población en régimen de excepción y la población no asegurada por localidad, con relación al total de la población de Bogotá.

Tabla 5.2.3.6 Régimen de excepción y población no asegurada

Localidad	% de Régimen de excepción	% de Población no asegurada
Bosa	5,1%	10,9%
Kennedy	15,7%	18,2%
Puente Aranda	3,3%	1,5%
Antonio Nariño	1,9%	1,2%
Santa Fe	0,8%	1,5%
Los Mártires	1,4%	1,3%
Teusaquillo	3,5%	0,2%

Localidad	% de Régimen de excepción	% de Población no asegurada
Chapinero	1,4%	0,5%
Barrios Unidos	3,1%	0,4%
Porcentaje de Régimen en Bogotá	3%	2,4%

Fuente: (Bogotá como vamos, 2015)

El régimen de excepción se establece para la Policía, Fuerzas Militares, Magisterio, entre otros. La localidad que presenta el porcentaje más alto para este régimen es Kennedy con el 15,7% y Santa Fe presenta el porcentaje más bajo con apenas el 0,8%. En las otras localidades el promedio de afiliación está en 2,4%. Así mismo, Kennedy tiene el porcentaje más alto de población no asegurada con el 18,2% y Teusaquillo el 0,2%. El promedio para las demás localidades de población sin afiliación es del 1%.

En Bogotá actualmente operan tres EPS del régimen subsidiado: Capital Salud, Carecen y Unicajas COMFACUNDI, y 13 EPS pertenecientes al Régimen Contributivo: FAMISANAR, Compensar, Sanitas, Salud Total, SALUDCOOP, Nueva EPS, Cruz Blanca, CAFESALUD, SURA, ALIANSALUD, Coomeva, Servicio Occidental de Salud y SALUDVIDA, y 6 Empresas Administradoras de Planes de Beneficios de régimen de excepción, especiales o adaptadas: Policía, Fuerzas Militares, Fondo Pasivo de Ferrocarriles Nacionales, UNISALUD, Magisterio y Ecopetrol. (Secretaria de Salud de Bogotá, 2015).

Tabla 5.2.3.7 Afiliación por empresas prestadoras de salud en Bogotá, 2015

EPS	Cantidad afiliados	Porcentaje
Capital Salud	845.882	65,27%
Caprecom	208.981	16,13%
Comfacundi Unicajas	79.798	6,16%
Subtotal	**1.134.661**	**87,56%**
Famisanar	39.544	3,05%
Salud Total	25.482	1,97%
Compensar	24.920	1,92%
Saludcoop	19.966	1,54%
Nueva Eps	12.739	0,98%
Cruz Blanca	10.955	0,85%
Café Salud	8.655	0,67%
Sura	8.520	0,66%
Sanitas	5.624	0,43%
Coomeva	4.193	0,32%
Aliansalud	344	0,03%
Servicio Occidental De Salud	281	0,02%
Saludvida	5	0
Subtotal	**161.228**	**12,44%**
Total	**1.295.889**	**100,00%**

Fuente: (Secretaria de Salud de Bogotá, 2015)

En la Tabla 5.2.3.7, se presenta la información de las empresas prestadoras de servicios de salud y el porcentaje de población afiliada en Bogotá, La afiliación al régimen subsidiado en la ciudad, se distribuye así: Capital Salud, con el 65,27% de afiliados; Caprecom con el 16,13% de los afiliados y Unicajas - COMFACUNDI con el 6,16% de afiliación. El restante 12% se encuentra distribuida en 13 EPS del sistema contributivo; Famisanar, Salud Total y Compensar tienen el mayor número de afiliados.

En Bogotá existen 25 instituciones de tipo hospitalario de carácter público: 22 Empresas Sociales del Estado del orden Distrital, una (1) Empresa Social del Estado (ESE) de Cundinamarca (Hospital La Samaritana), y dos (2) de orden nacional (Instituto Nacional de Cancerología y el Instituto Dermatológico Federico Lleras), estas últimas ubicadas en la zona centro oriente de la ciudad. (Secretaria de Salud de Bogotá, 2015)

Fotografía 5.2.3.1 Hospital La Samaritana
Fuente: http://www.panoramio.com

Fotografía 5.2.3.2 Clínica Méderi
Fuente: http://www.urosario.edu.co/

A continuación en la Tabla 5.2.3.8, se presenta la información de los equipamientos de salud existentes por localidad.

Tabla 5.2.3.8 Equipamientos por localidad

Localidad	Equipamientos
Bosa	En la localidad de Bosa se localizan 27 equipamientos de salud, que corresponden a un Centro de Atención Ambulatoria –CAA-, dos Centros de Atención Inmediata -CAMI-, un hospital, un institución de Salud de Nivel Uno, una institución de Salud de Nivel Dos, siete Unidades Básicas de Atención –UBA- y 14 Unidades Primarias de Atención –UPA-, que pertenecen al Hospital Pablo VI. El Hospital Bosa II Nivel inició su funcionamiento en diciembre 23 de 1983, cuenta con dos sedes: Hospitalaria y Consulta Externa. Ofrece servicios de consulta externa, cirugía, hospitalario y urgencias.
Kennedy	En la localidad hay 30 equipamientos de salud, que corresponden a dos Centros de Atención Ambulatoria –CAA-, dos Centros de Atención Inmediata -CAMI-, un Centro Geriátrico, un hospital, dos instituciones de Salud de Nivel uno, siete Unidades Básicas de Atención –UBA- y 14 Unidades Primarias de Atención –UPA que pertenecen al Hospital del Sur. En esta localidad se ubica el Hospital Occidente de Kennedy de segundo nivel, este es de gran importancia en la red distrital, ya que presta varias especialidades a usuarios de todo la ciudad y la región, entre los principales servicios están urgencias, consulta externa con especialista, cirugía y atención de pacientes con VIH.
Puente Aranda	En la localidad existen 15 equipamientos de salud, que corresponden a un Centro de

Localidad	Equipamientos
	Atención Ambulatoria –CAA- dos Centros de Atención Inmediata -CAMI-, dos Unidades Básicas de Atención –UBA- y 10 Unidades Primarias de Atención –UPA-37, que pertenecen al Hospital del Sur.
Antonio Nariño	En la localidad se ubican ocho equipamientos de salud, un hospital, una institución de salud nivel uno, tres instituciones de salud nivel tres, una Unidad Básica de Atención –UBA- y dos Unidades Primarias de Atención –UPA, que pertenecen al Hospital Rafael Uribe Uribe. También se localizan 371 instituciones privadas prestadoras de servicios de salud que corresponden a laboratorios, consultorios médicos y odontológicos y centros de salud.
Los Mártires	En la localidad hay 24 equipamientos de salud, que corresponden a un Centro de Atención Ambulatoria –CAA- seis instituciones de salud nivel uno, tres instituciones de salud nivel tres, una Unidad Básica de Atención –UBA- y 25 Unidades Primarias de Atención –UPA, pertenecen al Hospital Centro Oriente. La red hospitalaria de este integrada por: Hospital San José, Hospital Centro Oriente (Unidad Pediátrica), Clínica Centenario (Clínica Bogotá), Hospital Mederi (Clínica San Pedro Claver), Clínica Santa Isabel, Fundación Emmanuel y Fundación Hospital la Misericordia que es de carácter departamental.
Santa Fe	En la localidad se localizan 14 equipamientos de salud, que corresponden a un Centro de Atención Ambulatoria –CAA-, dos Centros de Atención Inmediata -CAMI-, tres instituciones de Salud de Nivel Uno, una institución de Salud de Nivel Tres, una Unidades Básicas de Atención –UBA- y cuatro Unidades Primarias de Atención –UPA- que pertenecen al Hospital Centro Oriente E.S.E. II Nivel. En la localidad se ubica el Centro Nacional Universitario Hospital San Juan de Dios - Instituto Materno Infantil, un hospital de carácter público fundado en 1723. En la actualidad el Materno infantil esta arrendado a privados, un 50% por el Hospital de la Victoria. El hospital fue parcialmente abierto por el alcalde Enrique Peñalosa dentro de su plan de Centros de Atención Prioritaria en Salud (CAPS). También se ubica el Hospital Universitario de la Samaritana de gran importancia no solo para Bogotá, sino para el departamento. Ofrece servicios de urgencias, consulta externa, cirugía especializada y hospitalización.
Teusaquillo	En la localidad se encuentran 12 equipamientos de salud, que corresponden a tres instituciones de Salud de Nivel Uno, una institución de Salud de Nivel dos, seis instituciones de Salud de Nivel Tres, una Unidad Básica de Atención –UBA- y una Unidad Primaria de Atención –UPA. En esta localidad se ubican la Clínica La Magdalena, Clínica del Niño, Clínica Universitaria Colombia, Clínica Palermo, Clínica Fundadores, entre otras.
Barrios Unidos	En esta localidad hay tres UPAS, en las UPZ Los Andes, Doce de Octubre y Los Alcázares, el único CAMI de la localidad se ubica en la UPZ Los Alcázares, estas instituciones pertenecen al Hospital de Chapinero. En la localidad hay 357 instituciones privadas.
Chapinero	En la localidad se ubican 10 equipamientos de salud que corresponden a un Centro de Atención Ambulatoria –CAA-, ocho Instituciones de Nivel Tres y una institución como Unidad Primaria de Atención –UPA-, que hacen parte del Hospital de Chapinero. En esta localidad también se localizan 1.624 instituciones privadas prestadoras de servicios de salud que corresponden a laboratorios, consultorios médicos y odontológicos y centros de salud, entre otros. En esta localidad se ubican importantes clínicas como La Marly, Country, Hospital Universitario San Ignacio y el Hospital Militar. En la UPZ Chicó Lago se concentra la mayor cantidad de IPS con 827, le sigue la UPZ Chapinero con 383 IPS y Pardo Rubio con 297 IPS.

Fuente: (Instituto de Desarrollo Urbano, 2015)

5.2.3.1.2.1.2.2 Educación

La oferta educativa en Bogotá está conformada por 2.170 establecimientos educativos, de los cuales el 77% son privados, el 16% son distritales y el 7% corresponden a establecimientos privados y colegios en concesión. (Ver Figura 5.2.3.31)

Para el año 2015, de acuerdo con los datos de Secretaria de Educación de Bogotá había 877.536 matrículas oficiales**,** que correspondían a colegios distritales, colegios en concesión y colegios privados que tienen contrato con la SED, para prestar el servicio educativo en zonas de la ciudad donde la oferta educativa distrital era insuficiente.

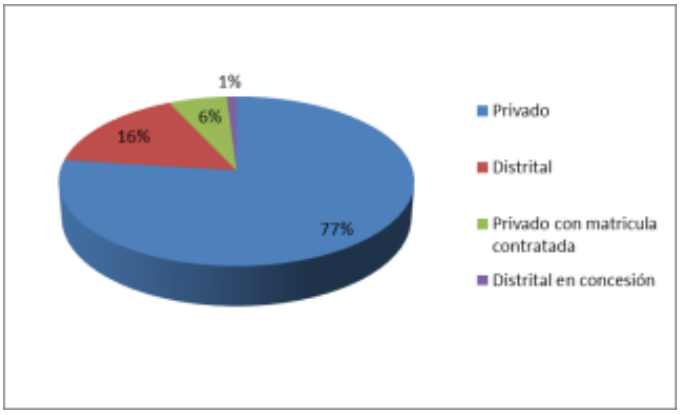


Figura 5.2.3.31 Establecimientos educativos Bogotá, 2015
Fuente: (Secretaría Distrital de Educación, 2015)

Los procesos de renovación urbana en algunos sectores de la ciudad, han estimulado la consolidación de sectores educativos. Se destacan la zona educativa del centro de Bosa en la que funcionan cuatro colegios; la zona educativa del barrio Timiza en la que se encuentran cinco colegios; y la manzana educativa del barrio Eduardo Santos con tres colegios. Un determinante importante para la ubicación de los colegios es la demanda de estos servicios por parte de la población residente en dichos sectores.

A continuación, se presenta la información del sector educativo por localidad, tomando como referencia los datos del Documento de Caracterización del sector educativo por localidad del año 2015. Esta información fue tomada de los boletines de la Secretaria Distrital de Educación. En el sitio www.educacionbogota.edu.co/es/?option=com_content&view=article&id=117&catid=25

La localidad de Bosa tiene 121 colegios en total, de los cuales el 51,2% son Privados (62), el 23,1% son distritales (28), por contrato el 21,5% (26) y concesión 4,1% (5). (Ver Figura 5.2.3.32) En esta localidad se destacan los colegios: Claretiano, Nuestra Señora de Nazareth, IED Francisco de Paula Santander, entre otros.

La Población en Edad Escolar PEE, corresponde a las niñas, niños y adolescentes entre 3 y 16 años que tienen derecho de acceder a la educación. En el año 2015, esta población en la localidad de Bosa era de 165.569 niños y niñas, de este grupo solo 114.301 estaban matriculados en los colegios de la localidad y de estos el 85% estaban matriculados en colegios públicos. En cuanto a las matriculas por nivel educativo, el porcentaje más alto de matrículas está en primaria con el 39,7%, el 35,5% en secundaria y solo el 14,9% corresponde a Educación Media. (Ver Figura 5.2.3.33) (Secretaría Distrital de Educación, 2015)

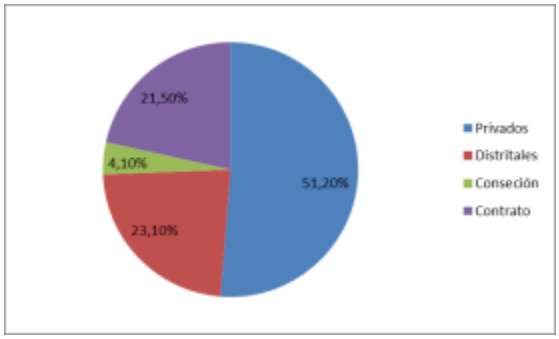


Figura 5.2.3.32 Distribución de Colegios Localidad Bosa
Fuente: (Secretaría Distrital de Educación, 2015)

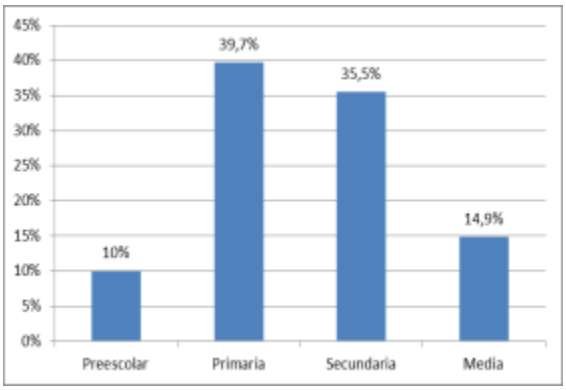


Figura 5.2.3.33 Porcentaje de matrículas por grado Localidad de Bosa, 2015
Fuente: (Secretaría Distrital de Educación, 2015)

La localidad de Kennedy tiene 256 colegios en total, de los cuales el 75% son Privados (192), el 16,4% son distritales (42), por contrato el 7,4% (19) y concesión 1,2% (3). (Ver Figura 5.2.3.34) Se destacan colegios con reconocimiento y tradición como el INEM de Kennedy: Francisco de Paula Santander, Santa Luisa, Nuevo Mundo, IED John F. Kennedy.

La Población en Edad Escolar PEE, corresponde a las niñas, niños y adolescentes entre 3 y 16 años que tienen derecho de acceder a la educación. En el año 2015, esta población en la localidad de Kennedy era de 234.369 niños y niñas; de este grupo solo 120.966 estaban matriculados en los colegios de la localidad y de estos el 92% estaban matriculados en colegios públicos. En cuanto a las matriculas por nivel educativo, el porcentaje más alto de matrículas está en primaria con el 39,1%, el 36,5% en secundaria y solo el 14,7% corresponde a Educación Media. (Ver Figura 5.2.3.35) (Secretaría Distrital de Educación, 2015).

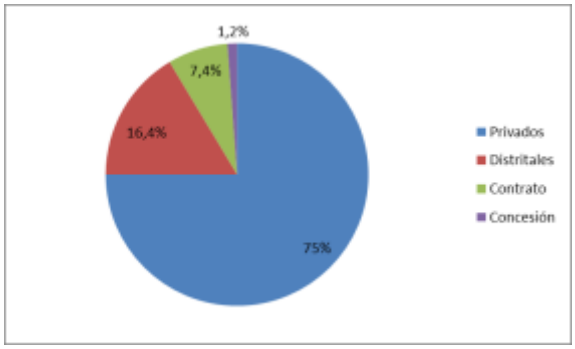


Figura 5.2.3.34 Distribución de Colegios Localidad Kennedy
Fuente: (Secretaría Distrital de Educación, 2015)

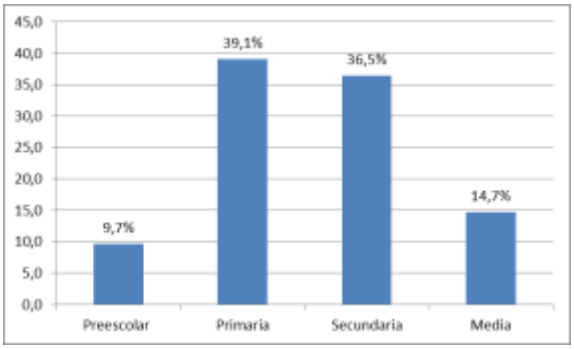


Figura 5.2.3.35 Porcentaje de matrículas por grado Localidad de Kennedy, 2015
Fuente: (Secretaría Distrital de Educación, 2015)

La localidad de Puente Aranda cuenta con 106 colegios en total, el 86% son privados (91) y el 14% son distritales (15). (Ver Figura 5.2.3.36). Entre los colegios más destacados de esta localidad estaban el IED La Merced, colegio Parroquial Monseñor Emilio De Brigard, Liceo Rómulo Gallegos, Nuestra Señora Del Rosario, entre otros.

La Población en Edad Escolar PEE de la localidad en el 2015, era de 46.458 niños y niñas, de este grupo solo 26.084 estaban matriculados en la localidad y el 100% de las matriculas correspondía a

colegios públicos. En cuanto a las matriculas por nivel educativo, el 36,8% y 36,9% estaban matriculados en primaria y secundaria respectivamente, el indicador de niños matriculados en Educación Media se encontró por debajo del 18%. (Ver Figura 5.2.3.37) (Secretaría Distrital de Educación, 2015)

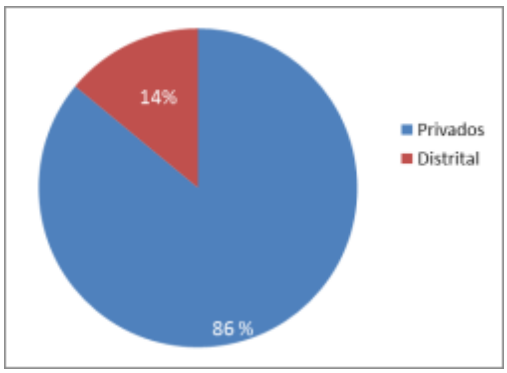


Figura 5.2.3.36 Distribución de Colegios Localidad Puente Aranda,2015
Fuente: (Secretaría Distrital de Educación, 2015)

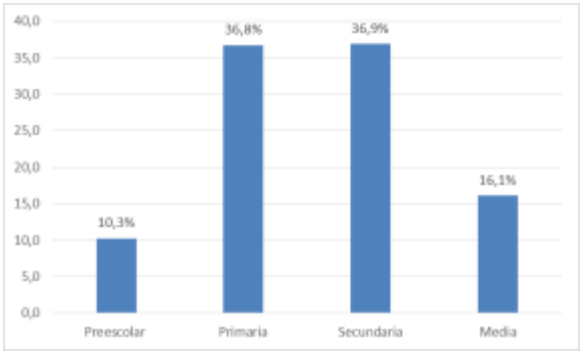


Figura 5.2.3.37 Porcentaje de matrículas por grado Localidad de Puente Aranda, 2015
Fuente: (Secretaría Distrital de Educación, 2015)

La localidad de Antonio Nariño tiene 48 colegios en total, de los cuales el 90% son privados (43), y el 10% son distritales (5). (Ver Figura 5.2.3.38). Se destacan los colegios Escuela Normal Superior Distrital María Montessori, Colegio de La Presentación Luna Park, IED Atanasio Girardot, entre otros.

En el 2015 la Población en Edad Escolar PEE, era de 22.103niños y niñas, de este grupo 10.686 estaban matriculados en la localidad y el 100% de las matriculas correspondía a colegios públicos. El porcentaje de matrículas por niveles sigue siendo alto para primaria y secundaria, el 37% y 35,4% respectivamente, mientras que en Educación Media el indicador está en 16,1%. (Ver Figura 5.2.3.39) (Secretaría Distrital de Educación, 2015)

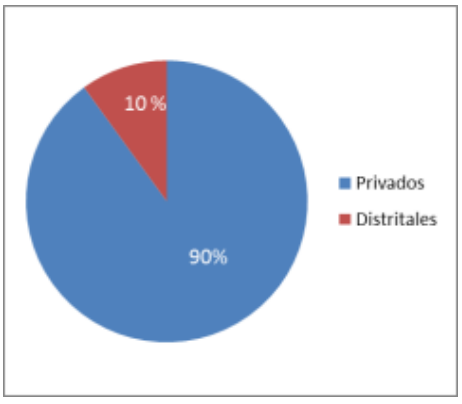


Figura 5.2.3.38 Distribución de Colegios Localidad Antonio Nariño
Fuente: (Secretaría Distrital de Educación, 2015)

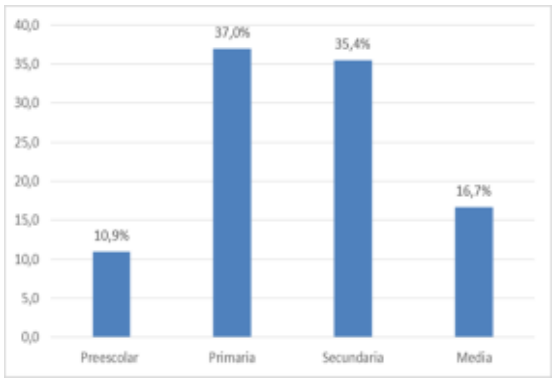


Figura 5.2.3.39 Porcentaje de matrículas por grado Localidad de Antonio Nariño, 2015
Fuente: (Secretaría Distrital de Educación, 2015)

La Localidad de Los Mártires alberga un total de 42 colegios, de estos el 79% son privados (33), el 19% son distritales (8) y el 2% corresponde a colegios oficiales de régimen especial. (Ver Figura 5.2.3.40)Se destacan los colegios San José, Nuestra Señora De La Presentación Centro, IED, Colegio Liceo Nacional Agustín Nieto Caballero, Colegio Liceo Nacional Antonia Santos, entre otros.

La Población en Edad Escolar PEE de la localidad de Los Mártires, en el año 2015, era de 17.487niños y niñas, solo 11.160 niños estaban matriculados en la localidad, mientras que el 94% de las matriculas correspondían a colegios públicos. En cuanto a los grados, el 38,7% de los niños estaban matriculados en primaria y el 35,4% en secundaria, las matriculas en Educación Media fue considerada baja, ya que solo corresponde a 16,1%. (Ver Figura 5.2.3.41)

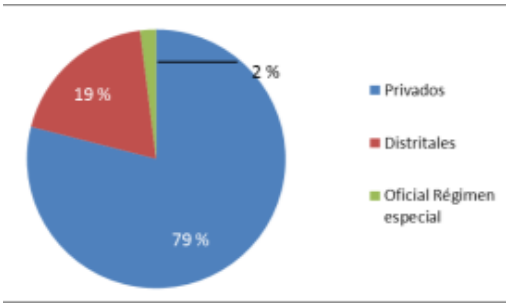


Figura 5.2.3.40 Distribución de Colegios Localidad Los Mártires, 2015
Fuente: (Secretaría Distrital de Educación, 2015)

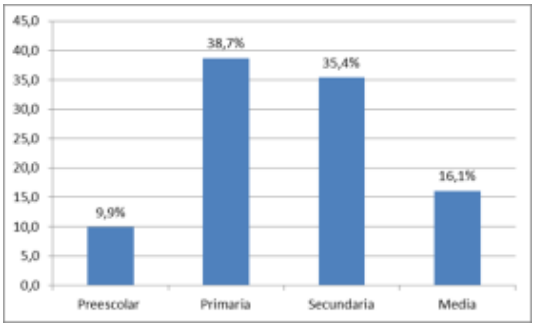


Figura 5.2.3.41 Porcentaje de matrículas por grado Localidad de Los Mártires, 2015
Fuente: (Secretaría Distrital de Educación, 2015)

La Localidad de Santa Fe tiene 28 colegios, de estos el 68% son privados (19), el 29% son distritales (8) y el 3% en concesión. (Ver Figura 5.2.3.42)En esta localidad se destacan las instituciones educativas, Colegio de María Auxiliadora, Colegio San Bartolomé La Merced, Colegio Externado Nacional Camilo Torres (IED).

La Población en Edad Escolar PEE, en el 2015, era de 23.232 niños y niñas, de éstos solo 10.102 estaban matriculados en la localidad, el 87% en colegios públicos y el 13% en colegios en concesión.

En relación a matrículas y niveles, el 39,5% de los niños estaban matriculados en primaria, el 34,7% en secundaria y solo el 14% corresponde a Educación Media. (Ver Figura 5.2.3.43).

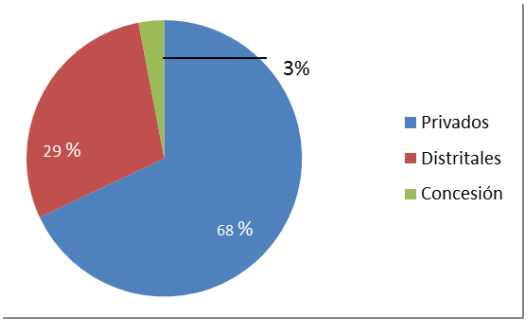


Figura 5.2.3.42 Distribución colegios Localidad de Santa Fe, 2015
Fuente: (Secretaría Distrital de Educación, 2015)

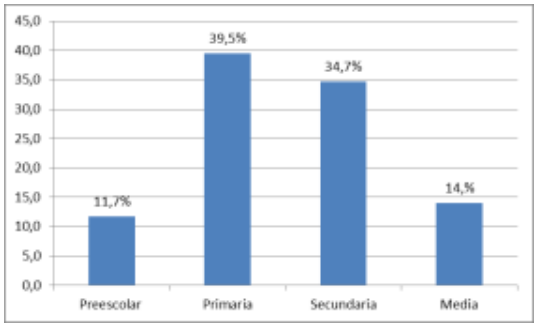


Figura 5.2.3.43 Porcentaje de matrículas por grado Localidad de Santa Fe, 2015
Fuente: (Secretaría Distrital de Educación, 2015)

En la Localidad de Teusaquillo hay registrados 91 colegios, la mayoría corresponden a instituciones privadas con el 95,6%, es decir 87 colegios, los colegios distritales y los oficiales de Régimen Especial representen el 2,2% (2), respectivamente (Ver Figura 5.2.3.44). Algunos de los colegios más destacados de esta localidad son: Colegio Antonio Nariño Hermanos Corazonistas, Colegio Champagnat, Instituto Pedagógico Arturo Ramírez Montufar, entre otros.

En la localidad de Teusaquillo, la Población en Edad Escolar PEE en el año 2015, era de 18.994 niños y niñas, de este grupo 4.719 estaban matriculados en la localidad, el 83,9% en colegios públicos y el 16,1% en colegios de régimen especial. En cuanto a los grados, el 34,6% corresponde a matriculas en primaria, el 39,9% en secundaria y el 17,5% en Educación Media. (Ver Figura 5.2.3.45)

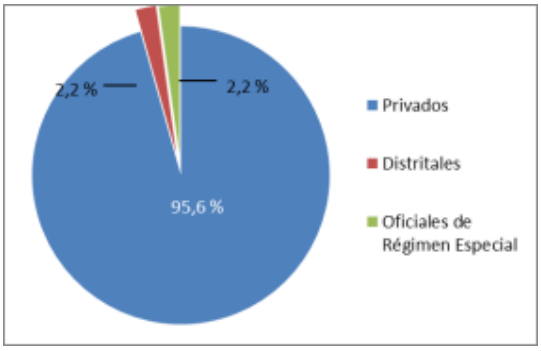


Figura 5.2.3.44 Distribución de colegios Localidad de Teusaquillo, 2015
Fuente: (Secretaría Distrital de Educación, 2015)

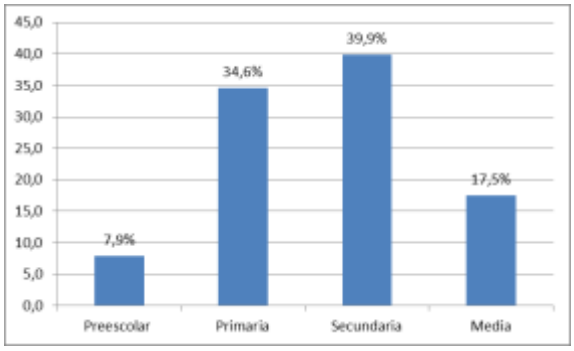


Figura 5.2.3.45 Porcentaje de matrículas por grado Localidad de Teusaquillo, 2015
Fuente: (Secretaría Distrital de Educación, 2015)

En la Localidad de Barrios Unidos están registrados 71 colegios, de estos el 89,1% correspondían a instituciones privadas (59), los distritales son apenas el 14,1%, es decir 10 colegios y el 2,8% son los colegios oficiales de régimen especial (Ver Figura 5.2.3.46). En esta localidad se destacan el colegio Santa Rosa De Lima, colegio Mercedario San Pedro Nolasco, Liceo Católico, entre otros.

La población en edad escolar (PEE) era de 37.875niños y niñas en el 2015, de este grupo 15.515 estaban matriculados en la localidad, el 97,6% de las matriculas corresponden a colegios públicos y el 2,4% a colegios de régimen especial.

En lo referente a las matriculas por niveles, el 40,3% corresponde a matriculas en primaria y el 33,9% en secundaria, mientras que la Educación Media es solo de 15,1%. (Ver Figura 5.2.3.47)

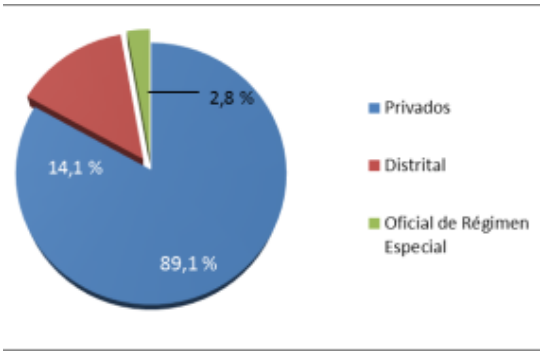


Figura 5.2.3.46 Distribución de colegios Localidad de Barrios Unidos, 2015
Fuente: (Secretaría Distrital de Educación, 2015)

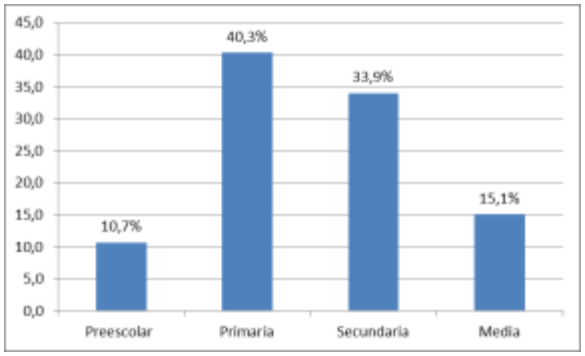


Figura 5.2.3.47 Porcentaje de matrículas por grado Localidad de Barrios Unidos, 2015
Fuente: (Secretaría Distrital de Educación, 2015)

La localidad de Chapinero alberga 29 colegios, el 90% de estos son privados (26) y el 20% son públicos (3). (Ver Figura 5.2.3.48) Algunos de los colegios destacados son: Colegio Del Sagrado Corazón De Jesús Betlemitas, Liceo Francés Louis Pasteur, Gimnasio Moderno, entre otros.

En el 2015, la Población en Edad Escolar PEE de la localidad de Chapinero era de 16.795 niños y niñas, de este grupo solo 3.643 estaban matriculados en la localidad, el 100% en colegios públicos.

En cuanto a los grados, el 39,7% de los niños de la localidad estaban matriculados en primaria y el 31,8% en secundaria. (Ver Figura 5.2.3.49)

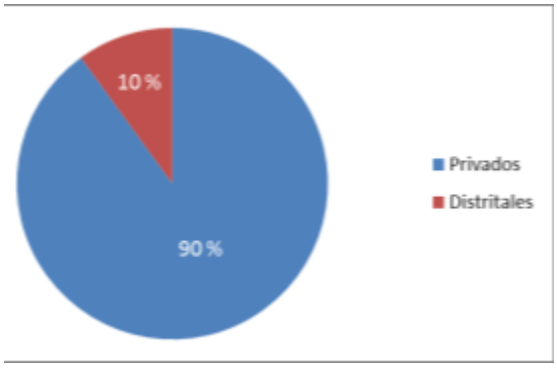


Figura 5.2.3.48 Distribución colegios Localidad Chapinero, 2015
Fuente: (Secretaría Distrital de Educación, 2015)

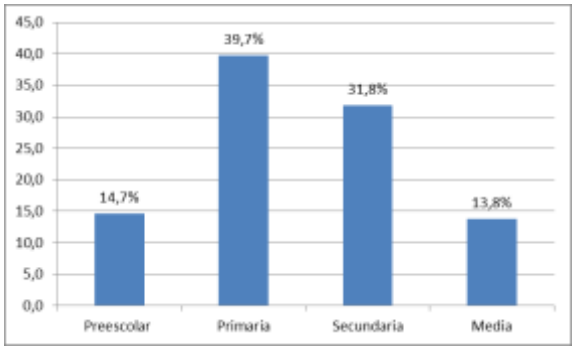


Figura 5.2.3.49 Porcentaje de matrículas por grado Localidad Chapinero, 2015
Fuente: (Secretaría Distrital de Educación, 2015)

En todas las localidades caracterizadas se evidencia la diferencia porcentual entre colegios distritales o públicos y colegios privados, estos últimos son mayoría. Las cifras reflejan una cobertura poblacional estudiantil de más del 80% por parte de instituciones educativas públicas en la mayoría de las localidades, para el caso de Puente Aranda y Antonio Nariño se observa una cobertura del 100%.

La Localidad de Kennedy tiene el número más alto de colegios, 256 en total, le sigue Bosa con 121 colegios, esto responde a las necesidades de estas localidades, dadas las características anteriormente señaladas. La localidad de Santa Fe es la que menos colegios tienen solo 28 instituciones.

Fotografía 5.2.3.3 Colegio Claretiano de Bosa
Fuente: https://twitter.com/claretianobosa

Fotografía 5.2.3.4 Colegio Santa Luisa, Kennedy
Fuente: http://www.colegiosantaluisa.edu.co/

Otra constante en estas localidades es que la población matriculada dentro de la localidad siempre es inferior a los datos de población en edad escolar PEE - las niñas, niños y adolescentes entre 3 y 16 años que tienen derecho de acceder a la educación-, esto puede responder a que se presenta movilidad escolar hacía otras localidades, en su mayoría a colegios privados, o niños que no están dentro del sistema escolar.

5.2.3.1.2.1.2.3 Vivienda

Según la Encuesta Multipropósito para Bogotá 2011, en la ciudad hay 2.097.697 viviendas (en las que habitan 2.185.874 hogares), de estas viviendas el 57,2% corresponden a apartamentos, el 38,8% a casas, el 2,9% a cuartos en inquilinato, el 1,1% a cuartos en otro tipo de estructura y el porcentaje restante a otro tipo de vivienda.

En la Tabla 5.2.3.9, se presenta el número total de viviendas por localidad por tipo, las variables son casa, apartamento, cuarto de inquilinato, otro tipo de cuarto y otro tipo de vivienda, este último puede ser lo que se denomina una casa lote.

Tabla 5.2.3.9 Tipo de vivienda por localidad

Localidad	Total viviendas	Casa	Apartamento	Cuarto en inquilinato	Cuarto en otro tipo de estructura	Otro tipo de vivienda
Bosa	152.698	44,5%	47,3%	7,5%	0,6%	0,1%
Kennedy	276.800	36%	62,4%	0,5%	1,2%	---
Puente Aranda	73.718	43,1%	55,1%	0,5%	1,3%	---
Antonio Nariño	28.736	47,2%	48,4%	4,4%	---	---
Los Mártires	29.504	27,6%	63,7%	5,9%	2,8%	---
Santa Fe	32.500	32,6%	62,3%	4,9%	0,2%	---
Teusaquillo	52.871	17,3%	81,6%	0,1%	1,1%	---

Localidad	Total viviendas	Casa	Apartamento	Cuarto en inquilinato	Cuarto en otro tipo de estructura	Otro tipo de vivienda
Barrios Unidos	71.691	41,9%	52,6%	2,3%	3,2%	---
Chapinero	58.382	10,4%	89,4%	---	0,1%	0,1%

Fuente: (Secretaria Distrital de Planeación, 2011)

Kennedy es la localidad con mayor número de viviendas con un total de 276.800 viviendas, el 62,4% de las viviendas son apartamentos y el 36% son casas. Bosa tienen 152.698 viviendas, Puente Aranda con 73.718 viviendas y Barrios Unidos con 71.691. En éstas localidades predominan los apartamentos con el 55,1% y 52,6%, respectivamente.

Chapinero que tiene 58.382 viviendas, de los cuales el 89,4% son apartamentos. La localidad de Teusaquillo tiene el 81,6% de apartamentos de las 52.871 viviendas que alberga.

Las localidades que tienen un número menor de viviendas son Antonio Nariño con 28.736, Los Mártires con 29.504 y Santa Fe con 32.500; de estas localidades se destaca Antonio Nariño por tener el porcentaje más bajo de apartamentos con el 48,4%. Cabe destacar que estas tres localidades tienen sectores donde hay viviendas o edificios abandonados, por ejemplo en Los Mártires está localizado el sector denominado el Bronx y cinco huecos, mientras que en Santa Fe hay varios edificios abandonados en el sector de La Alameda, especialmente sobre la Av. Caracas. En estas localidades predominan las viviendas tipo apartamento con más del 64%, en relación con las casas que apenas representan el 32%.

Otro tipo de vivienda son los inquilinatos, generalmente asociados a población de bajos recursos económicos; estos espacios se caracterizan por el hacinamiento, ya que usualmente una familia vive en un cuarto o habitación y comparte con otras familias los baños y la cocina. La localidad en la que se encuentra mayor representación de este tipo de vivienda en Bogotá, es Bosa con el 7,5%, los Mártires 5,9% y Santa Fe 4,9%.

El déficit de vivienda se determina considerando dos variables: las carencias cuantitativas y cualitativas. "*Se debe estimar en qué medida la cantidad de viviendas existentes es suficiente para albergar a la totalidad de la población del país (déficit cuantitativo), y en segundo lugar, se requiere cuantificar el número de viviendas que no cumplen con estándares mínimos de calidad y por ende no ofrecen una calidad de vida adecuada a sus moradores (déficit cualitativo)*". (DANE, 2009)

En el 2014, en Bogotá el déficit de vivienda descendió a 220.801 hogares en relación con los datos registrados en 2011 que presentaban un déficit de 258.046 hogares. Aunque es notable la reducción, todavía el hecho de tener o habitar una vivienda con las mínimas condiciones o no contar con una vivienda, sigue siendo una situación crítica que afecta principalmente a las localidades con más habitantes.

El déficit cualitativo supera en todas las localidades al déficit cuantitativo, este déficit se concentra principalmente en las localidades de Kennedy. En los datos de déficit cualitativo se registran las viviendas inadecuadas o localizadas en zonas de riesgo. (Bogotá como vamos, 2015)

En la Figura 5.2.3.50 se puede apreciar el déficit cuantitativo y cualitativo por localidad.

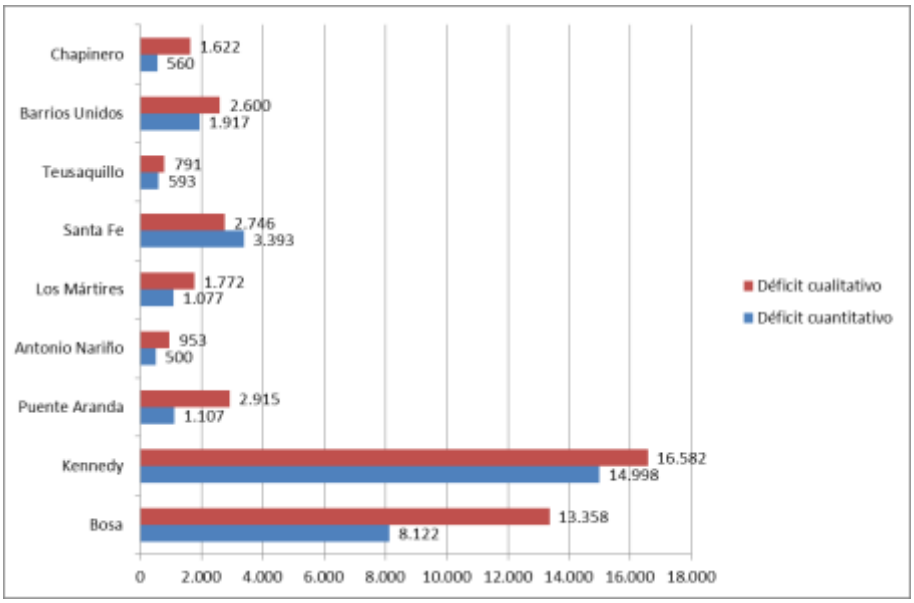


Figura 5.2.3.50 Déficit cuantitativo y cualitativo por localidad
Fuente: (Bogotá como vamos, 2015)

Kennedy tiene 16.582 viviendas con déficit cualitativo y 14.998 viviendas con déficit cuantitativo, esta localidad ha sido una importante receptora de población a lo largo de los años, se han generado proyectos urbanísticos como las Súper Manzana 2 y 5 y Ciudad Timiza, respondiendo a las necesidades de las comunidades que alberga. No obstante este esfuerzo de desarrollo no ha sido suficiente, ya que los desarrollos de origen informal especialmente en las UPZ Gran Britalia, Corabastos y Patio Bonito incrementa los índices de déficit.

Una de las variables que ha incidido en el déficit cualitativo en localidades como Santa Fe, Los Mártires, Puente Aranda y Antonio Nariño son las condiciones económicas de las familias, que no les permite realizar el mantenimiento de fachadas y estructuras, sobre todo en construcciones antiguas, dado el deterioro.

En sectores de las localidades de Teusaquillo, Barrios Unidos y Chapinero el factor económico incide en el deterioro de los predios, esto se refleja en algunos sectores, en las cuales las casas son bienes de conservación que requieren muchos recursos para su mantenimiento, así que resulta una inversión menor dejar que se deteriore y esperar la amenaza de ruina para poder disponer del terreno.

En cuanto al déficit cuantitativo, en una metrópoli como Bogotá constantemente requiere viviendas para una población en crecimiento, por eso los proyectos urbanos no dan abasto dentro del perímetro urbano y las personas se han ido desplazando a los municipios de la Sabana que se están transformando en ciudades dormitorios, aunque presentan carencias en infraestructura de servicios públicos y sociales.

En Bogotá el 47,6% (55.467 hogares) presentan carencias en hacinamiento crítico no mitigable, es decir que habitan cuatro o más personas en un cuarto. Esta problemática se presenta principalmente en la localidad de Los Mártires con un 80,7%. El 45,7% tiene carencias en la cohabitación, es decir varios hogares habitando la misma viviendas, dinámica presentada especialmente en las localidades de Teusaquillo con el 89,3%, Puente Aranda con el 77,8% y Antonio Nariño 72,1%. (Secretaría Distrital de Planeación, 2011).

5.2.3.1.2.1.2.4 Infraestructura vial y movilidad

Para este parágrafo se tomó como referencia los diagnósticos realizados por la Secretaria Distrital de Movilidad para cada localidad en los años 2011 y 2012, únicos documentos que tienen información a nivel local. Para la caracterización nivel Bogotá se tomó como referencia el documento: Informe de calidad de vida de Bogotá del 2015.

- Bogotá

La ciudad de Bogotá tiene una malla vial mixta que se compone de 14.518 km-carril de vías arteriales, intermedias y locales. De estas vías, el 37% se encuentra en mal estado, 21% está en regular estado y el 42% en buen estado. La malla vial local, tiene 4.060 km-carril en mal estado, casi el 50%. En la malla vial arterial y la intermedia predomina el buen estado con 2.013 km-carril (75%) y 2.164 km-carril (61%), respectivamente.

En cuanto a la movilidad de la población, de acuerdo con la última Encuesta de Movilidad del Distrito, en la ciudad se realizan a diario 12.755.826 viajes, mayores a 15 minutos. Los viajes en transporte público predominan con un 50,1%, el 26,7% se moviliza en Transporte Público Colectivo (TPC), 16,2% en TransMilenio, el 1,7% en alimentador y un 5,5% en taxi. Los viajes en vehículo privado corresponden al 18,7% de los viajes diarios. Por otra parte, uno de cada cuatro viajes mayores a 15 minutos se realiza a pie y en bicicleta. (Bogotá como vamos, 2015)

5.2.3.1.2.1.2.5 Localidad de Bosa

5.2.3.1.2.1.2.5.1 Vías

Tomando como referencia el Diagnóstico de movilidad (2012) realizado por la Secretaría Distrital de Movilidad, en Bosa las vías en buen estado corresponden al 20%, en regular estado el 14% y en mal estado el 63% de la malla vial local, mientras que el 56% de la malla vial intermedia está en buen estado; esto guarda relación con los problemas de movilidad que presenta la localidad, ya que hay sectores en los que se dificulta el acceso. (Instituto de Desarrollo Urbano, 2015)

5.2.3.1.2.1.2.5.2 Modalidades de transporte

Según el Diagnóstico de movilidad (2012) elaborado por la Secretaría Distrital de Movilidad, en Bosa el 47% de las personas se movilizan en medios motorizados y en un 53% en no motorizados. El modo de transporte que más usan es el peatonal con un 57%, seguido por transporte público en un 31% y el transporte privado representa el 6%. (Instituto de Desarrollo Urbano, 2015)

En esta localidad hay varios tramos de ciclo rutas de las cuales la más importante es la ciclo ruta el Porvenir. Los viajes en ciclo rutas en esta localidad equivalen al10%, con el auge que ha tomado este sistema de transporte, esta infraestructura no da abasto. (Instituto de Desarrollo Urbano, 2015).

5.2.3.1.2.1.2.6 Localidad de Kennedy

5.2.3.1.2.1.2.6.1 Vías

Tomando como referencia el Diagnóstico de movilidad (2012) realizado por la Secretaría Distrital de Movilidad, en la localidad de Kennedy las vías en buen estado corresponden al 70% de la malla

vial arterial, el 23,59% de la malla vial intermedia y solo 11,19% de la malla vial local; esto evidencia que más del 50% de la malla vial intermedia y local se encuentra en mal estado. (Instituto de Desarrollo Urbano, 2015)

5.2.3.1.2.1.2.6.2 Modalidades de transporte

Según el Diagnóstico de movilidad (2012) elaborado por la Secretaría Distrital de Movilidad, en Kennedy el 48,64% de las personas se movilizan en medios motorizados y en un 51,36% en no motorizados. El modo de transporte que más usan es el peatonal con un 47%, seguido por transporte público en un 32%, el transporte privado representa el 13%, el uso de bicicleta es del 5% y otros medios es el 3%. (Instituto de Desarrollo Urbano, 2015)

La localidad cuenta con aproximadamente 53 kilómetros de ciclo rutas y en algunos barrios se han implementado bici carriles. (Instituto de Desarrollo Urbano, 2015)

Fotografía 5.2.3.5 Av. Primero de Mayo a la altura del Hospital de Kennedy
Fuente: Consorcio Metro BOG, 2017

Fotografía 5.2.3.6 Av. Primero de Mayo a la altura de Plaza de las Américas.
Fuente: Consorcio Metro BOG, 2017

5.2.3.1.2.1.2.7 Localidad Puente Aranda

5.2.3.1.2.1.2.7.1 Vías

Según el Diagnóstico de movilidad (2012) de la Secretaría Distrital de Movilidad, en la localidad de Puente Aranda se encuentra en buen estado más del 70% de la malla vial arterial, 29,18% de la malla vial intermedia y 8,72% de la malla vial local; esto evidencia que más del 50% de la malla vial intermedia y local se encuentra en mal estado. (Instituto de Desarrollo Urbano, 2015)

La localidad de Puente Aranda presenta graves problemas de embotellamiento en horas pico por las vías principales: Avenida de las Américas, Avenida 68, Calle 13 y Avenida 1º de Mayo. También se presentan problemas en la movilidad debido a que con la implementación del SITP se han suprimido rutas, lo que afecta las frecuencias de circulación y genera el aumento de los tiempos de desplazamiento. (Instituto de Desarrollo Urbano, 2015)

5.2.3.1.2.1.2.7.2 Modalidades de transporte

En Puente Aranda el 52,71% de las personas se trasportan en medios motorizados y en un 47.29% en no motorizados. El modo de transporte que más usan es el peatonal con un 45%, seguido por el transporte público con un 31%, el transporte privado equivale al 19%, en bicicleta el 3% y otras modalidades corresponden al 2%. (Instituto de Desarrollo Urbano, 2015)

Fotografía 5.2.3.7 Av. Calle 13
Fuente: http://mapio.net/

5.2.3.1.2.1.2.8 Localidad Antonio Nariño

5.2.3.1.2.1.2.8.1 Vías

En el Diagnóstico de movilidad del 2013 realizado por la Secretaría Distrital de Movilidad, en la localidad de Antonio Nariño, el 70%% de la malla vial arterial se encuentra en buen estado, el 27% de la malla vial intermedia y el 54% de la malla vial local están en buen estado; más del 50% de la malla tanto intermedia como local se encuentra en mal estado. (Instituto de Desarrollo Urbano, 2015)

La localidad se caracteriza por tener un sector industrial dedicado a la fabricación y comercialización de calzado en la zona del Restrepo, lo que incide en la generación de dinámicas de cargue y descargue, lo que incide en problemas de movilidad. La localidad cuenta con Sistema TransMilenio, que se moviliza por la Avenida Caracas y la Avenida NQS.

Algunos de los sectores críticos para la movilidad de ésta localidad según la Secretaria Distrital de Movilidad son la Avenida Primero de Mayo, Calle 30, carrera 27, Carrera 21, Carrera 30, entre otras.

La localidad cuenta con aproximadamente 3 kilómetros de ciclo rutas, actualmente no hay bici carriles en la localidad. (Instituto de Desarrollo Urbano, 2015).

5.2.3.1.2.1.2.8.2 Modalidades de transporte

En esta localidad, según los datos de la Secretaria Distrital de Movilidad, el 60% de las personas de esta localidad hacen sus desplazamientos en medios motorizados y un 30% en no motorizados. El modo de transporte que más usan es el transporte público en un 60% en promedio. (Instituto de Desarrollo Urbano, 2015).

5.2.3.1.2.1.2.9 Localidad de Los Mártires

5.2.3.1.2.1.2.9.1 Vías

En el Diagnóstico de Movilidad para el 2012 realizado por la Secretaría Distrital de Movilidad, se indica que en la localidad de Los Mártires el 64% de la malla vial arterial está en buen estado, mientras que solo 21,24% de la malla vial intermedia y el 37,73% de la malla vial local están en buen estado. (Instituto de Desarrollo Urbano, 2015)

La localidad está ubicada en el centro de la ciudad, un punto de conectividad muy importante, por lo cual presenta una mayor congestión vehicular especialmente en horas pico en relación con otras horas del día. La localidad cuenta con Sistema TransMilenio, que se moviliza por la Avenida Caracas, la Calle 13, la carrera 30 y la calle 26. En la localidad se encuentran varios tramos de ciclo rutas proyectadas. (Instituto de Desarrollo Urbano, 2015).

5.2.3.1.2.1.2.9.2 Modalidades de transporte

En la localidad de Los Mártires se movilizan, según el Diagnóstico de Movilidad del 2012 elaborado por la Secretaría Distrital de Movilidad, un 44,05% de las personas en medios motorizados y un 55,95% en no motorizados. El modo de transporte que más usan es el peatonal con un 53,94%, seguido por transporte público en un 25,48%. (Instituto de Desarrollo Urbano, 2015)

Fotografía 5.2.3.8 Av. Caracas
Fuente: Consorcio Metro BOG, 2017

Fotografía 5.2.3.9 Av. Calle 13
Fuente: Consorcio Metro BOG, 2017

5.2.3.1.2.1.2.10 Localidad de Santa Fe

5.2.3.1.2.1.2.10.1 Vías

Según la información de la Base de Datos del Inventario y Diagnóstico de la Malla Vial del Instituto de Desarrollo Urbano (IDU) a diciembre de 2011, la malla vial local de la localidad tuvo un deterioro progresivo, aumentado paulatinamente el porcentaje de la malla vial calificada como en estado “regular” y “malo”. Estos datos también indican que la malla vial arterial de la localidad de Santa Fe se encuentra en buen estado. En esta localidad el 13% de la malla vial es arterial, el 33% es intermedia y el 54% es considerada malla vial local. (Instituto de Desarrollo Urbano, 2015)

Los factores que afectan la movilidad en la localidad son la presencia constante de obras públicas en vías principales y secundarias, lo que también tiene incidencia en el deterioro físico, social,

urbanístico y ambiental de las mismas, especialmente si se tiene en cuenta que son estrechas y además son utilizadas por una gran variedad de automotores de todas las clases y tamaños.

La localidad tiene 7 kilómetros de red de ciclorutas construidos en corredores viales como la Av. Carrera 10, Calle 9, Calle 13, Calle 23, y Carrera 12 entre otros, y un total aproximado de 8 kilómetros por construir, como ampliación y optimización de la red existente en la localidad.

5.2.3.1.2.1.2.10.2 Modalidades de transporte

En la Encuesta de Movilidad 2011, se menciona que en la localidad de Santa Fe se presentan diariamente 222.545 viajes. El transporte más utilizado es el transporte público con el 28% y el privado corresponde al 12%, pero son los recorridos a pie los más frecuentes dentro de la localidad con el 56%. La bicicleta es el modo de transporte que menos se emplea en la localidad de Santa Fe con un porcentaje del 0.52%. (Instituto de Desarrollo Urbano, 2015)

Fotografía 5.2.3.10 Av. Caracas con calle 24
Fuente: Consorcio Metro BOG, 2017

5.2.3.1.2.1.2.11 Localidad Teusaquillo

5.2.3.1.2.1.2.11.1 Vías

En el Diagnóstico de Movilidad para el 2012 realizado por la Secretaría Distrital de Movilidad, se indica que el estado de la malla vial arterial de la localidad en el periodo comprendido entre los años 2009 al 2011, ha sido estable su condición en buen estado (74%), mientras que en la malla vial intermedia se han presentado variaciones en el estado, disminuyó el número de kilómetros de vía construidos y se redujo la malla vial intermedia en buen estado (35%) y aumento la que se encuentra deteriorada (55%). La malla vial local presenta disminución del porcentaje del estado bueno (14%) y regular (10%) de la vía, a un estado malo (76%).

De acuerdo a la densidad del estado de la malla vial, la localidad en su superficie urbana tiene una concentración muy alta de malla vial en mal estado, lo que incide negativamente en el desarrollo urbanístico y en el aprovechamiento de los equipamientos de alto interés cultural y deportivo que existen en la localidad.

5.2.3.1.2.1.2.11.2 Modalidades de transporte

Según los datos de la Encuesta de Movilidad 2011, en Teusaquillo se realizan diariamente 341.199 viajes, gran parte de ellos en el sistema de transporte motorizado. La mayoría de viajes se efectúa a través de transporte privado (37,39%), le siguen los viajes o recorridos a pie (31,47%) y en transporte público (25,17%). La bicicleta es el medio de transporte que menos se utiliza con el 0,66%. (Instituto de Desarrollo Urbano, 2015)

La localidad tiene un total de 15 kilómetros de red de ciclorutas construidos en corredores viales como la Av. Carrera 60, la Av. Calle 53, Av. Calle 26 y la Av. Carrera 30 entre otros, y un total aproximado de 13 kilómetros por construir, como ampliación y optimización de la red existente en la localidad. (Instituto de Desarrollo Urbano, 2015).

5.2.3.1.2.1.2.12 Localidad de Barrios Unidos

5.2.3.1.2.1.2.12.1 Vías

En la localidad confluyen importantes vías de la red principal que presentan un alto flujo vehicular, como la Autopista Norte, Avenida Caracas, carrera 24, Avenida Ciudad de Quito, Avenida 68, calle 63, calle 68, calle 72, calle 80 y calle 100. Esta localidad tiene 101 km-carril de malla vial arterial, 198 km-carril de malla vial intermedia y 264 km-carril de malla vial local. Según el 56% de la malla vial intermedia y el 79% de la malla vial local están deterioradas. La localidad además tiene 25 km de ciclorutas. (Cámara de comercio de Bogotá, 2012).

5.2.3.1.2.1.2.12.2 Modalidades de transporte

De acuerdo con los datos del observatorio de movilidad realizada en el año 2015, la localidad de Barrios Unidos cuenta con 117 km de vías arteriales y 200 km de vías intermedias y 265 km de vías locales. (Cámara de Comercio de Bogotá, 2017)

5.2.3.1.2.1.2.13 Localidad Chapinero

5.2.3.1.2.1.2.13.1 Vías

En el Diagnóstico de Movilidad del año 2012, se indica que la malla vial local es la que presenta un mayor grado de deterioro con el 71,31%. Por otro lado, 71,66% la malla vial arterial se encuentra en buen estado. La malla vial intermedia presenta una tendencia similar a la malla vial local con un 60,34% en estado Malo y el 30% en estado regular. (Instituto de Desarrollo Urbano, 2015)

5.2.3.1.2.1.2.13.2 Modalidad de Transporte

En la Encuesta de la Secretaría Distrital de Movilidad del año 2011 se indica que en la localidad de Chapinero se presentan diariamente 301.657 viajes. La mayoría de viajes se realiza en el transporte motorizado, con el 68%. El transporte privado tiene el mayor porcentaje de viajes con el 42,59%, los viajes a pie representan el 30,7% y el transporte público es el 21,17%. (Instituto de Desarrollo Urbano, 2015)

Según el diagnóstico de la Secretaría de Movilidad para el año 2012, en la localidad se proyecta la construcción de ciclorutas por la Av. Caracas, en la carrera 13 y carrera 11 se encuentran ciclo rutas construidas y en buen estado.

Fotografía 5.2.3.11Av. Carrera Séptima
Fuente: Consorcio Metro BOG, 2017

Fotografía 5.2.3.12 Carrera 13
Fuente: http://www.radiosantafe.com

A pesar de que la malla vial de la ciudad no ha aumentado durante los últimos años, el parque automotor de vehículos y motos ha aumentado considerablemente, lo cual se ve reflejado en el evidente deterioro de las vías. El mal estado de la malla vial predomina en el componente local con un 49%, en la malla vial intermedia con un 24%, y en la arterial con un 15%. En casi todas las localidades, la malla vial intermedia y local son las que presentan más deterioro. Siendo crítico el caso de localidades como Bosa, Kennedy y Barrios Unidos.

5.2.3.1.2.1.2.14 Infraestructura recreativa

Bogotá cuenta con diferentes espacios para que los ciudadanos puedan realizar actividades culturales, recreativas y deportivas, estos espacios están divididos por categorías:

Parques de escala metropolitana**:** Son áreas libres que cubren una superficie superior a 10 hectáreas, destinadas al desarrollo de usos recreativos activos y/o pasivos y a la generación de valores paisajísticos y ambientales, su área de influencia abarca todo la ciudad. Entre estos se destacan parques como el Simón Bolívar, el Tunal, Cayetano Cañizares, La Independencia, Tercer Milenio, Villa del rio y Virgilio Barco.

Parques de escala regional: Son espacios naturales de gran dimensión y altos valores ambientales, de propiedad del Distrito Capital, ubicados total o parcialmente fuera de su perímetro, como el parque de la Florida.

Parques de escala zonal: Son espacios con una dimensión entre 1 a 10 hectáreas, destinadas a la recreación activa de un grupo de barrios, pueden albergar equipamiento especializado, como polideportivos, piscinas, canchas, pistas de patinaje, entre otros. Se destacan el parque Timiza el parque de Ciudad Montes.

Parques de escala vecinal: Son áreas libres, destinadas a la recreación, la reunión y la integración de la comunidad, que cubren las necesidades de los barrios. Se les denomina genéricamente parques, zonas verdes o cesiones para parques; anteriormente se les denominaba cesiones tipo A.

Parques de bolsillo: Son áreas libres con una modalidad de parque de escala vecinal, que tienen un área inferior a 1.000 m^2, destinada fundamentalmente a la recreación de niños y personas de la tercera edad. (Secretaria Distrital de Cultura, Recreación y Deporte, 2017)

En Tabla 5.2.3.10, se presenta la infraestructura recreativa de cada una de las localidades que hacen parte del estudio.

Tabla 5.2.3.10 Infraestructura recreativa por localidad

Localidad	Infraestructura	
Bosa	• Parque Central De Bosa • Parque el Recreo • Parque Metropolitano El Porvenir • Parque San José de Maryland • Parque Clarelandia • Alameda del parque • Parque las Margaritas	• Parque Santiago de Atalayas • Parque Chiminigagua • Parque Zonal La Tingua De Tibanica • Parque Bosa Recreo • Parque Naranjos • Parque Palestina
Kennedy	• Parque Urbano Biblioteca El Tintal • Parque Metropolitano Timiza-Villa del Río. • Humedal del Burro Techo. Barrio Castilla • Alameda El Porvenir • Parque Urbano Cayetano Cañizares • Parque El Tintal	• Parque Mundo Aventura • Estadio Metropolitano de Techo. • Parque Deportivo Castilla • Parque Patio Bonito • Parque La Igualdad • Parque La Amistad • Parque Bellavista Dindalito
Puente Aranda	• Estadio La Alquería • Parque Ciudad Montes • Parque Villa del Rosario • Parque de La Virgen • Parque Santa Rita • Parque Nuevo Muzú • Parque Bahía Muzú • Parque Comunitario La Unión de La Alquería	• Parque Vecinal de Los Ángeles • Parque San Eusebio • Parque Público La Guaca • Parque Público Torremolinos • Parque La Ponderosa • Polideportivo El Jazmín • Parque Público Veraguas Central
Antonio Nariño	• Parque La Valvanera • Parque Ciudad Jardín • Parque Policarpa Salavarrieta • Parque Central del Restrepo • Parque la Fragua • Parque Parroquia Nuestra Señora de la Sabiduría	• Parque El Remanso • Parque de Las Llantas • Parque Villa Mayor la Antigua • Parque Santander • Polideportivo de La Fragua
Los Mártires	• Plaza de Los Mártires • Plaza España • Parque el Renacimiento • Parque Eduardo Santos. • Parque de los Mártires. • Parque Santa Isabel. • Parque el Vergel.	• Parque Ricaurte. • Parque la Pepita. • Gimnasio Polideportivo Eduardo Santos. • Parque María Eugenia Rojas
Santa Fe	• Parque de la Independencia • Parque Nacional • Parque Metropolitano Tercer Milenio • Parque Centenario	• Parque Distrital Las Cruces • Parque Tisquesusa • Parque Santander • Parque de Los Periodistas

Localidad	Infraestructura	
	• Plaza de Toros la Santamaría	
Teusaquillo	Teusaquillo cuenta con 206 equipamiento, 72 culturales, 133 parques (37 de bolsillo, 86 vecinales, 2 metropolitano, 1 zonal y 7 escenarios deportivos) y un gimnasio biosaludables.	• Parque barrio Armenia • Parque Pony • Parque Brasil • Parque Metropolitano Simón Bolívar • Parque La Esmeralda
Barrios Unidos	Barrios Unidos cuenta con 139 equipamientos, 119 recreo deportivos y 20 culturales. Del total de sus parques, 68 son vecinales, 35 de bolsillo, 10 metropolitanos, 3 zonales y 2 deportivos.	• Museo de Los Niños • Parque Salitre Mágico • Centro de Alto Rendimiento. • Parque de los novios • Parque Jorge Eliecer Gaitán
Chapinero	• Parque de la 93 • Plaza – Parque Nuestra Señora de Lourdes • Parque El Virrey • Parque Sucre o de los Hippies • Parque Nacional (Compartido con Localidad de Santafé)	• Alto del Cable • Parque Unilago • Parque Público Sucre II • Parque República de Portugal • Parque del Chico • Parque El Nogal

Fuente: (Secretaria Distrital de Cultura, Recreación y Deporte, 2017)

De acuerdo con la información de la tabla anterior se evidencia que la población de las nueve localidades que beneficiará el proyecto, cuanta con espacios recreativos, en promedio cada localidad registra 16 lugares para la creación algunos de ellos de carácter o uso distrital. Las localidades con mayor número de parques son Teusaquillo con 139 parques recreo deportivos, seguido de la localidad de Barrios Unidos con 119 parques.

5.2.3.1.2.1.2.15 Condiciones de movilidad en la zona de influencia del corredor de la PLMB

En la ciudad se realizan 17,2 millones de viajes en un día hábil, de los cuales 2,7 se realizan en la hora pico de la mañana. En al área de influencia de la PLMB, según cifras de la encuesta de movilidad de Bogotá, se generan 3 millones de viajes en un día hábil, de los cuales 1,96 millones incluyen modos motorizados, 128 mil se realizan en bicicleta y aproximadamente 912 mil se realizan a pie.

Así mismo, del universo de los 3 millones de viajes en el área de influencia, se destacan 1,68 millones (56%) que son viajes que solo se originan y terminan en el propio corredor, por lo cual representan el tipo de viaje o las condiciones de movilidad de los usuarios a lo largo de este. De estos viajes el modo mayoritario es el transporte público, en donde resaltan principalmente los viajes realizados en buses tradicionales o del SITP.

Tabla 5.2.3.11 Viajes en día hábil en la zona de influencia del corredor de la PLMB

	Total viajes día hábil	% dentro de categoría	% total
Transporte Público	**583.794**	**100,0%**	**34,7%**

	Total viajes día hábil	% dentro de categoría	% total
Transporte Público	**583.794**	**100,0%**	**34,7%**
Alimentador	34.110	5,8%	2,0%
TPC-SITP	342.951	58,7%	20,4%
Transmilenio	201.150	34,5%	11,9%
Otros	5.583	1,0%	0,3%
Transporte Privado	**355.918**	**100,0%**	**21,1%**
Auto	158.470	44,5%	9,4%
Moto	68.185	19,2%	4,1%
Taxi	83.176	23,4%	4,9%
Otros	46.086	12,9%	2,7%
Bici	**59.441**	**100,0%**	**3,5%**
Peatón	**684.117**	**100,0%**	**40,6%**
Total	**1.683.271**		**100,0%**

Fuente. Encuesta de Movilidad de Bogotá 2015, con base en viajes con origen y destino en una zona de influencia de 1000 metros a los largo del corredor.

De los viajes diarios en el corredor, el 40% son realizados por personas que viven en zonas de ingresos bajos; el 59% por persona que viven en zonas de ingreso medio; mientras que solo el 1% de los viajes corresponden a persona que viven en zonas de altos ingresos. Es importante resaltar que estos números reflejan solo los viajes que se originan y finalizan en el corredor, aun cuando existen también usuarios que realizan viajes que transitan parcialmente por el corredor, pero que se originan en zonas más alejadas. Esto marca un importante predominio de viajes de usuarios de ingresos bajos y medios, los cuales serían los principales beneficiarios del proyecto.

Con respecto a los tiempos de viaje en el corredor, durante la hora pico, se presenta un tiempo promedio de 46 minutos. Así mismo, los tiempos de viaje presentan variaciones según modos de transporte. El modo con mayores tiempos de viaje corresponde al transporte público con 64 minutos, mientras que el transporte privado tiene un tiempo promedio de 40 minutos, 37% menos. Esto muestra también una condición de movilidad más adversa para los usuarios de transporte público que son la mayoría en el corredor.

Tabla 5.2.3.12 Ttiempo promedio de viaje en hora pico de la mañana de los viajes en el corredor

	Tiempo promedio de viaje en hora pico (minutos)
Transporte Público	**64**
Alimentador	29
TPC-SITP	63
Transmilenio	73
Otros	71
Transporte Privado	**40**
Auto	39
Moto	49
Taxi	45
Otros	50
Bicicleta	**51**
Peatón	**25**
Total	**46**

Fuente. Encuesta de Movilidad de Bogotá 2015, con base en viajes con origen y destino en una zona de influencia de 1000 metros a los largo del corredor.

5.2.3.1.2.1.2.16 Medios de comunicación

La Tabla 5.2.3.13 que se presenta a continuación referencia los medios de comunicación impresos identificados en cada una de las localidades, algunos de estos medios tienen influencia en la localidad, mientras que otros centran su campo de difusión por zonas o barrios. Pero todos tienen como misión difundir información y fortalecer a las comunidades.

Tabla 5.2.3.13 Medios de comunicación impresos por localidad

Kennedy	**Puente Aranda**	
• Contacto • El Campanazo • Kalibre 8 • Mi Barrio • Mío de Bogotá • Panorama de Kennedy • Unidad Comunal • Vistazo Cultural • El Guache	• El Informador • La Alameda • Magazín Comunitario - Don Madrugón • Notitejar • Periódico Puentearandino	
Antonio Nariño	Los Mártires	
• Biópolis • Bogotá al Día • El Peletero • Info 15 • Notiarte	• El Renacimiento • Informativo Los Mártires • N.N. • Quira	
Santa Fe	Teusaquillo	
• El Comercio • El Pisacallos • Foro • La Macarena • San Victorino • Victorino Cívico	• Acropavi • Asobel Ciudad Salitre • Boletín de Coyuntura • Colnodo • Colombia Cooperativa • Control Capital • Distrito Vital • El Presidente	• En Asamblea • Informativo CUT • Jornadas Penitenciarias • Localidad 13 • Mira, el periódico de la gente • Que Qué • Valores Cristianos
Barrios Unidos	Chapinero	
• Aula Urbana • El Relator • El Siete • El Universitario • Periódico Escrita • S-XXI • Uni dos • Vamos	• Caja de Herramientas • Colombia y el Mundo Hoy • Comunicar • Escuela Científica • Golpe de Opinión • La Gacetilla • Le Monde Diplomatique • LGBT • Sintonía • Chapinero Alto	

Fuente: (Instituto de Desarrollo Urbano, 2015)

5.2.3.1.3 Dimensión Económica

El análisis de la dimensión económica del Tramo 1 de la Primera Línea del Metro de Bogotá se realiza con base en la Especificación Técnica ET-20: Estudio Social para la "Estructuración Técnica del Tramo 1 de la Primera Línea del Metro de Bogotá" de la Financiera de Desarrollo Nacional, las Normas de Desempeño sobre Sostenibilidad Ambiental y Social de la Corporación Financiera Internacional – IFC (Grupo Banco Mundial) y en la Resolución 0001023 del 26 de abril de 2017 del Ministerio de Transporte "Por la cual se definen los elementos cofinanciables por parte de la Nación, y los aportes en especie en los proyectos SITM TransMilenio Soacha Fase II y III y Primera Línea de Metro de Bogotá, y se dictan otras disposiciones".

Dada la importancia que reviste la primera línea del metro elevado de Bogotá para el Distrito Capital, algunas de las variables analizadas se proyectarán a zonas más amplias que las localidades o se describirán con más detalle teniendo en cuenta sobre todo, las dinámicas económicas tan variadas que se suscitan a lo largo del trazado. Asimismo, se profundizará en los procesos productivos y tecnológicos para el sector terciario y en los circuitos de comercio formal e informal.

La caracterización del área de influencia indirecta del proyecto, que comprende las localidades de Bosa, Kennedy, Puente Aranda, Antonio Nariño, Los Mártires, Barrios Unidos, Santa Fe, Teusaquillo y Chapinero, tiene como propósito describir los aspectos territoriales que determinan el desarrollo de las actividades económicas formales e informales, entre las que se encuentran superficie, usos y valor del suelo, las características demográficas y económicas de la población, los procesos productivos y tecnológicos y los polos de desarrollo y/o enclaves que interactúan con el área de influencia.

5.2.3.1.3.1 Ordenamiento territorial y ocupación del suelo

La descripción de la configuración territorial y de la ocupación del suelo en el AII del proyecto pretende analizar el desarrollo físico de las localidades en cuanto a la distribución de las áreas urbanas, rurales y de expansión urbana, la clasificación por uso de las UPZ, las dinámicas de ocupación en los diferentes usos y una aproximación al valor del suelo y del canon de arrendamiento.

El crecimiento desequilibrado y poco sostenible de la ciudad en los últimos años ha promovido un fenómeno especulativo respecto a la valorización del suelo en el Distrito y los municipios aledaños (Secretaría Distrital de Planeación 2017); por lo que la información presentada permitirá en alguna medida entender cuáles son las características generales del ordenamiento, las fortalezas del territorio, y algunas variables determinantes en el valor de suelo.

5.2.3.1.3.1.1 Superficie de suelo en el AII

De acuerdo con la información presentada en la Tabla 5.2.3.14, la primera clasificación corresponde a la superficie de suelo urbano, rural y suelo de expansión urbana, dentro de cada unidad administrativa y su participación en el AII.

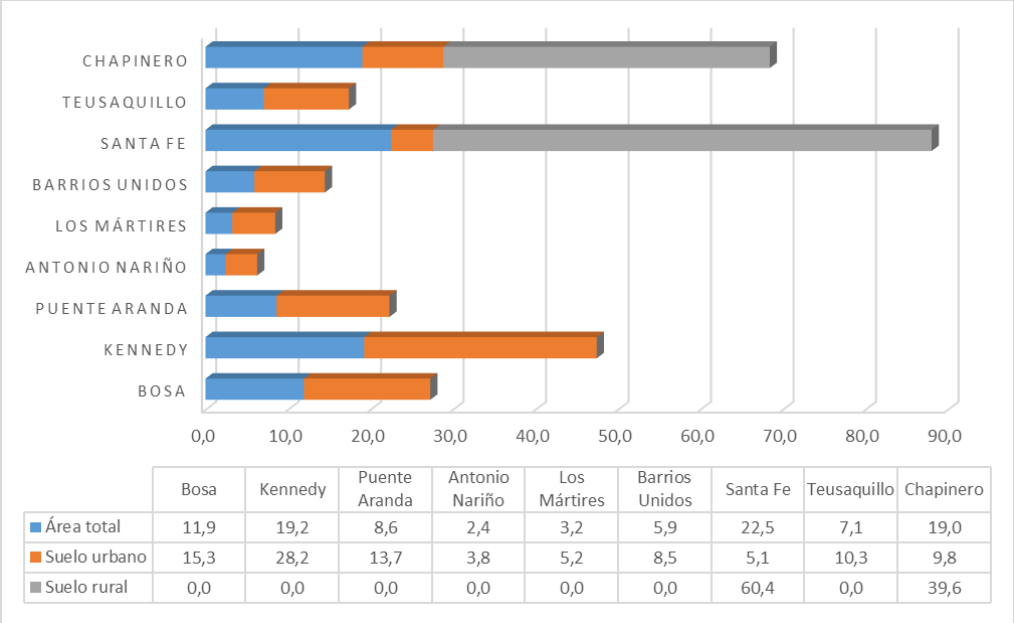
Tabla 5.2.3.14 Superficie de suelo del AII

No.	Localidad	Área total (ha)	Área urbana (ha)			Área rural (ha)		
			Suelo urbano (ha)	Áreas protegidas (ha)	Total (ha)	Suelo rural (ha)	Áreas protegidas (ha)	Total (ha)
7	Bosa	2.394	1.885	508	2.394	0	0	0
8	Kennedy	3.859	3.470	389	3.859	0	0	0
16	Puente Aranda	1.731	1.683	48	1.731	0	0	0
15	Antonio Nariño	488	472	16	488	0	0	0
14	Los Mártires	651	641	10	651	0	0	0
12	Barrios	1.190	1.052	138	1.190	0	0	0

No.	Localidad	Área total (ha)	Área urbana (ha)			Área rural (ha)		
			Suelo urbano (ha)	Áreas protegidas (ha)	Total (ha)	Suelo rural (ha)	Áreas protegidas (ha)	Total (ha)
	Unidos							
3	Santa Fe	4.517	625	72	697	0	3.820	3.820
13	Teusaquillo	1.419	1.269	150	1.419	0	0	0
2	Chapinero	3.816	1.210	106	1.316	0	2.500	2.500
Total AII		20.065	12.307	1.437	13.745	0	6.320	6.320

Fuente: Procesado por Consorcio MetroBOG 2017 con base en datos de la UAECD 2011.

El área de influencia indirecta representa un área total de 20.065 hectáreas de las cuales 13.745 corresponden a suelo urbano y 6.320 a suelo rural. La localidad de Santa Fe es la de mayor representación con un 22,5% del área total además de ser la de mayor representación en suelo rural con un 60,4%. En segundo lugar se encuentra la localidad de Kennedy con un 19,2% del área total y 28,2% del área urbana. En tercer lugar se ubica la localidad de Chapinero con un 19% del total del AII, el 39,6% del área rural y el 9,8% del suelo urbano. La localidad de Bosa se ubica en el cuarto lugar con el 11,9% del área total y el 15,5% del suelo urbano, seguida por la localidad de Puente Aranda con el 8,6% del área total y el 13,7% del suelo urbano. Teusaquillo se encuentra en el sexto lugar con el 7,1% del área total y el 10,3% del área urbana. Las localidades de menor participación son las de Barrios Unidos, Los Mártires y Antonio Nariño con un 5,9%, 3,2% y 2,4% respectivamente, ninguna de las tres tiene participación en superficie de suelo rural (Ver Figura 5.2.3.51).



	Bosa	Kennedy	Puente Aranda	Antonio Nariño	Los Mártires	Barrios Unidos	Santa Fe	Teusaquillo	Chapinero
Área total	11,9	19,2	8,6	2,4	3,2	5,9	22,5	7,1	19,0
Suelo urbano	15,3	28,2	13,7	3,8	5,2	8,5	5,1	10,3	9,8
Suelo rural	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	60,4	0,0	39,6

Figura 5.2.3.51 Participación en superficie de suelo AII

Fuente: Procesado por Consorcio Metro BOG 2017 con base en datos de la UAECD 2011

Respecto a las áreas protegidas, en la localidad de Santa Fe se registran 3.892 hectáreas que equivalen al 86,2% sobre el total del suelo de esta localidad; donde la mayor superficie se ubica en suelo rural, que corresponde al bosque de los Cerros Orientales, componente ecológico que tiene una extensión de 3.820 hectáreas. Esta zona rural de Santa Fe hace parte de la UPR Cerros Orientales que está conformada además, por las zonas rurales de las localidades de Usaquén, Chapinero, San Cristóbal y parte del suelo rural de Usme (Ver Tabla 5.2.3.15).

En el suelo urbano, la UPZ Sagrado Corazón figura con la mayor área protegida registrando 44 ha., en razón a que allí se ubica una parte del Parque Metropolitano Nacional Enrique Olaya Herrera, el Parque de la Independencia y una parte del canal El Arzobispo, le sigue la UPZ las Nieves con 21 ha., por cuanto en su territorio se ubica el parque Tercer Milenio (Secretaría Distrital de Planeación , 2009).

Tabla 5.2.3.15 Áreas protegidas por UPZ - AII

UPZ	**Estructura Ecológica Principal**		
	Urbana	**Rural**	**Total**
Localidad de Santa Fe			
91 Sagrado Corazón	44		44
92 La Macarena	2		2
93 Las Nieves	21		21
95 Las Cruces			
96 Lourdes	4		4
UPR Cerros Orientales		3.820	
Total Santa Fe	72	3.820	3.892
%	1,9	98,1	100
Localidad de Chapinero			
88 El Refugio	33		33
89 San Isidro Patios	26		26
90 Pardo Rubio	46		46
97 Chicó Lago			0
99 Chapinero	1		1
UPR Centros Orientales		2.500	2.500
Total Chapinero	106	2.500	2.606
%	4,1	95,9	100

Fuente: Procesado por Consorcio MetroBOG 2017, con base en Diagnóstico de los aspectos físicos, demográficos y socioeconómicos Localidad de Santa Fe y Localidad de Chapinero– SDP, 2009

Las áreas protegidas en la localidad de Chapinero equivalen a 2.606 hectáreas que representan el 68,3% sobre el total del suelo de esta localidad, donde la mayor superficie se ubica en suelo rural, que comprende el bosque de los Cerros Orientales, componente ecológico que tiene una extensión de 2.500 hectáreas. El suelo rural de Chapinero, junto con los suelos rurales de las localidades de Usaquén, Santa Fe y San Cristóbal y parte del suelo rural del Usme, conforman la Unidad de Planeamiento Rural –UPR- Cerros Orientales (Ver Tabla 5.2.3.15).

En el suelo urbano, la UPZ Pardo Rubio figura con la mayor área protegida con 46 ha. Pues allí se ubican tres de sus quebradas, le sigue El Refugio con 33 hectáreas que corresponde a las sierras del Chico, dos quebradas y a un sector del cerro oriental que está en revisión por parte del Ministerio del Medio Ambiente (Secretaría Distrital de Planeación, 2009).

5.2.3.1.3.1.2 Usos del suelo en el AII

Posterior al reconocimiento de las superficies de suelo, es conveniente identificar la destinación del suelo urbano en el AII, que es resultado de las dinámicas de poblamiento, las tendencias y las trasformaciones que ha sufrido el territorio a través de la historia; y que define en alguna medida los desarrollos futuros, compatibles, incompatibles y permitirá establecer si por el proyecto podrían presentarse conflictos de uso en las distintas unidades administrativas (Ver Tabla 5.2.3.16).

De las 46 unidades de planeamiento zonal que conforman el AII, 5 pertenecen a Bosa, 12 a la localidad de Kennedy, 5 a Puente Aranda, 2 a la localidad de Antonio Nariño, 2 a Los Mártires, 4 a Barrios Unidos, 5 a Santa Fe, 6 a Teusaquillo y 5 a Chapinero. Como se evidencia en la Tabla 5.2.3.16, existe amplia variedad de usos dentro de cada localidad, incluso en las que están conformadas por sólo dos UPZ.

Tabla 5.2.3.16 Uso del suelo urbano en el AII por Localidad y UPZ

Localidad	UPZ		Clasificación	Área total (ha)	Participación AII (%)
Bosa	49	Apogeo	Residencial consolidado	210,6	1,5
	84	Bosa Occidental	Residencial de Urbanización incompleta	430,4	3,1
	85	Bosa Central	Residencial de Urbanización incompleta	714,7	5,2
	86	El Porvenir	Desarrollo	461	3,4
	87	Tintal Sur	Desarrollo	576,9	4,2
	Subtotal			2393,6	17,4
Kennedy	44	Américas	Con Centralidad Urbana	381	2,8
	45	Carvajal	Residencial Consolidado	438,6	3,2
	46	Castilla	Residencial Consolidado	503,2	3,7
	47	Kennedy Central	Residencial Consolidado	337,2	2,5
	48	Timiza	Residencial Consolidado	430,4	3,1
	78	Tintal Norte	Desarrollo	343,4	2,5
	79	Calandaima	Desarrollo	318,9	2,3
	80	Corabastos	Residencial de Urbanización incompleta	184,5	1,3
	81	Gran Britalia	Residencial de Urbanización incompleta	179,9	1,3
	82	Patio Bonito	Residencial de Urbanización incompleta	317,3	2,3
	83	Las Margaritas	Predominantemente Dotacional	147,2	1,1
	113	Bavaria	Predominantemente Industrial	277,2	2,0
	Subtotal			3858,8	28,1
Puente Aranda	40	Ciudad Montes	Residencial Consolidado	445,6	3,2
	41	Muzú	Residencial Consolidado	252,8	1,8
	43	San Rafael	Residencial Consolidado	329,3	2,4
	108	Zona Industrial	Predominantemente Industrial	347	2,5

Localidad	UPZ		Clasificación	Área total (ha)	Participación AII (%)
	111	Puente Aranda	Predominantemente Industrial	356,4	2,6
	Subtotal			1731,1	12,6
Antonio Nariño	35	Ciudad Jardín	Residencial consolidado	133,2	1,0
	38	Restrepo	Con Centralidad Urbana	354,7	2,6
	Subtotal			487,9	3,5
Los Mártires	37	Santa Isabel	Residencial consolidado	200,5	1,5
	102	La Sabana	Comerciales	450,9	3,3
	Subtotal			651,4	4,7
Barrios Unidos	21	Los Andes	Residencial consolidado	274,8	2,0
	22	Doce de Octubre	Residencial consolidado	336,3	2,4
	98	Los Alcázares	Residencial consolidado	414	3,0
	103	Parque Salitre	Predominantemente Dotacional	165,2	1,2
	Subtotal			1190,3	8,7
Santa Fe	91	Sagrado Corazón	Comerciales	146,2	1,1
	92	La Macarena	Residencial consolidado	85,9	0,6
	93	Las Nieves	Comerciales	172,6	1,3
	95	Las Cruces	Residencial de urbanización incompleta	92,4	0,7
	96	Lourdes	Residencial de urbanización incompleta	200,1	1,5
	Subtotal			697,2	5,1
Teusaquillo	100	Galerías	Residencial consolidado	237,6	1,7
	101	Teusaquillo	Residencial consolidado	235,7	1,7
	104	Parque Simón Bolívar - CAN	Predominantemente Dotacional	398,7	2,9
	106	La Esmeralda	Residencial Cualificado	192,9	1,4
	107	Quinta Paredes	Residencial Cualificado	174	1,3
	109	Ciudad Salitre	Residencial Cualificado	180,5	1,3
	Subtotal			1419,4	10,3
Chapinero	88	El Refugio	Residencial cualificado	336	2,4
	89	San Isidro Patios	Residencial de urbanización incompleta	113	0,8
	90	Pardo Rubio	Residencial consolidado	285,2	2,1
	97	Chico Lago	Comerciales	422,4	3,1
	99	Chapinero	Comerciales	159	1,2
	Subtotal			1315,6	9,6

Localidad	UPZ	Clasificación	Área total (ha)	Participación AII (%)
TOTAL AII			13745,3	100,0

Fuente: Procesado por Consorcio Metro BOG 2017 con base en datos de la UAECD 2011

En términos generales, como se presenta en la Figura 5.2.3.52, el AII se caracteriza por ser una zona con variedad de usos donde se presentan las 8 clasificaciones contempladas en el Plan de Ordenamiento Territorial – POT.

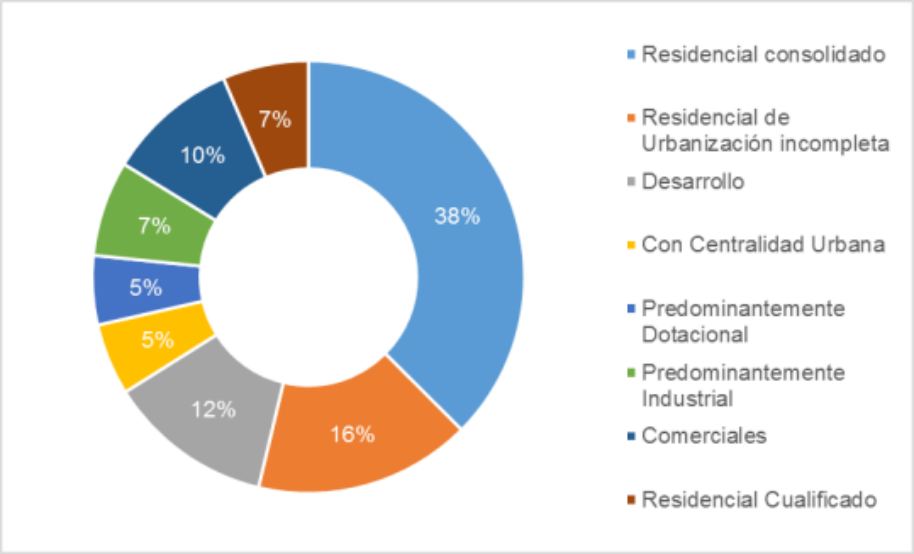


Figura 5.2.3.52 Uso del suelo urbano en el AII
Fuente: Procesado por CONSORCIO METRO BOG, 2017 con base en datos de la UAECD

Por superficie de suelo destinado, el AII es predominantemente residencial consolidado (38%), que corresponde a sectores de estratos medios de uso residencial donde se presenta actualmente un cambio de uso y un aumento no planificado en la ocupación territorial (Secretaría Distrital de Planeación, 2009).

Los sectores periféricos no consolidados, en estratos 1 y 2, de uso residencial predominante con deficiencias en su infraestructura, accesibilidad, equipamientos y espacio público (Secretaría Distrital de Planeación , 2009), corresponden al 16% del suelo en el AII.

Las áreas en Desarrollo, que corresponde a sectores pocos desarrollados con grandes predios desocupados, equivalen al 12% del total del AII.

Los sectores consolidados que cuentan con centros urbanos y donde el uso residencial dominante ha sido desplazado por usos que fomentan la actividad económica, es decir, con centralidad urbana, representan el 5% de la superficie del AII.

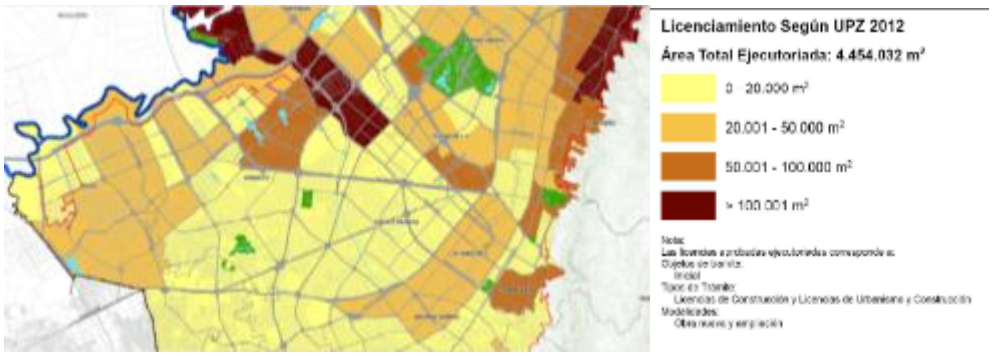
Las zonas de uso predominantemente dotacional, con grandes áreas destinadas a la producción de equipamientos urbanos y metropolitanos equivalen el 5% de la superficie del AII. Los usos

comercial e industrial representan el 17% del AII y en último lugar se encuentran las de uso residencial cualificado con un 7%.

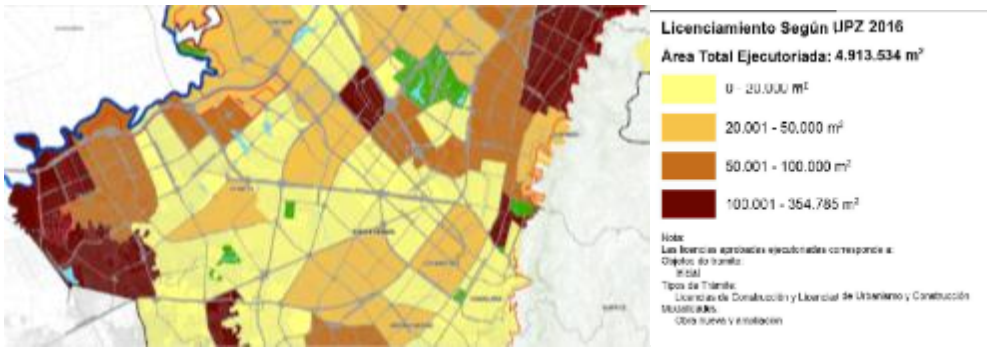
Esta variedad de usos en el AII permite inferir que hay el emplazamiento de un proyecto como el Metro podría dar respuesta a la necesidad de movilidad de la población concentrada en las zonas residenciales, que corresponden al 60% del área total del AII, sin contar los usuarios potenciales de las demás localidades de la ciudad. Es probable que no se presenten conflictos de uso del suelo respecto al POT vigente, aunque si se evidencia una distribución inequitativa dentro del territorio en cuanto a la ubicación de la población y de las actividades comerciales, de prestación de bienes o servicios e industriales.

Siendo Bogotá una ciudad receptora de población, los espacios para la construcción de vivienda nueva así como la transformación o disposición para los demás usos hace que el territorio se reorganice para atender dicha demanda, traducida especialmente en unidades de vivienda, que no son ofertadas por el mercado en el volumen que son requeridas y que ha sufrido una contracción significativa en los últimos años (Alcaldía Mayor de Bogotá, 2017).

Como señala el informe diagnóstico revisión del POT, para el 2012 el volumen total de las áreas construidas en la ciudad abarcaba alrededor de 248,56 millones de metros cuadrados, entre los cuales el 72,27% eran áreas de uso residencial, el 20,29% de uso comercial, el 2,23% de uso industrial y el 7,05% de usos dotacional. Tomando en cuenta que en el año 2012 estos dos segmentos sumaban el 27,33%, se puede concluir que en este periodo la industria hizo un esfuerzo mucho mayor en la generación de construcciones para usos mucho más rentables (comercio y servicios) que los de la vivienda.



2012



2016

Figura 5.2.3.53 Licenciamiento según UPZ 2012 y 2016
Fuente: Resumen del Diagnóstico General POT 2017 Versión 3.3

Desde el punto de vista del licenciamiento (Ver Licenciamiento según UPZ 2012 y 2016), se observa el interés del sector de la construcción de Bogotá por contar con mejores condiciones para su desempeño, marcado por la expedición del nuevo Reglamento Nacional para la Sismo resistencia del año 2010 (NSR10), y del Decreto Distrital 562 de 2014. Cada una de estas normas llevó a registrar licenciamientos sobre áreas superiores a los 7 millones de metros cuadrados entre 2010 y 2011, a pesar que las iniciaciones y terminaciones de obras fluctuaron en esos mismos años alrededor de los 5 millones de metros cuadrados. Dentro de este marco, el año 2013 fue excepcional, muchas de las licencias obtenidas dos o tres años atrás fueron concretadas (se registró un total de 9,19 millones de m^2), especialmente en la construcción de usos dotacionales (servicios), registrándose 4,12 millones de metros cuadrados construidos (más que los construidos en vivienda), los cuales fueron disminuyendo progresivamente en los años siguientes, especialmente en el año 2016 (a penas 49.321 m^2). El año 2014 fue el año de los usos comerciales, en este año se cuadruplicaron los metros cuadrados construidos con respecto al año anterior (4,05 millones de m^2) y casi se duplican los nuevos metros cuadrados construidos en vivienda (Alcaldía Mayor de Bogotá, 2017).

Del área de influencia indirecta, las localidades de Bosa, Puente Aranda, Antonio Nariño, Teusaquillo y Chapinero muestran un incremento significativo en áreas licenciadas, y resalta la localidad de Bosa donde la mayor cantidad de metros cuadrados corresponde a las UPZ El Porvenir y Tintal Sur, es decir, donde se proyecta la ubicación del patio taller del Metro, lo que indica que las áreas disponibles para desarrollo del 2013 se inclinaron hacia la urbanización.

Independientemente de las explicaciones económicas y políticas que originaron este comportamiento, los datos disponibles evidencian un incremento en la construcción de vivienda nueva, lo que permite afirmar que el crecimiento de la ciudad ha sido sostenido, no obstante podría ser inhibido por las decisiones que se tomen con respecto a los procesos de expansión y renovación urbana y a la disminución de áreas disponibles para construcción de los diferentes usos.

En la actualidad, según la información dispuesta por Catastro Distrital, Bogotá tiene 6.831.951 de nuevos metros cuadrados construidos (Lo equivalente a la localidad de Tunjuelito), de los cuales 2.374.402 corresponden al área demolida o depurada por englobe o desenglobe y 4.457.550 al área neta incorporada.

Del área nueva construida, las localidades del AII aportaron en suma el 32,4%, y entre ellas Bosa presentó el mayor crecimiento con un 7,6%, seguida por Kennedy con el 7,1%, Chapinero con un 4,8% y Puente Aranda con el 4,5%. En quinto lugar se encuentra la localidad de Teusaquillo con el 2,6%, seguida por Santa Fe con el 2,1%, Los Mártires con el 1,4%, Barrios Unidos con el 1,3% y Antonio Nariño con el 1,0%.

Este crecimiento es consecuencia directa de la disponibilidad de áreas urbanizables, y aunque ambas localidades se ubican en la actualidad 14.7 y 15,2 puntos porcentuales por debajo de la de Suba que fue la de mayor crecimiento en el Distrito, sí tuvieron entre 2008 y 2016 un crecimiento del 62% y 38% respectivamente en predios residenciales.

La información más reciente de la Unidad Administrativa Especial de Catastro Distrital (2015) respecto al número de predios residenciales se presenta en la Figura 5.2.3.54.

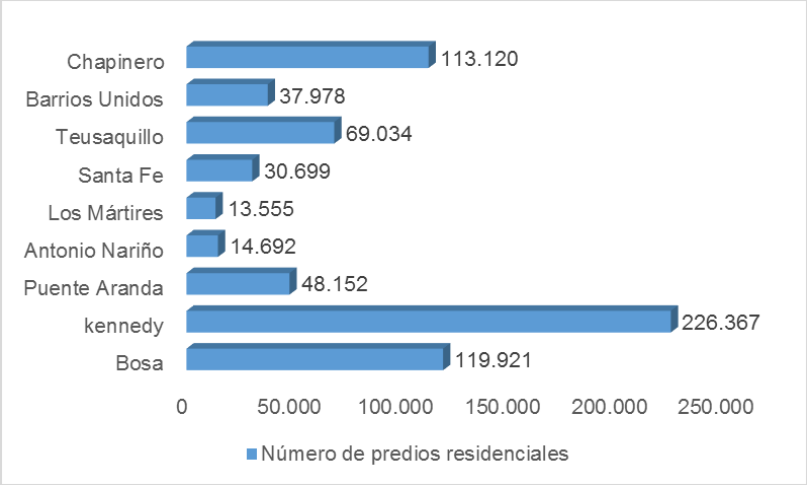


Figura 5.2.3.54 Número de predios residenciales por localidad.
Fuente: Procesado por CONSORCIO METRO BOG, 2017 con base en datos de la UAECD

La localidad de Kennedy sobresale ampliamente como la de mayor número de predios residenciales con más de 220.000, superando a la segunda, la localidad de Bosa, en casi un 88%. La localidad con menos predios residenciales es Los Mártires con 13.555. Si se comparan las localidades que componen la Primera Línea del Metro de Bogotá en su área de influencia indirecta por la proporción de predios residenciales al interior de las mismas, Bosa sería la de mayor proporción seguida de la de Kennedy; de hecho las dos localidades en mención ocupan la segundada y cuarta posición respectivamente dentro de la ciudad de Bogotá, como las localidades con mayor proporción de predios residenciales. La Figura 5.2.3.55 muestra la comparación respectiva.

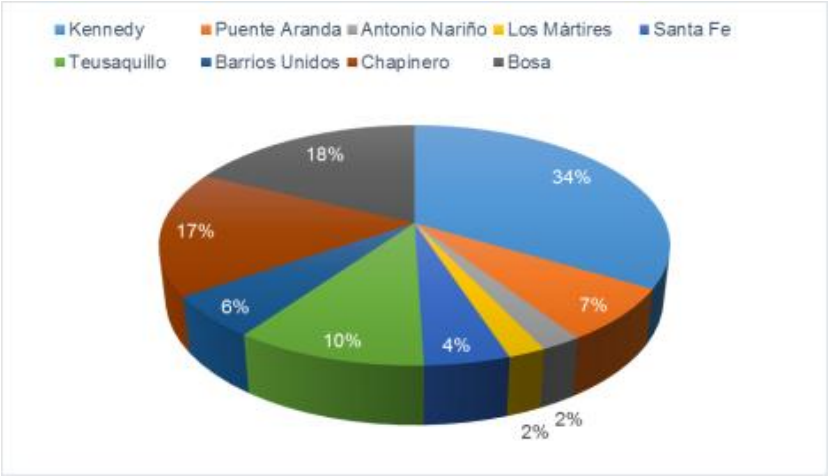


Figura 5.2.3.55 Proporción de predios residenciales por localidad en el AII
Fuente: Procesado por CONSORCIO METRO BOG, 2017 con base en datos de la UAECD

En cuanto a los predios comerciales, la localidad de Chapinero ocupó el primer lugar dentro del AII con más de 48.000 unidades, siendo también la primera en la ciudad de Bogotá para ese periodo.

Si se compara con Santa Fe que es la segunda localidad, Chapinero lo supera en casi un 100%. La localidad con menos predios comerciales fue Antonio Nariño con 6.029. Se realiza la comparación en participación en la Figura 5.2.3.56.

Figura 5.2.3.56 Número de predios comerciales por localidad en el AII
Fuente: Procesado por CONSORCIO METRO BOG, 2017 con base en datos de la UAECD

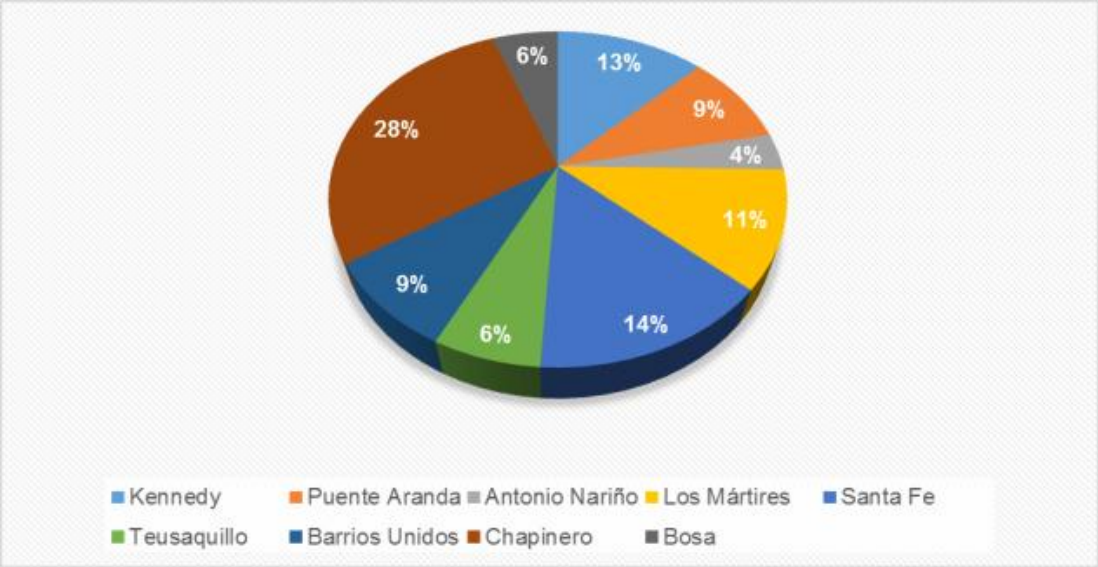


Figura 5.2.3.57 Proporción de predios comerciales por localidad del AII
Fuente: Procesado por CONSORCIO METRO BOG, 2017 con base en datos de la UAECD

Respecto a la distribución de predios comerciales el mayor porcentaje corresponde a los ubicados en corredor comercial, es decir, aquellos que se desarrollan predio a predio en grandes zonas del sector. En menor proporción se encuentran los que se ubican en el comercio puntual, entendidos como construcciones de uso comercial ubicadas fuera de corredores comerciales compatibles con el destino económico residencial, tales como: ventas de alimentos al detal para consumo diario, tiendas de bebidas rancho y licores (Unidad Administrativa Especial De Catastro Distrital, 2015). De acuerdo con estas definiciones sobre los predios comerciales, se pueden realizar

comparaciones sobre la proporción de este tipo de predios en cada localidad. La mayor proporción de predios comerciales ubicados en corredor comercial están en la localidad Santa Fe, mientras Chapinero ocupa el tercer lugar a pesar de tener el mayor número de predios en esta categoría en toda la ciudad.

La localidad de Puente Aranda es la que tiene mayor proporción de predios que desarrollan la actividad en construcciones compatibles con el destino económico residencial, y se observa en cambio, que la localidad de Santa Fe, que tenía la mayor proporción en corredores comerciales, en cuanto al comercio puntual obtiene la menor proporción entre las localidades. De igual forma la localidad de Chapinero presenta una baja proporción en este tipo de predios comerciales, aunque es claro que tiene, desde la estructura de la propiedad, una marcada participación comercial.

Como dato complementario, entre los años 2008 a 2016 la localidad de Antonio Nariño fue la de mayor incremento porcentual en área comercial con 93%, de los cuales el 85% corresponde a nuevos metros de centro comercial. Bosa tuvo un incremento del 58% de su área comercial, totalmente centrada en comercio de calle (Unidad Administrativa Especial de Catastro Distrital , 2016)

5.2.3.1.3.2 Mercado Laboral – Diagnóstico de oferta laboral

La información reportada corresponde al análisis cuantitativo y cualitativo de la condición de ocupación y empleo de la población del AII, cuyo propósito es estimar la oferta de mano de obra local. En Colombia, el mercado laboral se mide de acuerdo con los conceptos emitidos por el Departamento Administrativo Nacional de Estadística – DANE, y aunque existen unos indicadores principales, el surgimiento o más bien, la persistencia de otras formas atípicas de empleo, han promovido la inclusión de otros conceptos al análisis laboral, entre ellos el de informalidad.

5.2.3.1.3.2.1 Indicadores ocupación Formal

Se describen a continuación los principales:

- Población Total (PT): se estima por proyecciones con base en los resultados de los censos de población, las estadísticas vitales y de migración.
- Población en edad de trabajar (PET): Constituida por todas las personas de 12 años en adelante para las zonas urbanas y de 10 años en adelante en las zonas rurales. Se divide en población económicamente activa y económicamente inactiva.
- Población económicamente activa (PEA): también se llama fuerza laboral y son las personas en edad de trabajar, que trabajan o están buscando empleo. Esta población se divide en:
    a. Ocupado (O) que corresponde a la persona que durante el período de referencia: trabajó por lo menos una hora remunerada en la semana de referencia; no trabajó la semana de referencia pero tenía un trabajo, y que sea trabajador familiar sin remuneración y trabajó en la semana de referencia por lo menos 1 hora.
    b. Desocupado (D) que corresponde a la persona que en la semana de referencia se encontraba en una de las siguientes situaciones:
        i) Desempleo abierto (DA): Sin empleo en la semana de referencia. Hicieron diligencias en el último mes. Disponibilidad.

ii) Desempleo oculto (DO): Sin empleo en la semana de referencia. No hicieron diligencias en el último mes, pero sí en los últimos 12 meses y tienen una razón válida de desaliento. Disponibilidad.

- Población Económicamente Inactiva (PEI): comprende a todas las personas en edad de trabajar (10 años y más), que en la semana de referencia no participaron en la producción de bienes y servicios porque no necesitan, no pueden o no están interesadas en tener actividad remunerada. A este grupo pertenecen las personas que son exclusivamente: Estudiantes, amas de casa, pensionados, jubilados, rentistas, incapacitado permanente para trabajar, personas que no les llama la atención o creen que no vale la pena trabajar y otros incluidos dentro de la Población en Edad de Trabajar (PET).
- Subempleo y Condiciones de Empleo Inadecuado: El subempleo subjetivo se refiere al simple deseo manifestado por el trabajador de mejorar sus ingresos, el número de horas trabajadas o tener una labor más propia de sus competencias personales. El subempleo objetivo comprende a quienes tienen el deseo, pero además han hecho una gestión para materializar su aspiración y están en disposición de efectuar el cambio.
    a. Subempleo por insuficiencia de horas: Ocupados que desean trabajar más horas ya sea en su empleo principal o secundario y tienen una jornada inferior a 48 horas semanales.
    b. Condiciones de empleo inadecuado:
        i) Por competencias: puede incluir a todas las personas que trabajan y que, durante el período de referencia, desean o buscan cambiar sustitución de empleo actual para utilizar mejor sus competencias profesionales y están disponibles para ello.
        ii) Por ingresos: puede incluir todas las personas ocupadas que, durante el período de referencia, deseaban o buscaban cambiar su situación actual de empleo, con objeto de mejorar sus ingresos limitados.

La información más reciente, desagregada por localidad, corresponde a la dispuesta en la Encuesta Multipropósito de Bogotá 2014 (Ver Tabla 5.2.3.17).

Tabla 5.2.3.17 Indicadores del Mercado Laboral del AII

Localidad	Ocupados	Desocupados	Inactivos	PET	PEA	TD	TO	TGP
Bosa	290.455	28.326	168.435	487.216	318.781	8,89	59,62	65,4
Kennedy	507.587	39.360	309.199	856.146	546.947	7,2	59,29	63,9
Puente Aranda	123.119	9.114	89.902	222.135	132.233	6,89	55,43	59,5
Antonio Nariño	52.755	3.697	34.330	90.782	56.452	6,55	58,11	62,2
Los Mártires	50.437	3.074	31.073	84.584	53.511	5,74	59,63	63,3
Santa Fe	52.457	3.856	34.330	85.938	56.313	6,85	61,04	65,5
Teusaquillo	79.459	3.158	89.902	136.673	82.617	3,82	58,14	60,5
Barrios Unidos	122.483	5.615	81.267	209.365	128.098	4,38	58,5	61,2
Chapinero	79.395	3.450	41.778	124.263	82.845	4,16	63,71	66,5
Total	1.358.147	99.650	880.216	2.297.102	1.457.797	6,1	59,3	63,1

Fuente: Procesado por CONSORCIO METRO BOG, 2017, con base en Encuesta Multipropósito Bogotá 2014 – Departamento Administrativo Nacional de Estadística (DANE)

Con la información contenida en la Tabla 5.2.3.17 Indicadores del Mercado Laboral del AII, se puede establecer que el promedio de la TD para las localidades, fue del 6,1% en promedio, mostrándose un poco por debajo de la Bogotá que fue en el 2014 de 8,7%; de la misma manera la TGP promedio de las localidades, es de 63,1%.

Kennedy y Bosa concentran casi el 60% de la PEA del total de las localidades y a su vez son las que registran las mayores TD; Bosa con 8,89% y Kennedy con 7,2%. Las tasas más bajas de desempleo se observan en las localidades de Teusaquillo, Barrios Unidos y Chapinero respectivamente.

De acuerdo con el Boletín Mercado Laboral No. 79 del Observatorio de Desarrollo Económico, para el trimestre noviembre 2016 enero 2017, la tasa de desempleo en la ciudad de Bogotá fue de 10,6% mientras la nacional fue de 9.3%. En ese mismo trimestre la tasa de ocupación para Bogotá fue de 63%, disminuyendo un punto porcentual frente al mismo trimestre el año anterior (noviembre 2015 enero 2016). Asimismo, la tasa global de participación presentó una reducción al pasar de 71,4% 70,4%, considerando que se presentó un crecimiento de la población económicamente activa de 0,2%.

Según los datos de la Gran Encuesta Integrada de Hogares -GEIH- Mercado Laboral (DANE 2017), en el primer trimestre del 2017, Bogotá presentó una disminución de la ocupación, especialmente en la actividad comercial, a pesar de esto, la capital presenta una de las tasas de desempleo más bajas del país, aunque subsiste el problema de calidad de los empleos, ya que según los datos, el 45% de los ocupados de la ciudad trabajan en la informalidad. Para el trimestre móvil febrero-abril 2017, los principales indicadores del mercado laboral para Bogotá presentan una tasa de desempleo de 10,7% y una tasa global de participación de 69,6%, disminuyendo dos puntos porcentuales respecto al trimestre móvil noviembre 2016-enero 2017.

Si bien la última información obtenida corresponde a la totalidad de la ciudad de Bogotá y no es específica para las localidades, en la Tabla 5.2.3.18, se presentan algunos datos del mercado laboral para las nueve localidades que hacen parte de este estudio proyectados para el 2017, según las proyecciones de población por localidades para Bogotá 2016-2020 (Bogotá ciudad de estadísticas boletín 69).

Tabla 5.2.3.18 Datos del mercado laboral por Localidad Primera Línea del Metro proyección 2017

Localidad	2017 (Proyección)		
	Población	PET	PEA
Kennedy	1.208.980	81,4%	684.940
Puente Aranda	221.906	85,3%	131.743
Antonio Nariño	109.254	82,8%	62.962
Los Mártires	93.716	84,8%	55.312
Santa Fe	95.201	82,3%	54.532
Teusaquillo	140.473	89,7%	87.699
Barrios Unidos	267.106	87,4%	162.482
Bosa	731.047	78,8%	400.941
Chapinero	126.591	89,6%	78.944

Fuente: CONSORCIO METRO BOG, 2017

La PEA de cada localidad en el año 2017, se calcula con la población en edad de trabajar, según la proyección del citado documento proyecciones de población por localidades para Bogotá 2016-2020, aplicando la tasa global de participación del trimestre móvil febrero-abril de 2017 que se sitúa en 69,6% para Bogotá, bajo el supuesto que es el mismo para todas las localidades. Dado el tamaño de la población, Kennedy y Bosa ocupan el 63% de la población económicamente activa proyectada al 2017. Según la proyección, la localidad de Santafé sería la de menor población económicamente activa. Se puede determinar la variación de la PEA por localidad a partir de los datos del año 2014 consignados en la Figura 5.2.3.58 y poder establecer análisis comparativos. La Figura 5.2.3.58 muestra la variación porcentual de la PEA del 2014 respecto a la proyección 2017.

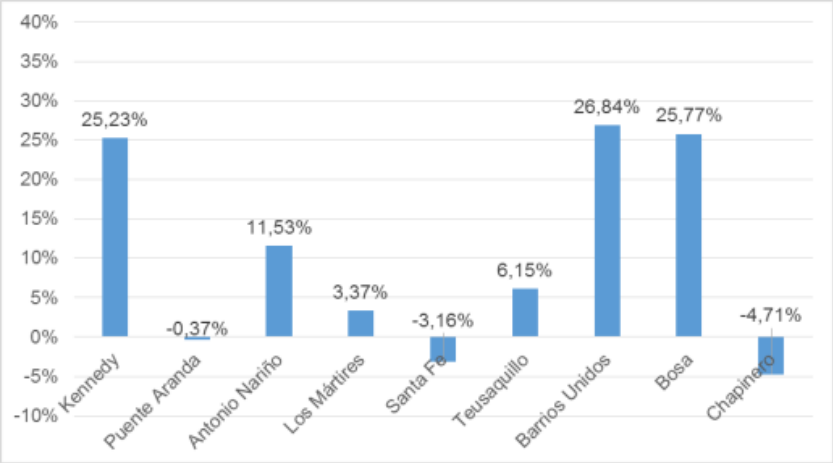


Figura 5.2.3.58 Variación porcentual crecimiento PEA 2014-2017

Fuente: CONSORCIO METRO BOG, 2017

Presentando un crecimiento de casi el 27% respecto al año 2014, la localidad de Barrios Unidos es la localidad que presentaría mayor crecimiento en su PEA, seguida de la localidad de Bosa. La localidad de Chapinero presenta una disminución de su PEA representada en una variación del 4.71 % del 2014 al 2017, debido principalmente a una disminución de su población por factores como el aumento del índice de envejecimiento y a procesos de inmigración de la población estudiantil. Todo lo anterior asumiendo que la tasa global de participación es la misma para todas las localidades de Bogotá y que se comporta de acuerdo con los datos más recientes del trimestre febrero-abril 2017.

Para complementar el análisis se presenta a continuación la variación de la PET para las localidades del 2014 respecto a la proyección 2017 (Ver Figura 5.2.3.59). Se observa que varias localidades presentan una disminución de su población en edad de trabajar según la proyección al 2017; de hecho solo las localidades de Bosa, Kennedy y Barrios Unidos son las únicas que presentan un crecimiento de la PET, las de mayor crecimiento respecto a la población económicamente activa.

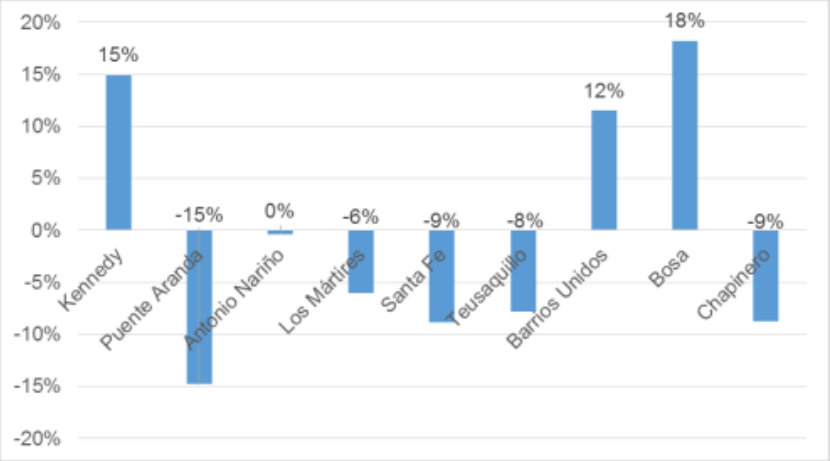


Figura 5.2.3.59 Variación porcentual crecimiento PET 2014-2017.
Fuente: CONSORCIO METRO BOG, 2017

5.2.3.1.3.2.2 Indicadores Ocupación Informal

El concepto de informalidad adoptado por el DANE se remite a la resolución 15a CIET de la OIT de 1993 y a algunas recomendaciones de expertos de las Naciones Unidas. En términos de ocupación, se identifica como Ocupado Informal (OI) a las personas que durante el período de referencia se encontraban en algunas de las siguientes situaciones:

- Los empleados particulares y los obreros que laboran en establecimientos, negocios o empresas que ocupen hasta cinco personas en todas sus agencias y sucursales, incluyendo al patrono y/o socio
- Los trabajadores familiares sin remuneración en empresas de cinco trabajadores o menos
- Los trabajadores sin remuneración en empresas o negocios de otros hogares;
- Los empleados domésticos en empresas de cinco trabajadores o menos
- Los jornaleros o peones en empresas de cinco trabajadores o menos
- Los trabajadores por cuenta propia que laboran en establecimientos hasta cinco personas, excepto los independientes profesionales
- Los patrones o empleadores en empresas de cinco trabajadores o menos
- Se excluyen los obreros o empleados del gobierno.

Por otra parte, se considera que la seguridad social constituye también una aproximación importante al grado de formalidad del empleo. Sin embargo, dentro de la amplitud del concepto, se podría afirmar que la referencia más cercana al panorama observado en el área de estudio es el que las identifica como el “Conjunto de unidades dedicadas a la producción de bienes o la prestación de servicios con la finalidad primordial de crear empleos y generar ingresos para las personas que participan en esa actividad. Estas unidades funcionan típicamente en pequeña escala, con una organización rudimentaria, en la que hay muy poca o ninguna distinción entre el trabajo y el capital como factores de producción. Las relaciones de empleo - en los casos en que existan - se basan más bien en el empleo ocasional, el parentesco o las relaciones personales y sociales, y no en acuerdos contractuales que supongan garantías formales”. (Organización Internacional del Trabajo, 1993).

En Bogotá, la reforma administrativa contenida en el Acuerdo No. 257 de 2006, que establece la estructura, organización y funcionamiento general de la Administración Distrital, transformó el Fondo de Ventas Populares FVP en el Instituto para la Economía Social - IPES -, establecimiento público del orden distrital, con personería jurídica, autonomía administrativa y patrimonio propio, adscrito a la Secretaría Distrital de Desarrollo Económico, encargado de desarrollar la política pública del comercio informal y la economía popular. El Artículo 79 del citado Acuerdo define las siguientes funciones del Instituto para la Economía Social IPES:

- Definir, diseñar y ejecutar programas, en concordancia con los planes de desarrollo y las políticas trazadas por el Gobierno Distrital, dirigidos a otorgar alternativas para los sectores de la economía informal a través de la formación de capital humano, el acceso al crédito, la inserción en los mercados de bienes y servicios y la reubicación de las actividades comerciales o de servicios.
- Gestionar la consecución de recursos con entidades públicas, empresas privadas, fundaciones u Organizaciones No Gubernamentales ONG- nacionales e internacionales para ampliar la capacidad de gestión de la entidad y fortalecer la ejecución de los programas y proyectos
- Adelantar operaciones de ordenamiento y de relocalización de actividades informales que se desarrollen en el espacio público.
- Administrar las plazas de mercado en coordinación con la política de abastecimiento de alimentos.
- Adelantar operaciones de construcción y adecuación de espacios análogos y conexos con el espacio público con miras a su aprovechamiento económico regulado.
- Ejecutar programas y proyectos para el apoyo a microempresas, famiempresas, empresas asociativas, e implementar el micro crédito, en los sectores de la economía popular.

El comercio informal en Bogotá no es una actividad de aparición reciente y sus primeras formas, que datan del siglo XVI, responden a la incapacidad de absorber bajo un proceso planificado y racional a toda la masa de migrantes provenientes de las zonas rurales como consecuencia del recrudecimiento de la violencia e incluso mucho antes del Bogotazo, lo que dio lugar entre otras dinámicas, a la aparición de las economías de subsistencia que siguen vigentes quizás por las mismas razones por las que se originaron.

De igual forma, pese a mantener ocupado un alto porcentaje de la población actual, sigue siendo una actividad estigmatizada por considerarse contraria a la noción de lo público y los intereses ciudadanos de las clases más altas. Nunca se ha pensado como la expresión de un hecho sociocultural, quizá el más importante de cuantos se reflejan en el espacio urbano de Bogotá, una actividad de inserción social espontánea practicada por desplazados, migrantes y sectores que experimentan la pobreza y los límites del desarrollo económico (Higuera, 2010).

Según el Boletín Técnico Medición de Empleo Informal y Seguridad Social, para mayo de 2017 el 41,7% de la población de la ciudad se encontraba en condición de ocupación informal, y corresponde a la más baja respecto a las 23 ciudades y áreas metropolitanas de referencia. En cuanto a la afiliación en salud se reportó que para las 23 ciudades metropolitanas, el 93,4% de la población se encontraba afiliada a algún régimen del SGSSS, sin embargo, tan sólo el 58,2% como cotizante; y apenas el 50,2% se encontraba afiliado a un fondo de pensiones.

Dado que son indicadores de reciente inclusión y sólo se indaga superficialmente en encuestas de hogares, se propone aplicar dichos porcentajes a la población proyectada para 2017 con el propósito de generar un aproximado de población dedicada a actividades informales en cada localidad del AII (Ver Tabla 5.2.3.19).

Existen en el AII aproximadamente 1.248.612 personas dedicadas al comercio informal de bienes o servicios, la localidad de Kennedy presenta entonces los valores más altos de ocupados informales, seguida por Bosa y Barrios Unidos, dicho comportamiento corresponde a la información presentada anteriormente donde Bosa y Kennedy han tenido los mayores crecimientos en comercio de calle.

Tabla 5.2.3.19 Indicadores de Informalidad y Seguridad social AII

Localidad	2017 (Proyección)			
	Población	Ocupados informales*	Afiliación al SGSSS (Cotizante)**	Sistema de Pensiones**
Kennedy	1.208.980	504.145	703.626	606.908
Puente Aranda	221.906	92.535	129.149	111.397
Antonio Nariño	109.254	45.559	63.586	54.846
Los Mártires	93.716	39.080	54.543	47.045
Santa Fe	95.201	39.699	55.407	47.791
Teusaquillo	140.473	58.577	81.755	70.517
Barrios Unidos	267.106	111.383	155.456	134.087
Bosa	731.047	304.847	425.469	366.986
Chapinero	126.591	52.788	73.676	63.549
Total	2.994.274	1.248.612	1.742.667	1.503.126
*Con base en proporción Bogotá D.C **Con base en proporción Nacional				

Fuente: Procesado por CONSORCIO METRO BOG, 2017 con base en Boletín DANE

Respecto a las ramas de actividad de la ocupación informal, se tomó como base la proporción general para las 13 ciudades y áreas metropolitanas y se aplicó a los ocupados informales de cada localidad del AII. De acuerdo con esta información predomina la ocupación en el comercio, hoteles y restaurantes con un 41,4%, seguida por los servicios sociales, comunales y personales con un 175, la industria manufacturera con un 11,9% y el transporte, almacenamiento y comunicaciones equivalen al 11,3%. En quinto lugar se encuentra la ocupación en las actividades inmobiliarias con un 8,5% seguida por la ocupación en el sector de la construcción con un 8,3%, posteriormente se encuentran las actividades del sector agropecuario con un 1,0% aunque estas son bastante reducidas en la zona urbana. Por último se encuentra la intermediación financiera, el suministro de electricidad, gas y agua y la minería con un 0,04%.

Para efectos del proyecto es importante tener en cuenta la población informal que se dedica a la construcción y corresponde a 103.523 personas aproximadamente.

Tabla 5.2.3.20 Ramas de actividad de los ocupados informales del AII.

Ramas de actividad	Kennedy	Puente Aranda	Antonio Nariño	Los Mártires	Santa Fe	Teusaquillo	Barrios Unidos	Bosa	Chapinero	Total
Ocupados Informales	504.145	92.535	45.559	39.080	39.699	58.577	111.383	304.847	52.788	1.248.612
No informa	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Ramas de actividad	Kennedy	Puente Aranda	Antonio Nariño	Los Mártires	Santa Fe	Teusaquillo	Barrios Unidos	Bosa	Chapinero	Total
Agricultura, pesca, ganadería, caza y silvicultura	5.243	962	474	406	413	609	1.158	3.171	549	12.986
Explotación de minas y canteras	205	38	19	16	16	24	45	124	21	507
Industria Manufacturera	59.772	10.971	5.402	4.633	4.707	6.945	13.206	36.143	6.259	148.038
Suministro de electricidad, gas y agua	221	41	20	17	17	26	49	134	23	547
Construcción	41.799	7.672	3.777	3.240	3.291	4.857	9.235	25.275	4.377	103.523
Comercio, hoteles y restaurantes	208.900	38.343	18.878	16.193	16.450	24.272	46.153	126.318	21.874	517.382
Transporte, almacenamiento y comunicaciones	56.779	10.422	5.131	4.401	4.471	6.597	12.544	34.333	5.945	140.624
Intermediación financiera	2.678	492	242	208	211	311	592	1.619	280	6.632
Actividades inmobiliarias, empresariales y de alquiler	42.673	7.832	3.856	3.308	3.360	4.958	9.428	25.803	4.468	105.687
Servicios comunales, sociales y personales	85.882	15.763	7.761	6.657	6.763	9.979	18.974	51.931	8.993	212.703

Fuente: Consorcio Metro BOG 2017 con base en Anexo Informalidad DANE

5.2.3.1.3.3 Valor del suelo

Con relación al valor del avalúo catastral en el AII, se observa que la localidad de Antonio Nariño presentó un crecimiento positivo del 11,8% entre los años 2015 y 2016 y es la primera en el AII aun cuando fue la localidad de menor crecimiento en predios residenciales; aunque la localidad de Barrios Unidos se encuentra en segundo lugar por apenas 0,1 puntos porcentuales (11,7%). La localidad de Bosa se encuentra en tercer lugar con un incremento del 10,9% seguida por Chapinero con un 10,3%. Posteriormente se encuentran Kennedy (9,3%), Los Mártires (8,7%) y Puente Aranda (8,3%). La localidad donde se valorizó menos el suelo fue en Teusaquillo con apenas un 5,7%, es decir, 6.1 puntos porcentuales por debajo de localidad Antonio Nariño.

Por otra parte, aunque Kennedy y Bosa presentaron el mayor incremento de predios de uso residencial, se encuentran dos y cuatro puestos por debajo de la localidad de Antonio Nariño, es probable que la mayoría de los predios nuevos estén ubicados en zonas de estrato bajo y por eso la valorización es poco representativa.

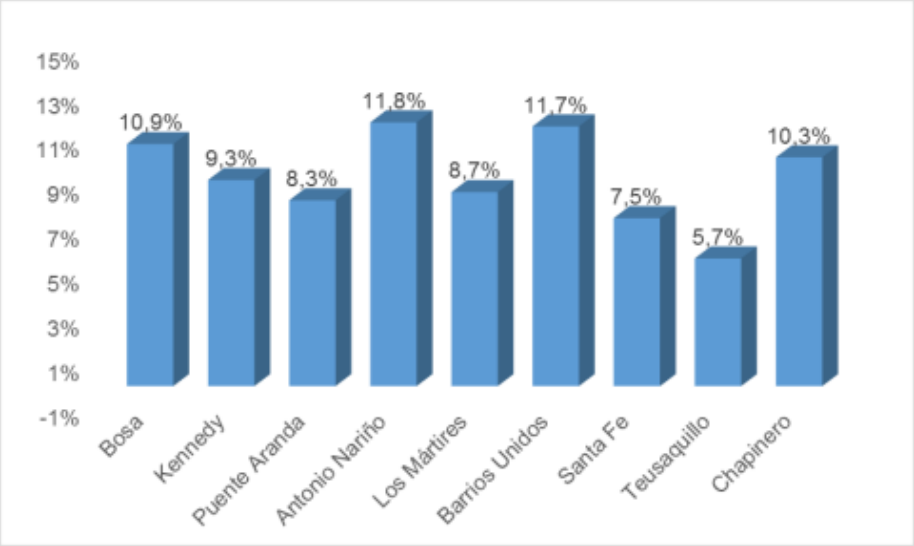
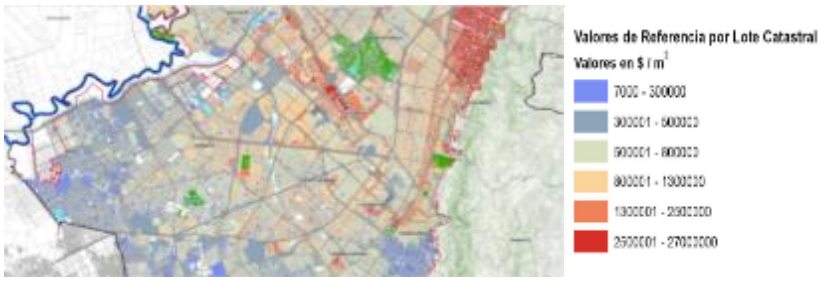


Figura 5.2.3.60 Variación del avalúo catastral 2015 – 2016 en las localidades del AII
Fuente: Procesado por CONSORCIO METRO BOG, 2017 con base en datos de la UAECD

Con esta revisión se puede constatar que se mantiene la tendencia de localización de los precios más altos del suelo alrededor de las áreas de producción de la ciudad y de las zonas de vivienda de los segmentos más ricos de la población; y que se han desbordado los precios de los lotes catastrales de los segmentos altos. Según el mapa de los precios de suelo de Santa Fe de Bogotá del año 2010 (UAECD), el rango más alto se encontró entre los 500 mil y 1 millón de pesos; mientras que, según los rangos de los valores catastrales de referencia de la UAECD del año 2017, los precios más altos oscilaban ya entre 2,5 millones y 26,9 millones de pesos. Estos incrementos se explican en parte debido a que cada vez es más escaso el suelo disponible para la urbanización, y a que las recientes actualizaciones catastrales de precios de referencia se han ajustado a los precios comerciales (siguiendo la tendencia especulativa), generando incrementos en los ingresos prediales con el fin de contar con mayores recursos para la inversión pública (Alcaldía Mayor de Bogotá, 2017).



2013

2015

2017

Figura 5.2.3.61 Valor de referencia del precio del suelo AII 2013 - 2017

Fuente: Resumen del Diagnóstico General POT 2017 Versión 3.3

Respecto a la variación del avalúo catastral por estrato, la UAECD señala que los de mayor variación fueron los de estrato Medio – alto (5) con un 10,9%, seguido por los de estrato Medio (4) con un 8,3% y los de estrato Alto (6) con un 8,8%, información que se corrobora en la Figura 5.2.3.61 donde las localidades que concentran viviendas de estrato bajo a pesar de haberse valorizado no superan precios por metro cuadrado de $1.300.000 (2011); mientras que en las localidades donde se concentran las viviendas de estratos más altos alcanzan valores de hasta $26.900.000 por metro cuadrado.

Al analizar la distribución espacial del canon de arrendamiento de las viviendas en las localidades del AII, con base en información del Observatorio Dinámicas del Territorio (SDP), se puede afirmar que hay zonas donde se concentran altos valores de alquiler y otras donde se concentran bajos valores de alquiler. Estas concentraciones revelan que sí se está ubicado en una zona con un alto canon de arriendo, es muy probable que el valor del arriendo del vecino sea igualmente alto, igual situación se observa en zonas de bajos valores de alquiler. La Figura 5.2.3.62 muestra las manchas de calor o Hot Spot de la distribución del canon de arrendamiento, donde el color azul oscuro representa las manzanas donde el valor de una vivienda en alquiler no supera los 230 mil pesos, el azul claro representa las manzanas donde el valor oscila entre 230 y 300 mil pesos, el color verde claro representa las manzanas con valores que oscilan entre 300 y 450 mil pesos, el color amarillo representa las manzanas con valores que oscilan entre 450 y 700 mil pesos, y el color rojo representan las manzanas con valores de alquiler que superan los 700 mil pesos.

De esta forma, los valores más altos se concentran en Barrios Unidos, Teusaquillo, Chapinero; los valores más bajos en Bosa, Antonio Nariño, Los Mártires, Santa Fe; y Kennedy y Puente Aranda se encuentran en un punto medio.

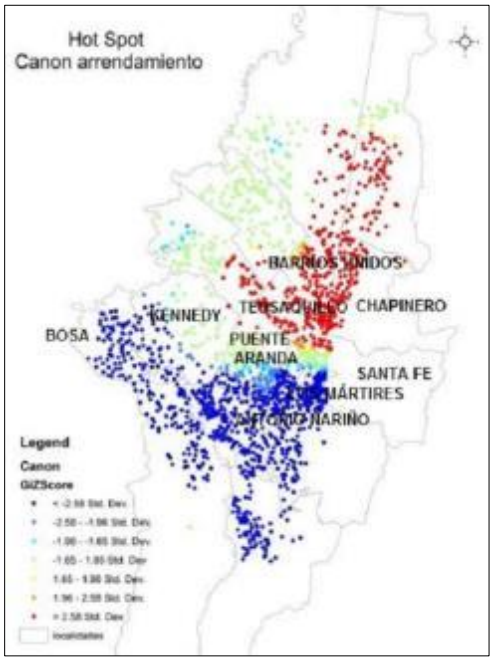


Figura 5.2.3.62 Canon de arrendamiento en las localidades del AII
Fuente: Observatorio Dinámicas del Territorio SDP 2014

Del estudio se concluyó que las variables que determinan los valores de arriendo difieren según el segmento de población analizado. Se identificó que para los hogares de bajos ingresos, factores como la inseguridad, el mal manejo de basuras y los malos olores, si bien son importantes al momento de elegir vivienda, tienen una menor importancia frente a aspectos como que las viviendas estén ubicadas en zonas de amenaza o en barrios de origen ilegal. Se encontró además que se privilegia la cercanía de las viviendas a estaciones de TransMilenio, parques y zonas verdes, frente a factores como vivir cerca al trabajo o a establecimientos financieros. Estos resultados reflejan que los hogares arrendatarios de bajos ingresos son familias con hijos que pagan bajos valores de alquiler y disfrutan de contar con zonas de recreación a sus alrededores.

A diferencia de los resultados observados para los hogares menos favorecidos, los hogares de altos ingresos valoran vivir cerca al sitio de empleo, tener a sus alrededores establecimientos financieros, vivir en zonas seguras, sin problemas de malos olores y mal manejo de basuras. No valoran la cercanía a estaciones de TransMilenio, parques o zonas verdes. Es probable que un comportamiento similar se presentara con la operación del Metro, donde los valores del suelo y de los cánones de arrendamiento se eleven o disminuyan por su localización respecto al viaducto y las estaciones.

5.2.3.1.3.4 Procesos productivos y Polos de Desarrollo

En este segmento se analizará la estructura de las relaciones comerciales y de las dinámicas económicas que tienen lugar en los sectores secundario o industrial y terciario o de servicios; en los niveles región, ciudad, localidad e incluso, otros más específicos dependiendo de la información disponible.

5.2.3.1.3.4.1 Procesos productivos y tecnológicos

La región Bogotá-Cundinamarca es la economía más importante del país por el tamaño del mercado, la diversificación productiva y la base empresarial. La región genera el 30% del PIB, la mayoría de la obtención de las actividades productivas y el número de empresas representa el 29% de las del país, es considerada como una de las cinco ciudades más atractivas para los negocios.

La región tiene una población de 10,7 millones de habitantes, el 22% de la población nacional. En Bogotá viven cerca de 8 millones y en Cundinamarca 2,7 millones de habitantes (DANE, 2010). Igualmente, Bogotá cuenta con el mayor mercado de trabajo del país, con cerca de 4,2 millones de empleados y una tasa de ocupación del 64% (DANE, 2016c). En Bogotá se localizan 382.000 empresas, el 29% de las empresas de Colombia y es la principal plataforma empresarial del país. La mayoría de las empresas de la región se localizan en Bogotá. Es también la segunda región más exportadora de Colombia, con ventas de US$ 3.475 millones en exportaciones (Cámara de Comercio de Bogotá, 2017).

Referente a las localidades que componen el AII, de acuerdo con el registro mercantil de la Cámara de Comercio de Bogotá, se pudo clasificar el número de empresas activas por unidad administrativa con corte a 31 de mayo de 2017. La Tabla 5.2.3.21 muestra el número de empresas existentes (es decir que se encuentran activas y con matricula mercantil renovada) en el AII.

Tabla 5.2.3.21 Empresas con matriculada renovada por localidad corte 31 de mayo 2017

Localidad	Número de empresas	Participación AII
Kennedy	70.951	21%
Puente Aranda	35.608	10%
Antonio Nariño	14.878	4%
Los Mártires	27.149	8%
Santa Fe	27.191	8%
Teusaquillo	31.192	9%
Barrios Unidos	35.894	11%
Bosa	27.841	8%
Chapinero	69.612	20%

Fuente: (Cámara de Comercio de Bogotá, 2017)

Según el ART. 25 del Código de Comercio, se entiende por empresa toda actividad económica organizada para la producción, transformación, circulación, administración o custodia de bienes, o para la prestación de servicios. Las localidades con mayor número de empresas registradas a mayo 31 de 2017 son Kennedy, Chapinero, Barrios Unidos y Puente Aranda representando el 62% de las empresas ubicadas en el área de influencia indirecta de la Primera Línea del Metro de Bogotá. Las localidades con menor número de empresas existentes son Bosa y Antonio Nariño.

Si se analiza la dinámica empresarial, por ejemplo comparando el crecimiento de empresas existentes con corte al 31 de mayo de 2017 respecto al año 2012, se puede establecer cuáles localidades han crecido más en los últimos cinco años. La Figura 5.2.3.63 muestra la variación porcentual del número de empresas existentes por localidad.

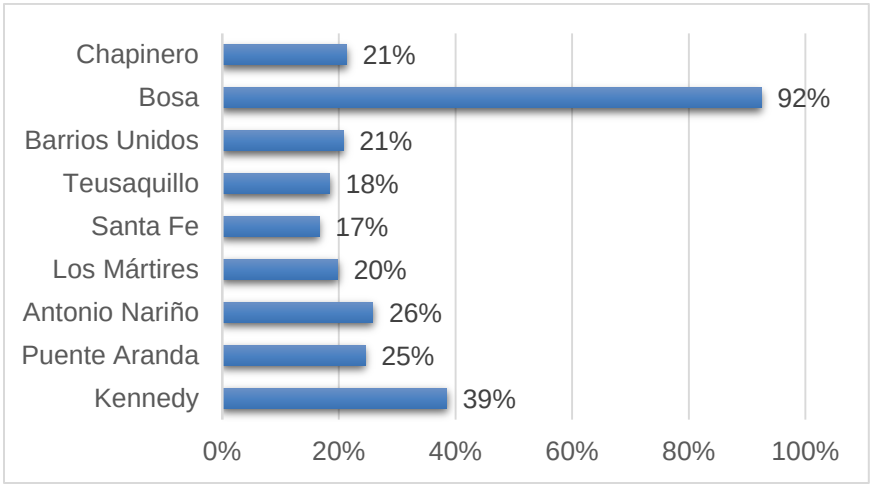


Figura 5.2.3.63 Variación porcentual creación de empresas por localidad 2012 al 2017.
Fuente: CONSORCIO METRO BOG, 2017

Aunque la localidad de Bosa a 31 de mayo de 2017 es la segunda con menos empresas existentes, en los últimos cinco años es la de mayor crecimiento en cuanto a la creación de empresas formales de todas las localidades del área de influencia indirecta con un muy significativo 92% de variación respecto al 2012. También se destaca la localidad de Kennedy con casi un 40% de crecimiento en la creación de empresas respecto a los últimos cinco años.

Por actividad económica, de acuerdo con el registro mercantil de la Cámara de Comercio de Bogotá, con corte a 31 de mayo de 2017, las principales actividades de las empresas con matricula activa en toda la ciudad pertenecen al comercio, servicios profesionales e industria respectivamente, acumulando entre las tres el 57%. El sector servicios profesionales incluye administración pública, salud, educación, recreación y cultura.

La Figura 5.2.3.63 presenta la participación porcentual en cada localidad de las empresas con actividad económica destinada al sector comercio.

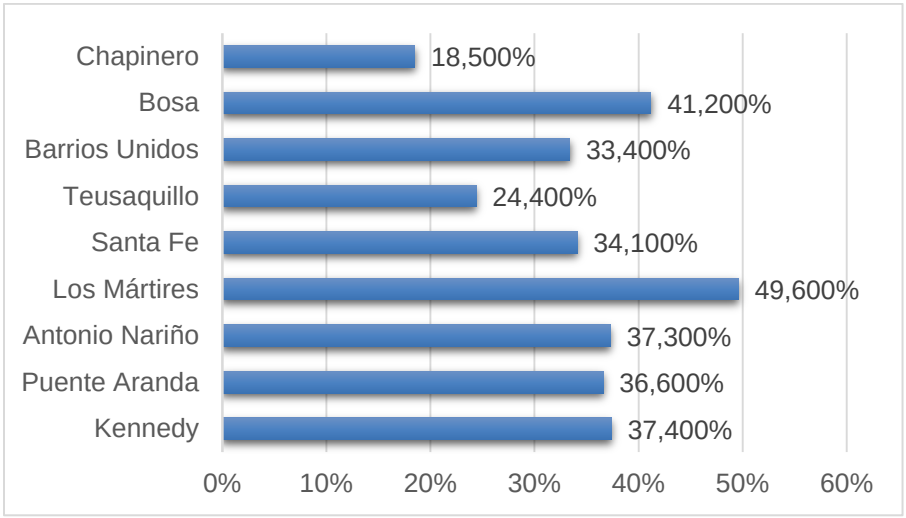


Figura 5.2.3.64 Participación porcentual empresas sector comercio por localidad.
Fuente: (Cámara de Comercio de Bogotá, 2017)

La localidad de Los Mártires tiene la mayor proporción dentro de las empresas existentes destinadas al sector comercio, seguida por la localidad de Bosa, y se observa que Chapinero tiene una baja proporción dentro de sus empresas destinadas a este sector. Si se tiene en cuenta el número de empresas en el sector comercio, éstas se concentran principalmente en Kennedy, Los Mártires y Puente Aranda. La Figura 5.2.3.65 muestra el número de empresas del sector comercial por localidad.

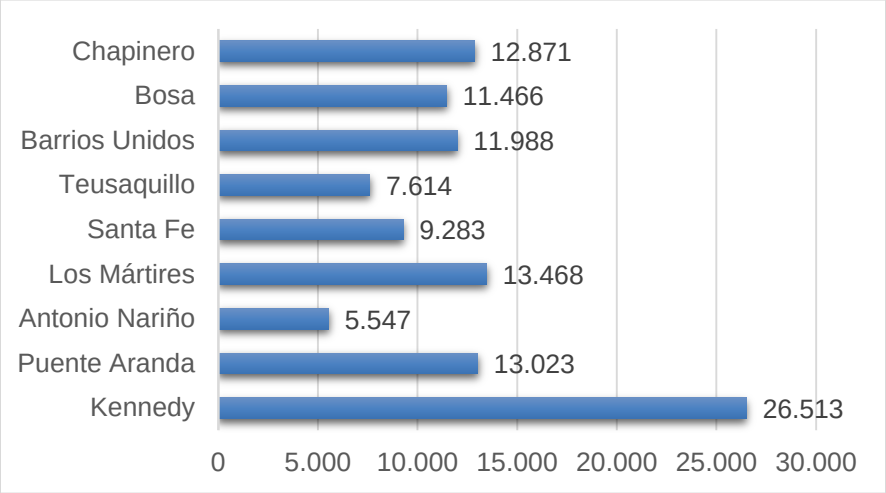


Figura 5.2.3.65 Número de empresas sector comercio por localidad.
Fuente: (Cámara de Comercio de Bogotá, 2017)

Respecto a la industria como actividad económica, la Figura 5.2.3.66 muestra la participación de cada localidad de acuerdo con el número de empresas dedicada a esta actividad dentro del área de influencia indirecta de la Primera Línea del Metro.

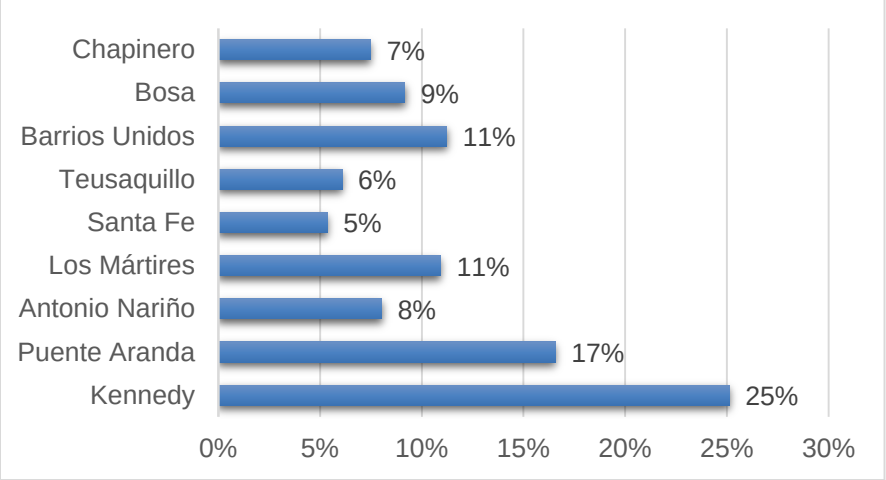


Figura 5.2.3.66 Participación de empresas sector industrial por localidad.
Fuente: (Cámara de Comercio de Bogotá, 2017)

El 64% de las empresas dedicadas a la industria se concentran en cuatro localidades; Kennedy, Puente Aranda, Los Mártires y Barrios unidos, siendo el mayor número ubicado en Kennedy. Las localidades de Teusaquillo y Santa Fe presentan el menor número de empresas con actividad industrial.

De acuerdo con el tamaño de las empresas, la Tabla 5.2.3.22 muestra la clasificación por localidad a mayo 31 de 2017.

Tabla 5.2.3.22 Tamaño de las empresas por localidad

Localidad	Gran Empresa	Mediana	Micro	Pequeña
Kennedy	90	179	69.624	1.058
Puente Aranda	133	291	34.037	1.147
Antonio Nariño	14	36	14.258	300
Los Mártires	36	99	26.327	687
Santa Fe	79	134	26.360	618
Teusaquillo	99	197	29.953	943
Barrios Unidos	176	328	34.062	1.328
Bosa	29	30	27.572	210
Chapinero	430	773	65.367	3.042

Fuente: (Cámara de Comercio de Bogotá, 2017)

El 96%de las empresas del AII son microempresas, entendidas como aquellas donde la planta de personal no es superior a los 10 trabajadores o los activos totales, excluida la vivienda, suman un valor inferior a 500 S.M.M.L.V. (Ley 905 de 2004, Ley de Pymes). El 62% de las microempresas registradas están concentradas en Kennedy y Chapinero principalmente. Chapinero respecto a sus microempresas, tiene alta participación en la actividad inmobiliaria empresarial y de alquiler, con empresas que manejan el mercado inmobiliario de Bogotá y presentan servicios especializados de asesorías empresariales de carácter distrital y con microempresas comerciales, dedicadas principalmente a la distribución de muebles, equipos de cómputo, productos de oficina, productos diversos para el hogar, la industria y productos farmacéuticos y medicinales, entre otros.

La gran empresa tiene un porcentaje muy bajo (0,3%) dentro de las empresas existentes, la mayoría ubicadas en Chapinero (40%), seguida por Barrios Unidos (16%) y Puente Aranda (12%).

En cuanto a establecimientos comerciales, definidos por el Código de Comercio como el “Conjunto de bienes organizados por el empresario para realizar los fines de la empresa”, se detalla a continuación la proporción por localidad a Mayo de 2017. (Figura 5.2.3.67)

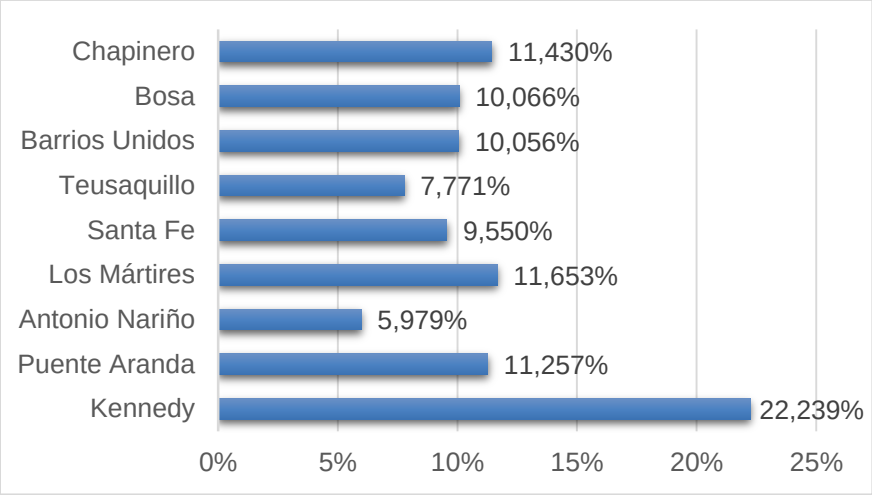


Figura 5.2.3.67 Porcentaje de establecimientos comerciales por localidad.
Fuente: (Cámara de Comercio de Bogotá, 2017)

El número de establecimientos comerciales con matricula activa en las localidades que componen el área de influencia indirecta corresponde a 229.685, concentrados principalmente en la localidad de Kennedy (22,24%), Los Mártires (11,65%), Chapinero (11,43%) y Puente Aranda (11,26%).

De acuerdo con la actividad económica, las principales actividades que desarrollan los establecimientos estarían alrededor del sector comercio (aproximadamente un 40%), seguido de alojamiento y alimentación (un 14%) y los dedicados a la industria (12%). Se muestra a continuación el porcentaje de establecimientos dedicados al comercio por localidad, en la Figura 5.2.3.68.

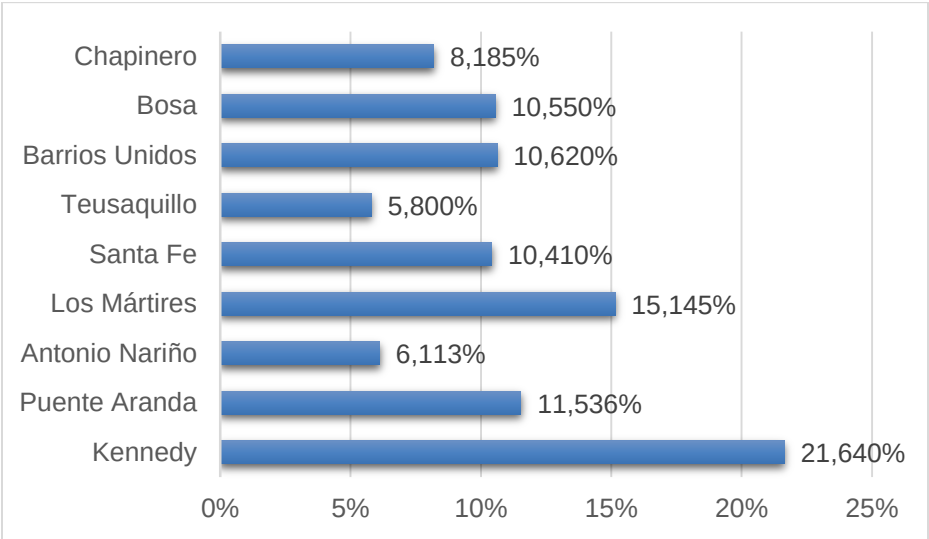


Figura 5.2.3.68 Porcentaje de establecimientos sector comercio por localidad.
Fuente: (Cámara de Comercio de Bogotá, 2017)

Casi el 50% de los establecimientos dedicados al sector comercio se ubican en tres localidades: Kennedy 21,64%, Los Mártires 15,14% y Puente Aranda 11,54%. La menor cantidad se encuentran en las localidades de Antonio Nariño y Teusaquillo.

En la medida que la segunda actividad más representativa de los establecimientos de comercio es el sector alojamiento, la Figura 5.2.3.69muestra la distribución porcentual por localidad.

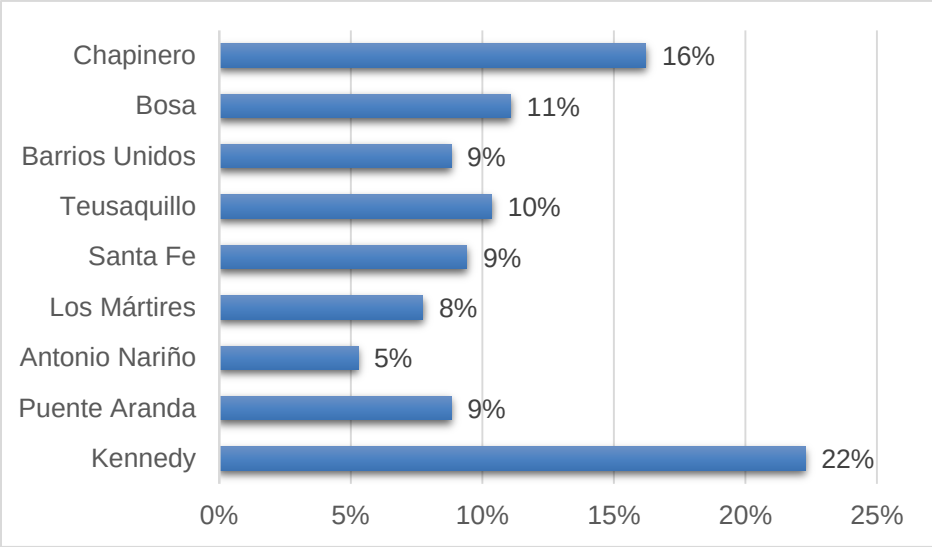


Figura 5.2.3.69 Porcentaje de establecimientos sector alojamiento por localidad.
Fuente: (Cámara de Comercio de Bogotá, 2017)

Casi el 50% de los establecimientos dedicados al alojamiento se ubican en tres localidades, siendo la mayor Kennedy con un número de 7.328 alojamientos (22%), Chapinero con 5.335 (16%) y Bosa con 3.646 (11%). La localidad Antonio Nariño presenta la menor proporción con solo un 5%.

Los anteriores datos corresponden al número de empresas y establecimientos inscritos en Cámara de Comercio con matricula renovada, corte 31 de mayo de 2017. Como un dato complementario, según datos de la Base de Registro Mercantil de la CCB, en lo transcurrido del periodo enero-marzo de 2017 se han matriculado 1.211 empresas y se han cancelado 2.434 matrículas. En comparación con el mismo periodo de 2016 se habían registrado 14.905 nuevas empresas y cancelado 6.957 matrículas.

5.2.3.1.3.4.2 Polos de desarrollo

Los polos de desarrollo son áreas geográficas en las que se estimula o se desarrolla la localización de actividades industriales, comerciales y de servicios que impulsan la actividad económica en un área geográfica de mayor amplitud, en el caso de Bogotá estos polos se ubican en barrios o UPZ, convirtiéndose en polos de desarrollo de las localidades.

Los procesos productivos y tecnológicos en Bogotá se comportan de forma distinta, las industrias se localizan especialmente en el centro occidente de la ciudad, aunque es una tendencia que ha ido decreciendo; mientras que el sector comercial y de servicios, tiende a concentrarse a lo largo del eje centro-norte, mostrando en los últimos años un crecimiento importante. La tendencia de localización espacial de la actividad económica en la ciudad, muestra un patrón similar a la del

empleo (Herrera, 2015). En la Tabla 5.2.3.23 se presenta la información de los barrios y UPZ que se han configurado como polos de desarrollo local.

Tabla 5.2.3.23 Polos de desarrollo por localidades

Localidad	Polos de Desarrollo
Bosa	Los polos de desarrollo en la localidad de Bosa se encuentran principalmente en el costado sur occidental de la misma; el mayor número de las empresas se ubican cerca de su eje principal: la autopista sur. La UPZ con mayor concentración de empresas son Bosa Central y Bosa Occidental agrupando entre las dos el 71%. Las principales actividades económicas de la localidad, de acuerdo con las empresas existentes son el comercio 41,2%, la industria 15,0 %, y alojamiento 12, 1% (Cámara de Comercio de Bogotá, 2017).
Kennedy	Dentro de la localidad existen diferentes áreas de concentración económica, la mayoría de las empresas se ubican en la parte sur oriental de la localidad, ubicándose especialmente cerca de los ejes viales, como la Av. Primera de Mayo y Av. Boyacá. Las UPZ que concentran el mayor número de empresas son Carvajal, Castilla y Américas En la UPZ Bavaria, predominantemente industrial, están localizadas las empresas más grandes de la localidad. En los barrios Carvajal, Las Américas, Valladolid, Villa Alsacia II, Mandalay II, Súper Manzana 8, Marsella Sector Norte, tienen la mayor concentración de empresas de la localidad. Las principales actividades económicas de la localidad, de acuerdo con las empresas existentes son el comercio 31%, la industria 16,1% y el alojamiento 9% (Cámara de Comercio de Bogotá, 2017)
Puente Aranda	La mayoría de las empresas están localizadas en la zona nororiental de la localidad, cerca de las avenidas principales y barrios tradicionales, como: Los Ejidos, Galán, La Alquería, Puente Aranda, Pensilvania, Comuneros y Salazar y Gómez. En la UPZ Zona Industrial está ubicado uno de los centros industriales más grandes de la ciudad y de la localidad, porque concentra un importante número de empresas; sin embargo, la UPZ con más número de empresas es Ciudad Montes, seguida de San Rafael. La localidad de Puente Aranda tiene una participación importante de pequeños y medianos empresarios que se han especializado en la actividad industrial, especialmente en las ramas de productos químicos, textiles y alimentos. Así mismo, las empresas están concentradas en el comercio de alimentos y bebidas, ropa y textiles y accesorios para vehículos automotores. Las principales actividades económicas de la localidad, de acuerdo con las empresas existentes son el comercio 36,6%, la industria 21,2% y el alojamiento 6% (Cámara de Comercio de Bogotá, 2017).
Antonio Nariño	La zona industrial está ubicada en el centro de la localidad, principalmente en el costado norte de la Avenida Primero de Mayo, entre la Avenida Caracas y la Mariscal Sucre. Se destacan los barrios Restrepo, Restrepo Occidental, Ciudad Jardín Sur, San Antonio de Padua y Santander Sur, por la concentración de empresas. La UPZ con mayor número de empresas es Restrepo concentrando el 77% de la localidad, el resto se encuentran ubicadas en Ciudad Jardín. Las principales actividades económicas de la localidad, de acuerdo con las empresas existentes son el comercio 37,3%, la industria 24,6% y el alojamiento 8,4% (Cámara de Comercio de Bogotá, 2017).
Los Mártires	La actividad comercial y de servicios está ubicada en la parte central de la localidad, principalmente cerca de la Av. Calle 13, se destacan el sector industrial y comercial de la UPZ La Sabana que incluye los barrios La Estanzuela, La Favorita, Santa Fe, Voto Nacional y San Victorino, este último que agrupa un importante

Localidad	Polos de Desarrollo
	segmento del comercio formal e informal de la ciudad. La Sabana agrupa 20.905 de las empresas ubicadas en Los Mártires, mientras Santa Isabel agrupa 6.244. Las principales actividades económicas de la localidad, de acuerdo con las empresas existentes son el comercio 49,6%, la industria 18,3% y el alojamiento 6,3% (Cámara de Comercio de Bogotá, 2017).
Santa Fe	La mayoría de las empresas de Santa Fe están ubicadas en el centro de la localidad, cerca de las avenidas principales, se destacan los barrios La Veracruz, La Capuchina, Las Nieves, Santa Inés, San Diego, Sagrado Corazón, Samper y Centro Internacional. La UPZ que más agrupa empresas en la localidad es Las Nieves con 17.965, seguida de Sagrado Corazón con 5.039 empresas. Las principales actividades económicas de la localidad, de acuerdo con las empresas existentes son el comercio 34,1%, científicas y técnicas 12,9% y la industria 9,0% (Cámara de Comercio de Bogotá, 2017).
Teusaquillo	En Teusaquillo la mayoría de empresas del sector de servicios se localizan en la parte nororiental de la localidad, cerca de las avenidas principales y barrios tradicionales, como: La Soledad, San Luis, Palermo, Alfonso López, Chapinero Occidental, Galerías (antiguo barrio Quesada), Teusaquillo y Quinta Paredes. La UPZ que más concentra empresas en la localidad es Galerías con 10.506 y la segunda es Teusaquillo con 8.436. Las principales actividades económicas de la localidad, de acuerdo con las empresas existentes son el comercio 24,4%, científicas y técnicas 13,9%, y la industria 8,9% (Cámara de Comercio de Bogotá, 2017).
Barrios Unidos	En la parte oriental de la localidad es donde se ubican la mayoría de las empresas de Barrios Unidos, cerca de avenidas principales y barrios tradicionales, donde se destacan La Castellana, Siete de Agosto, San Felipe, Polo Club, La Paz, Río Negro, Jorge Eliecer Gaitán, Colombia, Doce de Octubre, entre otros. La UPZ que más alberga empresas en la localidad es Los Alcázares con 18.940, seguida de 12 de octubre con 9.574. Las principales actividades económicas de la localidad, de acuerdo a las empresas existentes son el comercio 33,4%, la industria 14,2 %, y científicas y técnicas 10,3% (Cámara de Comercio de Bogotá, 2017).
Chapinero	La mayoría de empresas de la localidad se localizan geográficamente en la parte norte de la localidad, cerca de las avenidas principales. Se destacan por su concentración empresarial los barrios tradicionales de Chicó Norte, Lago Gaitán, La Porciúncula, Chapinero Central, Chicó, Quinta Camacho, Chicó Norte II, Antiguo Country, Chicó Norte III y Chapinero Norte. En la UPZ Chicó Lago tiene la mayor concentración de empresas de la localidad con 41.265 y la UPZ Chapinero se caracteriza por la actividad comercial. Esta localidad es la única donde el comercio no es la principal actividad asociada a las empresas existentes actualmente; el sector científico y técnico predomina con el 18,9 % del total, seguido del comercio con 18,5% e inmobiliario y empresariales con 9,1% (Cámara de Comercio de Bogotá, 2017).

Fuente: Procesado por CONSORCIO METRO BOG, 2017 con base en información Cámara de Comercio de Bogotá

5.2.3.1.4 Dimensión Cultural

En el presente capítulo se hace una caracterización de los aspectos culturales del área de influencia del PLMB. En esta caracterización se abordan tres líneas: i) Cultura ciudadana como eje de la política pública de la Alcaldía y uno de los pilares del Plan de Desarrollo actual. ii) El patrimonio material e inmaterial y iii) La caracterización cultural de las nueve localidades que hacen parte del área de influencia del Proyecto.

La cultura ciudadana, uno de los ejes del Plan de Desarrollo y que busca generar una transformación de la ciudadanos y su relación con la ciudad; así mismo, se hace una aproximación al patrimonio cultural de la ciudad con especial relevancia al ubicado dentro del AII y por último, se aborda la cultura a nivel local. Para esta caracterización se toman como referencia, los documentos del Instituto Distrital de Patrimonio y diagnósticos locales.

Para la caracterización, se tomó como fuente principal la actividad realizada con la comunidad en el marco de los comités de participación zonal y los recorridos realizados por la localidad; en estos espacios los asistentes elaboraron una línea de tiempo con los hechos históricos e hitos más relevantes a nivel local, que han implicado cambios sociales, económicos y culturales para los residentes de la zona.

Bogotá cada día es una ciudad más dinámica y compleja, en la que miles de personas de diversa procedencia, nivel educativo y económico convergen a diario, lo que genera un sin fin de dinámicas sociales y culturales; en este escenario es la cultura la que permite la generación de valores democráticos y de convivencia. En la actualidad, el desarrollo social sostenible establece la necesidad de priorizar el desarrollo cultural como una condición necesaria para mejorar la calidad vida de las personas y el bienestar. Por lo tanto, construir cultura es construir ciudad. En la actualidad se reconoce a la cultura como fundamento de la vida misma, eje transversal de la vida social y de las políticas públicas. Bogotá y sus localidades se perciben como colectivos humanos de una gran diversidad cultural y con un potencial creativo en las diferentes esferas de la vida.

5.2.3.1.4.1 Cultura ciudadana

Desde las diversas administraciones distritales, sin importar el enfoque, -Cultura Ciudadana, Cultura Democrática, Ciudadanías Culturalmente Activas, entre otras-, se han generado unas políticas distritales que buscan generar un cambio o una trasformación cultural en la ciudad.

Uno de los enfoques que ha tomado una gran preponderancia en los últimos años, es la cultura ciudadana. Este concepto aparece por primera vez en el año 1995, durante la administración del ex alcalde de Bogotá Antanas Mockus, exponente referencial en el tema; siendo el eje central del Plan de “Formar Ciudad” (Secretaria Distrital de Cultura, Recreación y Deporte, 2017)

Antanas Mockus propone que en la ciudad existe una brecha entre la ley, la moral y la cultura, y que debido a esto, en su primer periodo como alcalde (1995-1997), fue primordial incluir de forma pedagógica la denominada cultura ciudadana, la cual busco fomentar la convivencia pacífica y el respeto por las leyes a través de la toma de conciencia y real convicción de los ciudadanos.

Precisamente uno de los pilares del actual plan de desarrollo es la Construcción de Comunidad y cultura ciudadana, desde este se propone generar unos programas enfocados a la cultura ciudadana y de esta manera crear y fortalecer el sentido de pertenencia por Bogotá, a través espacios que permitan la recreación, el esparcimiento y la cultura.

Retomando a Mockus, la “(…) cultura ciudadana se entiende como el conjunto de costumbres, acciones y reglas mínimas compartidas que generan sentido de pertenencia, facilitan la convivencia urbana y conducen al respeto del patrimonio común y al reconocimiento de los derechos y deberes ciudadanos” (Departamento Administrativo de Planeación Distrital [DAPD], 1995, citado por Secretaria Distrital de Cultura, Recreación y Deporte, 2016).

La estrategia para la cultura ciudadana consiste en desencadenar y coordinar una serie de acciones públicas y privadas que incidan sobre la manera en como los ciudadanos perciben, reconocen y usan los entornos. (Bogotá, 1995) Así mismo, el Plan de Desarrollo recalca la importancia del reconocimiento de los espacios y el respeto por las reglas que se desencadenen

de estos. Se resalta a su vez la apropiación que debe asumir los ciudadanos por los espacios comunes, ya que esto se traduce en aprender a usar, cuidar y valorar estos mismos.

Este concepto buscaba generar cambios en los hábitos inadecuados que afectaban la convivencia con los demás ciudadanos, los cuales posteriormente se iban a desencadenar en un sin número de conductas que fomentarían un contexto permeado por la sana convivencia y específicamente generaría el cumplimiento de las normas urbanas a través de la autorregulación personal, en donde se prima el bien colectivo sobre el bien personal, generando interacciones de calidad y asertivas entre desconocidos en diferentes espacios, medios de transporte y establecimientos públicos. (Mockus, A., 2001). Es necesario incrementar la autorregulación individual y colectiva para que se produzca una mayor adhesión a la cultura de la legalidad. (Mockus, A., 2003).

Antanas Mockus afirmaba que las problemáticas en torno a la falta de cultura en la ciudad se subyacían de la brecha o el "divorcio" existente entre los tres sistemas de regulación del comportamiento del ser humano: la moral, la ley y la cultura. Explicaba que si estas no se correlacionan y/o se retroalimentan positivamente, muy difícilmente iba a desarrollarse un ambiente inmerso en la denominada cultura ciudadana. Su postulado era dejar de lado las bases psicológicas del conductismo que afirman que los comportamientos inadecuados deben ser castigados y los correctos deben ser reforzados. Él afirma que el mecanismo adecuado para alcanzar contextos ejemplares de sana convivencia es la pedagogía, ya que si se logra crear una reflexión capaz de ser interiorizada, los comportamientos adecuados se han a replicar de manera autónoma y mas no a consecuencia de ciertos estímulos, como lo serían entre tantos ejemplos, las multas por el desacato de la ley.

Ajustado al contexto Bogotano lo referenciando anteriormente, se podría afirmar que en torno a los tres sistemas de regulación del ser humano, se evidencia que el sistema de regulación cultural es quizás el que mayores dificultades revela. (Mockus, A., 2001). De manera progresiva, debido a un sin número de variables, como las agresiones subyacentes de la falta de tolerancia, empatía y respeto por el otro en el transporte público, se han venido naturalizando conductas que legalmente no son aceptadas, pero debido a su constante aparición, se reconocen como acciones culturalmente comunes y "normales". Estas conductas al ser aceptadas culturalmente representen un declive progresivo en la adecuada interacción de los habitantes del territorio.

Sin embargo, vale la pena resaltar que "la cultura ciudadana no se enfoca en homogenizar los sistemas de regulación ni en anular las percepciones subjetivas que en cada caso tienen las personas sobre sus comportamientos -moral-; se trata, más bien, de que haya una sanción cultural a los comportamientos ilegales".

Así mismo, retomando a Mockus (2003), la cultura ciudadana, debe ser concebida como un proceso pedagógico que pone a su servicio y direcciona de cierto modo procesos elementales como la comunicación. Y esta a su vez, debido al alcance que tiene, es capaz de subsanar la disparidad entre la ley, la moral y la cultura.

5.2.3.1.4.2 Patrimonio

5.2.3.1.4.2.1 Investigación histórica. Evolución urbana de la ciudad.

Periodo colonial y siglo XIX

La ciudad colonial de los siglos XVI y XVII se desarrolló de manera compacta asentada en el territorio bañado por los ríos Manzanares (San Agustín) y Vicachá (San Francisco) sin sobrepasar éstos dos límites naturales. Durante este periodo el territorio de la Sabana de Bogotá se hallaba

conformado por ejidos[1], mercedes[2] y resguardos indígenas[3]; éstos últimos comunicados entre sí y comunicados a Santafé a través de caminos prehispánicos que posteriormente determinaron el desarrollo de la ciudad.

[1] El ejido es la porción de tierra de uso público que no se labra y que permite establecer las eras o reunir los ganados. El ejido puede ser propiedad de un municipio o de un Estado.
[2] Una merced es una "Dádiva o gracia de empleos o dignidades, rentas, etc., que los reyes o señores hacen a sus súbditos".
[3] El Resguardo es una institución legal sociopolítica de origen colonial español en América, conformada por un territorio reconocido de una comunidad de ascendencia amerindia, con título de propiedad inalienable, colectiva o comunitaria, regido por un estatuto especial autónomo, con pautas y tradiciones culturales propias.

Figura 5.2.3.70 Tenencia de Tierras Santafé Bogotá y aledaños. 1550 - 1600

Fuente: Carrasquilla Botero, Juan. Quintas y Estancias de Santafé y Bogotá. Fondo de Promoción de la Cultura del Banco Popular. Bogotá. 1989.

Poblaciones Caminos

De acuerdo al plano anterior fue posible identificar que algunos de los trazados de caminos prehispánicos fueron empleados como Caminos Reales y durante el siglo XX consolidaron el trazado de avenidas; tales como:

- El antiguo camino a Tunja actualmente corresponde a la Carrera 7ª.
- El antiguo camino a Honda actualmente corresponde a la Calle 13
- El antiguo camino a Soacha actualmente corresponde al trazado de la Calle 1ª y posteriormente a la autopista sur.
- El antiguo camino a Usme como prolongación de la Avenida Caracas.

Posteriormente durante el siglo XVIII la ciudad inicia su crecimiento hacia el norte sobre la Calle Real o el Camino a Tunja conformando el barrio de Las Nieves; al sur sobre el Camino a Fómeque con el barrio de Santa Bárbara y hacia el occidente sobre el Camino a Honda con el barrio de San Victorino. El siguiente plano muestra la subdivisión de los barrios de Santafé durante el siglo XVIII.

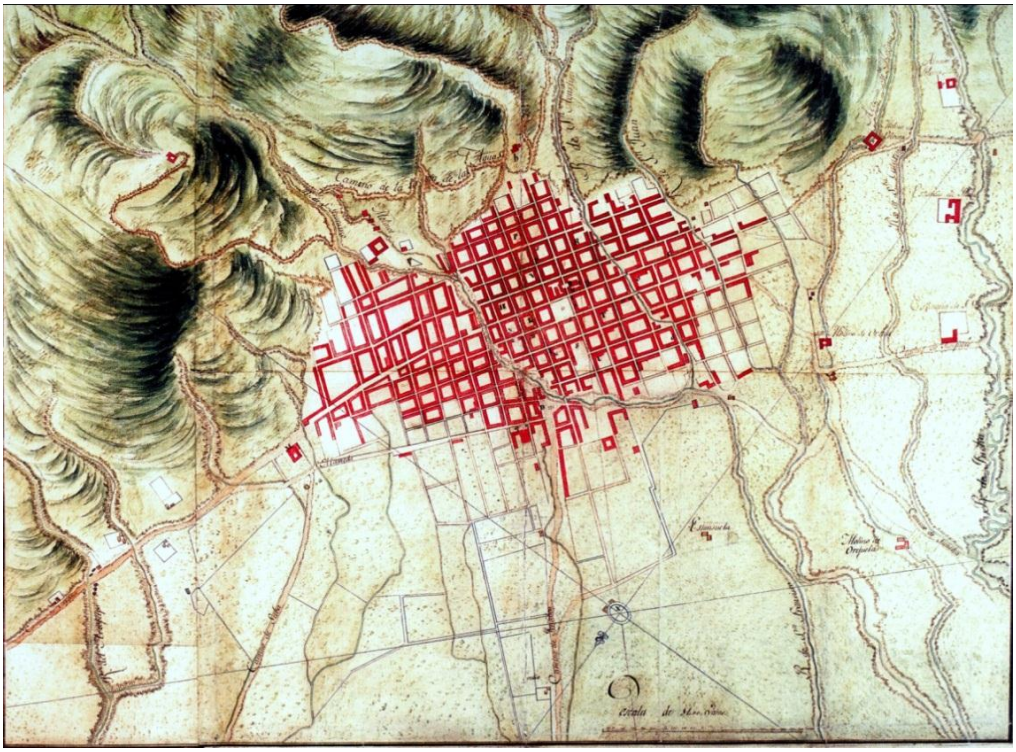


Figura 5.2.3.71 Nuevo y único plano geométrico de la ciudad de Santafé de Bogotá, capital del Nuevo Reino de Granada. Por el teniente coronel D. Domingo Esquiaqui. 1791
Fuente: Cartografía y Relaciones Históricas de Ultramar, tomo V, lámina 163.

Con respecto al territorio, las antiguas mercedes de tierra son subdivididas, conformando haciendas y estancias de ganado, que traen sus productos a Santafé; razón por la cual los caminos en especial los de Tunja y Honda adquirieron una mayor relevancia, que a su vez jalonaron el crecimiento de la ciudad en estos dos sentidos. El siguiente plano denominado Croquis de la Ciudad de Bogotá y sus inmediaciones realizado por Carlos Cabrera en 1797 muestra la presencia de dos alamedas realizadas en durante el mandato del Virrey Ezpeleta; *"(…) en Santafé los dos primeros proyectos de este tipo, aunque bastante tímidos, fueron los que se conocieron como Alameda Vieja* (actual Carrera 13) *y Alameda Nueva* (actual Calle 13) *dibujadas por el*

comandante de artillería Domingo Esquiaqui (…) el apelativo de vieja y nueva, deja suponer que una se trazó después que la otra. (…) Ambas alamedas, la nueva y la vieja, fueron pensadas como entradas de la ciudad en la medida en que la primera constituía el remate o el inicio del Camellón de Occidente y la segunda debía continuarse con el que se trazó luego y se llamó Camino del Norte " (Escovar, A. Mariño, M. Peña. C. 2004).

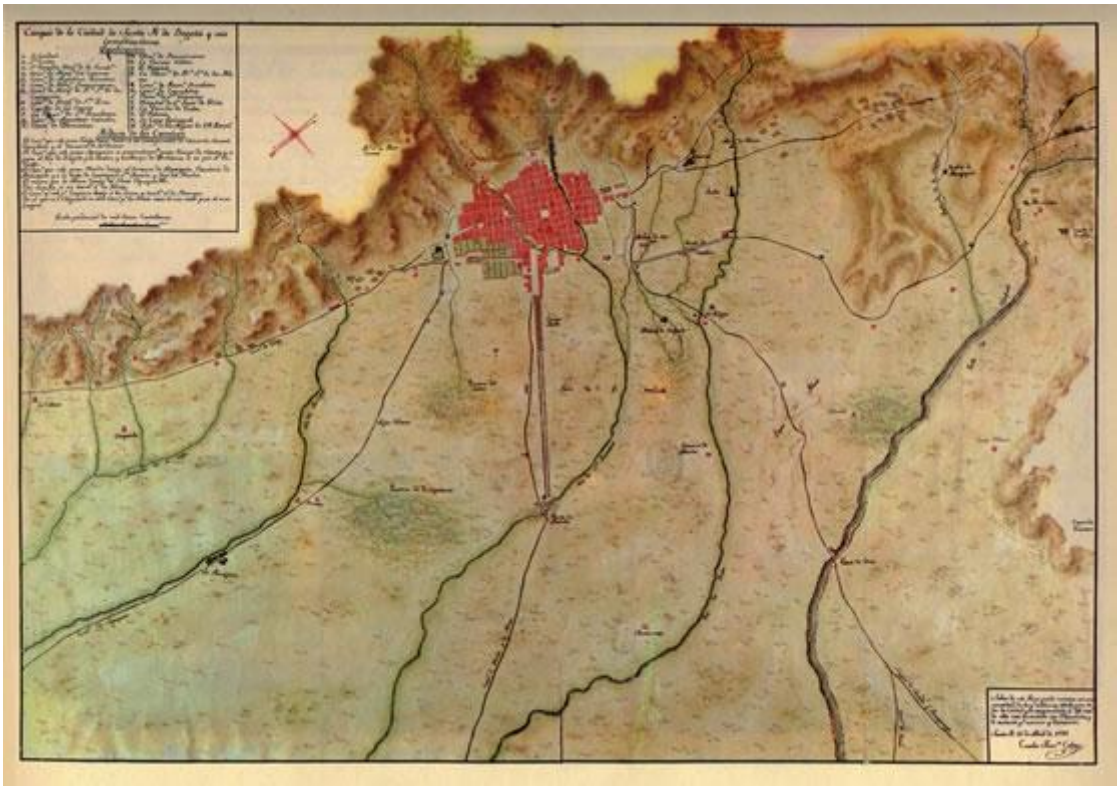


Figura 5.2.3.72 Croquis de la Ciudad de Santafé de Bogotá y sus alrededores. 1797

Fuente: Cuéllar, Marcela. Mejía, Germán. Atlas Histórico de Bogotá. Cartografía 1791-2007. Editorial Planeta. 2007

Durante el siglo XIX se consolida Chapinero*, "(…) que era un caserío del distrito parroquial de Las Nieves, cantón de Bogotá, erigido en aldea por la ordenanza 181 de 15 de octubre de 1852 de la Cámara Provincial de Bogotá, y convertido luego en el Barrio Chapinero por acuerdo municipal del 17 de diciembre de 1885"* (Carrasquilla, Juan. 1989).

Si bien durante el siglo XIX la ciudad aún se mantenía compacta, la consolidación del barrio de Chapinero como sitio de recreo y primer barrio suburbano de la ciudad, fue el promotor de la implementación del tranvía sobre la Alameda Vieja (Carrera 13); y posteriormente la construcción del Ferrocarril del Norte (sobre la actual Avenida Caracas).

Además de lo anterior a finales del siglo XIX el Estado de Cundinamarca otorga privilegios para la construcción de los Ferrocarriles de La Sabana (Bogotá – Facatativá) y el del Sur (Bogotá – Soacha), buscando una conexión para la salida de productos de la incipiente industria que se desarrolla en la ciudad.

El siguiente plano realizado en 1906 por Francisco Vergara y Velasco muestra el trazado de carreteras, líneas del tranvía y Ferrocarriles de la Sabana de Bogotá.

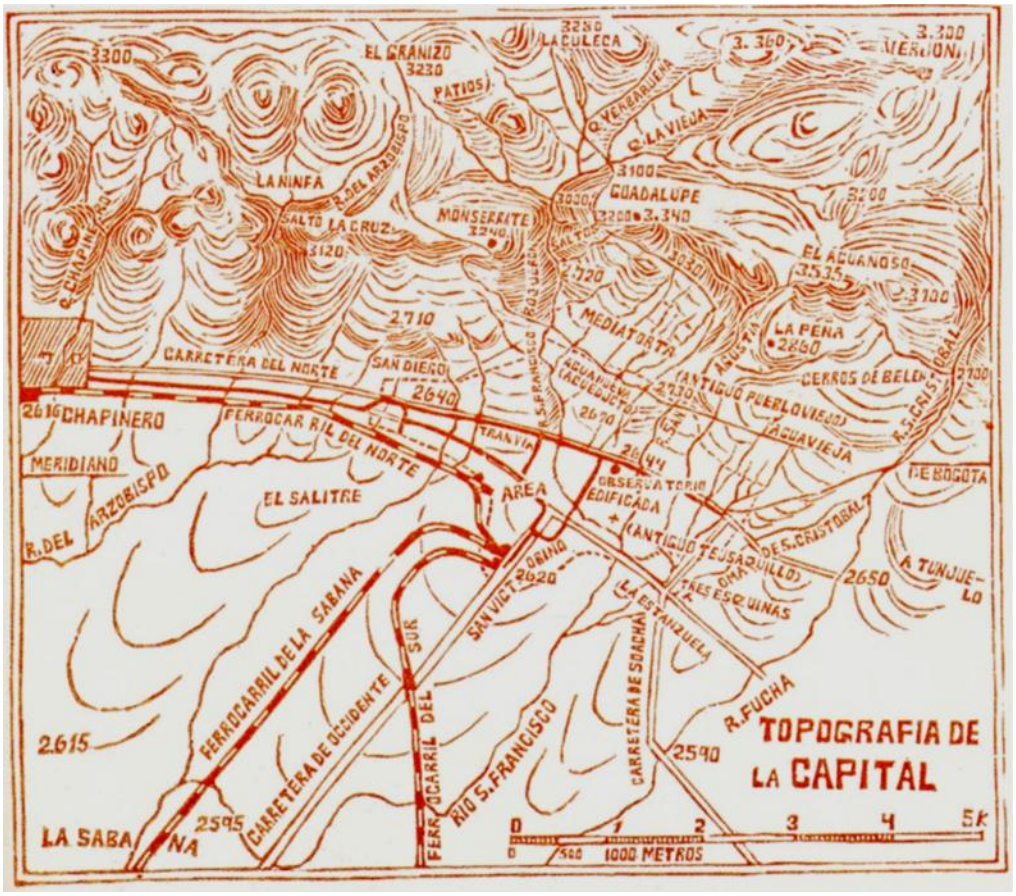


Figura 5.2.3.73 Fragmento Plano de Bogotá. 1906
Fuente: Cuéllar, Marcela. Mejía, Germán. Atlas Histórico de Bogotá. Cartografía 1791-2007. Editorial Planeta. 2007

Primera mitad del siglo XX

Durante la primera mitad del siglo XX se realizó la venta de Panamá, en el cual la naciente República obtuvo una gran cantidad de dinero denominada como La Danza de los millones. Estos beneficios fueron empleados para la construcción de ferrocarriles en el territorio nacional; y para el caso de Bogotá con la implementación de la Secretaría de Obras Públicas se realizaron acueductos, mejora de caminos, construcción de líneas de tranvía, canalización de ríos construcción de Plazas de Mercado y Matadero, que mejoraron las condiciones de salubridad y ornato de la ciudad.

Los siguientes planos correspondientes a 1908 y 1915 muestran un comparativo del rápido crecimiento de la ciudad durante los primeros años del siglo XX. Nótese que para 1915 la ciudad crece hacia el suroriente conformando el barrio de San Cristóbal; hacia el suroccidente generando el complejo hospitalario de San Juan de Dios, el hospital de la Misericordia y el hospital Materno Infantil; hacia el occidente generando la Plaza España y el barrio Ricaurte y hacia el norte Chapinero llega a los límites de la quebrada La Vieja.

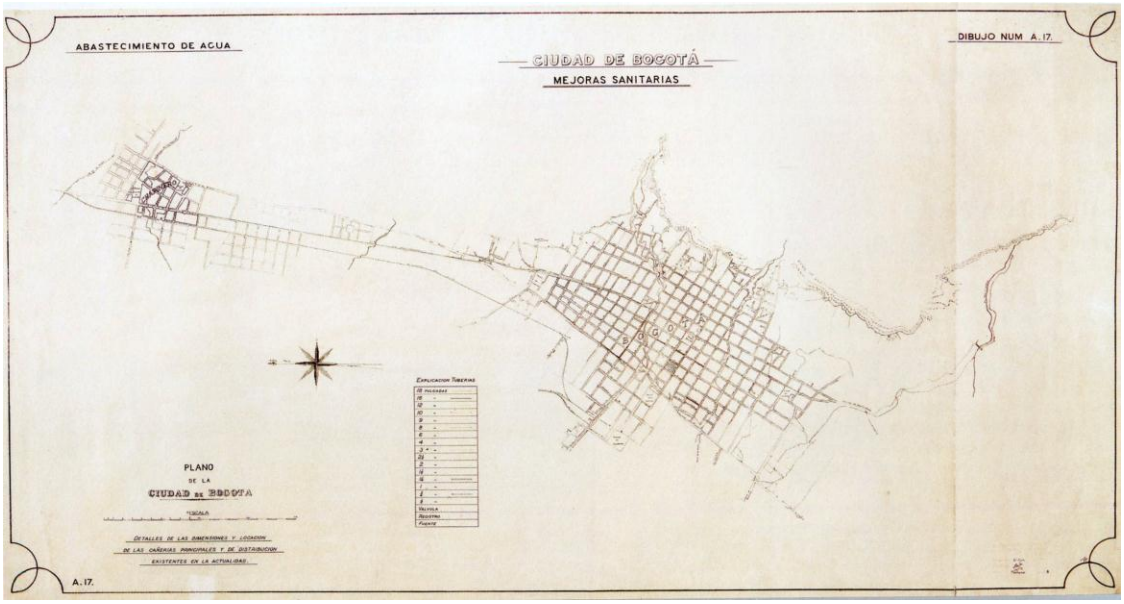


Figura 5.2.3.74 Ciudad de Bogotá. 1908
Fuente: Cuéllar, Marcela. Mejía, Germán. Atlas Histórico de Bogotá. Cartografía 1791-2007. Editorial Planeta. 2007

Figura 5.2.3.75 Plano Topográfico de Bogotá. 1915
Fuente: Cuéllar, Marcela. Mejía, Germán. Atlas Histórico de Bogotá. Cartografía 1791-2007. Editorial Planeta. 2007

El siguiente plano de 1933 muestra el rápido crecimiento que sufrió Bogotá durante las primeras décadas del siglo XX; cuyos ejes de desarrollo se realizaron a través de las vías existentes (anteriormente nombradas) y las proyectadas (construcción del ferrocarril del nordeste que posteriormente dio paso a la Carrera 30).

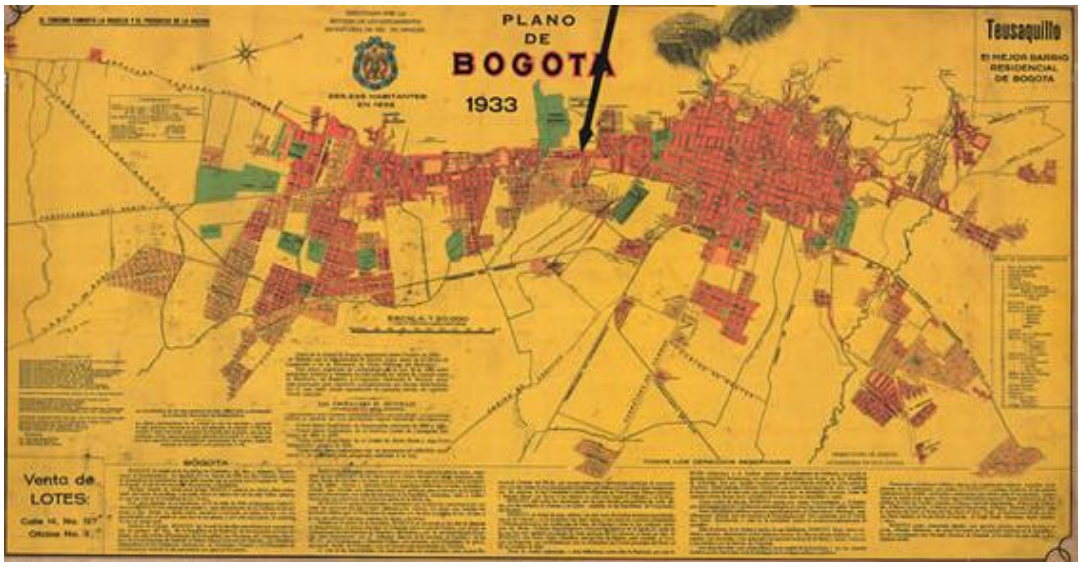


Figura 5.2.3.76 Plano de Bogotá. 1933

Fuente: Cuéllar, Marcela. Mejía, Germán. Atlas Histórico de Bogotá. Cartografía 1791-2007. Editorial Planeta. 2007

El plano de Bogotá de 1944 muestra el estado de consolidación de la ciudad, en el cual es posible observar que para esta fecha la ciudad se había desarrollado hasta sus límites administrativos; hacia el norte la ciudad había llegado hasta la Calle 88 lindando con la hacienda el Chicó de jurisdicción del municipio de Usaquén y hacia el suroccidente los barrios Inglés y Claret se hallaban el límite entre Bogotá y el municipio de Bosa.

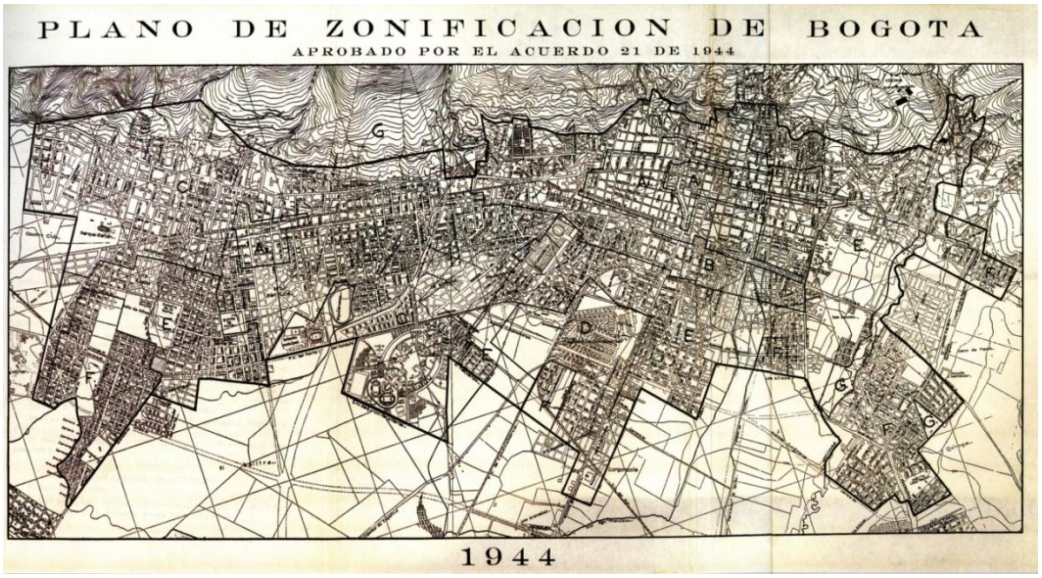


Figura 5.2.3.77 Plano de Bogotá. 1944

Fuente: Cuéllar, Marcela. Mejía, Germán. Atlas Histórico de Bogotá. Cartografía 1791-2007. Editorial Planeta. 2007

Además de lo anterior cabe agregar que el artículo 1 del Acuerdo 21 de 1944 define el área urbanizable de la ciudad en áreas exclusivas dependiendo su uso de la siguiente manera:

a) Zonas cívico-comerciales y comerciales
b) Zonas residenciales céntricas
c) Zonas estrictamente residenciales
d) Zona industrial
e) Zonas mixtas
f) Zonas de barrios de obreros
g) Zonas de reserva para áreas verdes

De esta manera la zona occidental y sur de la ciudad se desarrolla como zonas industriales (D) y en inmediaciones a las mismas se consolidan barrios obreros (F); mientras que la zona norte se define como estrictamente residencial (C).

La primera mitad del siglo finaliza con el asesinato del líder Jorge Eliécer Gaitán, cuya muerte fue escenario de los sucesos del 9 de abril de 1948 denominados como “El Bogotazo”, que destruyó parte de la ciudad y propició el detrimento del sector tradicional; a su vez este hecho generó una oleada de violencia en el país obligando el desplazamiento de campesinos a las ciudades que generó el rápido, atomizado e ilegal desarrollo de la ciudad, especialmente hacia el sur y el occidente.

Segunda mitad del siglo XX

Por medio de la Ordenanza 7 de 1954 expedida por el Consejo Administrativo de Cundinamarca, se agregan a Bogotá los municipios de Fontibón, Bosa, Usme, Suba, Usaquén y Engativá; y éste mismo año por mediante el Decreto 3640 de 1954 se organiza el Distrito Especial de Bogotá. De esta manera el cambio de jurisdicción promueve el crecimiento urbanístico acelerado de la ciudad sobre la sabana de Bogotá.

Con la anexión de Bosa a Bogotá fue posible la construcción del aeropuerto de Techo y su conexión con la ciudad a través de la Avenida de Las Américas; vía que detonó el crecimiento de la ciudad hacia el occidente. En el siguiente plano es posible observar la construcción de dicha avenida que inicia en la Carrera 30 y remata en el monumento a Banderas.

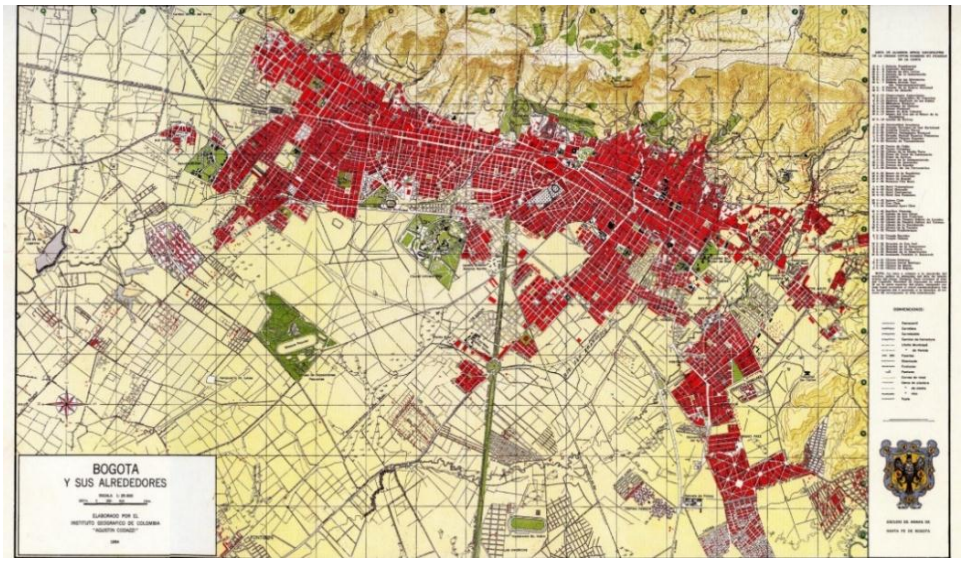


Figura 5.2.3.78 Plano de Bogotá. 1954
Fuente: Cuéllar, Marcela. Mejía, Germán. Atlas Histórico de Bogotá. Cartografía 1791-2007. Editorial Planeta. 2007

El siguiente plano de 1965 muestra el desarrollo urbano de la ciudad, en el cual es posible observar la construcción de la Avenida El Dorado, que remata en el Aeropuerto El Dorado. De esta manera los terrenos del antiguo aeropuerto de Techo fueron urbanizados denominados como Ciudad Kennedy, además de la construcción de Corabastos, constituyéndose en la central de abastos más importante del país.

"(…) El urbanismo que se deriva del movimiento moderno está acompañado de una concepción de la ciudad donde la prioridad del espacio público debe estar en función del automóvil. Habrá que esperar hasta finales del siglo XX para que se comprenda que los espacios públicos constituyen un elemento nuclear de la vida urbana y que no deben estar en función del automóvil sino del ciudadano" (Zambrano, F. 2006). De acuerdo a lo anterior, mediante el Acuerdo 38 de 1961 se fija el Plan Vial para la ciudad, en el cual se define el trazado de las Avenidas Ciudad de Quito, Boyacá, Primero de Mayo, Carrera 6ª, Autopista Medellín, Carrera 10ª, Carrera 68, Calle 100, las cuales fueron construidas durante las décadas de 1960 y 1970.

Fotografía 5.2.3.13 Avenida Primero de Mayo. 1962
Fuente: Zambrano, Fabio. Historia de Bogotá siglo XX. Villegas Editores. 2006

Además de la construcción de vías nuevas, dentro de los Planes Viales se incluyó el ensanche de la Carrera 10ª, la Avenida Caracas y la Calle 3ª. *"(…) de esta manera, la modernización de la ciudad _ labor de acondicionar la ciudad al automóvil_ se hizo sin considerar la conservación del patrimonio"* (Zambrano, F. 2006).

Durante las décadas siguientes la ciudad continúa su crecimiento con tendencia de desarrollo hacia el occidente y norte, sin que existiese un control real a las urbanizaciones ilegales. *"(…) este tipo de urbanización apareció en un contexto caracterizado por la fuerte presión ejercida por la demanda de vivienda, la flexibilidad del mercado del suelo urbano y de los alrededores y la total libertad de los constructores y parceladores ilegales. Esto explica la vía de producción del espacio que presenta Bogotá, mayoritariamente ilegal en lo que concierne al cumplimiento de las normas urbanas; esta deficiente forma de desarrollo de la urbanización ha permitido ocupar más del 50 por ciento del total del espacio construido de la ciudad"* (Zambrano, F. 2006).

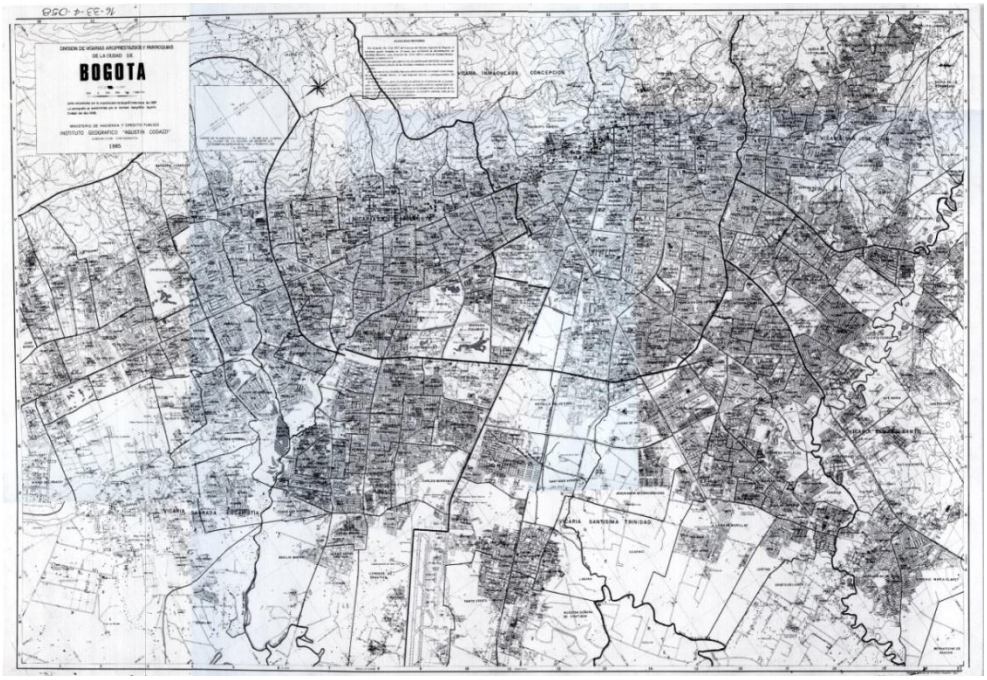


Figura 5.2.3.79 Plano de Bogotá. 1985

Fuente: Cuéllar, Marcela. Mejía, Germán. Atlas Histórico de Bogotá. Cartografía 1791-2007. Editorial Planeta. 2007

A partir de los recuentos históricos de crecimiento y desarrollo de la ciudad se fueron consolidando lugares o barrios específicos en los que el patrimonio material e inmueble de la capital se puede identificar y observar.

Para dar la continuidad en la presentación de las características culturales del territorio y en particular en lo concerniente al patrimonio a continuación se describen los tipos en los que se clasifica.

5.2.3.1.4.2.2 Tipos de patrimonio

Según el Ministerio de Cultura de Colombia, el patrimonio cultural de la Nación se divide en tres tipologías:

- **Patrimonio Material:** Son aquellos bienes de carácter mueble e inmueble, que se caracterizan por tener un especial interés histórico, artístico, científico, estético o simbólico en ámbitos como el plástico, arquitectónico, urbano, arqueológico, lingüístico, sonoro, musical, audiovisual, fílmico, testimonial, documental, literario, bibliográfico, museológico o antropológico, entre otros.
- **Patrimonio Inmueble:** Comprende sectores urbanos, conjuntos de inmuebles en espacio público y construcciones de arquitectura habitacional, institucional, comercial, industrial, militar, religiosa, para el transporte y obras de ingeniería que dan cuenta de una fisonomía, características y valores distintivos y representativos para una comunidad.

- **Patrimonio Mueble:** Es aquel que puede llegar a ser trasladado de un lugar a otro y comprende colecciones u objetos de carácter arqueológico, etnográfico, artístico, utilitario, documental, científico, utilitario y monumentos en espacio público
- **Patrimonio Cultural Inmaterial:** Son aquellas manifestaciones representaciones, expresiones, conocimientos, técnicas y contextos culturales que los diferentes grupos reconocen.
- **Patrimonio Natural**: "alude a valores históricos, simbólicos, geográficos, científicos y ambientales de un determinado territorio (en este caso Bogotá)". (Instituto Distrital de Patrimonio Cultural, 2017)

La clasificación de lo material y lo inmaterial obedece a una organización coherente, que facilita su estudio, apropiación y comprensión, aunque cualquier tipo de patrimonio da cuenta de aspectos tanto materiales como inmateriales. (Instituto Distrital de Patrimonio Cultural, 2017)

A cargo de la gestión del patrimonio, Bogotá cuenta con la Secretaria Distrital de Cultura, Recreación y Deporte, una entidad que cuenta con autonomía administrativa y financiera, creada mediante el Acuerdo 257 de 2006 del Concejo de Bogotá. Como cabeza del sector cultura, recreación y deporte, es la encargada de liderar la garantía de las condiciones para el ejercicio efectivo y progresivo de los derechos culturales deportivos y recreativos de los habitantes de Bogotá. (Secretaria Distrital de Cultura, Recreación y Deporte, 2017)

Como entidad adscrita a la Secretaría mencionada, el Instituto Distrital de Patrimonio Cultural, el cual se encarga de “ejecutar políticas, planes y proyectos para garantizar el ejercicio efectivo de los derechos patrimoniales y culturales de los habitantes de Bogotá y además; protege, interviene, investiga, promociona y divulga el patrimonio cultural material e inmaterial de la ciudad”. (Instituto Distrital de Patrimonio Cultural, 2017). (Instituto Distrital de Patrimonio Cultural, 2017)

Algunos de los sitios que el IDPC tiene reconocidos por su valor patrimonial, son:

- El Centro Histórico de Bogotá y sus zonas limítrofes.
- Los núcleos fundacionales de Usme, Suba, Fontibón, Usaquén y Engativá
- Los sectores de desarrollo individual construidos en la primera mitad del siglo XX como Bosque Izquierdo, La Merced, San Luis, Muequetá, Emaús, Granada, Banco Central, Baquero, entre otros.
- Los sectores con vivienda en serie, agrupaciones o conjuntos.
- 2.090 inmuebles de interés cultural en el centro histórico/ 4.902 inmuebles en el resto de la ciudad/ 4.968 predios colindantes con inmuebles de interés cultural/ Predios localizados en zonas de influencia de bienes de interés cultural del orden nacional.
- Objetos, esculturas y monumentos representativos que se encuentran en el espacio público.
- Hallazgos arqueológicos a nivel capital.
- Las 20 localidades en las que se adelanta el inventario de patrimonio material e inmaterial de la ciudad. (Instituto Distrital de Patrimonio Cultural, 2017)

Algunos de estos sitios de valor patrimonial están ubicados dentro del AII del PLMB, estos son:

- El núcleo fundacional de Bosa.
- Los sectores de desarrollo individual, como Teusaquillo, Armenia, Quinta Camacho y sector funerario barrio Santafé.

- Sectores con vivienda en serie, agrupaciones o conjuntos que corresponden a la Soledad, Polo Club, Popular Modelo Norte, Primero de mayo, Pablo VI (1 etapa), Centro Urbano Antonio Nariño, Unidad Residencial Colseguros, Multifamiliares del Banco Central Hipotecario, Unidad Residencial Jesús María Marulanda y Unidad Residencial Hans Drews Arango.

Es importante mencionar que se solicitó certificación del Ministerio de Cultura para conocer los Bienes de Interés Cultural ubicados a lo largo del corredor, dentro del área de influencia, mediante comunicación 411-2017. En la respuesta otorgada por el Ministerio se identificaron: Basílica menor del Voto Nacional, Casa Museo Jorge Eliecer Gaitán, Cementerio Central parte central, Colegio Distrital La Merced, Edificio Ecopetrol, Edificio Sede Automóvil Club de Colombia, Escuela Nacional de Medicina, Hospital San Juan de Dios e Instituto Materno Infantil, Iglesia de la Capuchina, Iglesia de San Antonio de Padua. Así mismo se adjuntan las resoluciones 039 de 1990 en la que se delimita la zona de influencia del Cementerio Central, parte Central, Resolución 0995 de 2016 Se aprueba el PEMP de hospital San Juan de Dios e Instituto Materno Infantil y Resolución 1402 de 2012 se declara la Basílica Menor de Sagrado Corazón de Jesús.

5.2.3.1.4.3 Caracterización cultural de las localidades

5.2.3.1.4.4 Localidad de Bosa

La actual localidad de Bosa se asienta en lo que se consideró como el segundo poblado Muisca más importante después de Bacatá y era gobernado por el Cacique Techotiva. Su nombre proviene de un vocablo chibcha que significaba "cercado de guarda" y "defiende las mieses". Los historiadores dicen que allí se llevó a cabo en 1538, el encuentro entre Gonzalo Jiménez de Quezada, Nicolás de Federmán (quien venía de Venezuela) y Sebastián de Benalcázar (quien venía de Perú), para firmar un tratado de Paz; este acto es recordado por una cruz en piedra que se encuentra frente a la iglesia de San Bernardino, la cual comenzó a construirse en el año de 1618, y fue declarada monumento nacional. En la vereda de San Bernardino se encuentra la ermita de El Humilladero, casi en ruinas y una cruz de piedra tosca, como testimonio del pasado indígena y colonial de esta localidad.

Hasta la primera mitad del siglo XX, Bosa fue un municipio compuesto por cinco barrios y habitado por no más de 20.000 personas, dedicados a actividades agrícolas de subsistencia. Varias comunidades religiosas escogieron el pueblo de Bosa para la ubicación de centros educativos que inicialmente fueron para la elite criolla, terratenientes, jerarquías militares, nacientes comerciantes, banqueros e industriales, de estos colegios todavía funciona el colegio Claretiano de Bosa.

En 1954 durante el gobierno del General Gustavo Rojas Pinilla, con el Decreto N° 3640, Bosa es anexada al distrito especial de Bogotá y mediante el Acuerdo 26 de 1972 se consolida como la localidad número siete de la ciudad. En el año 2000, el Cabildo Muisca de Bosa fue reconocido después de más de un siglo sin existencia legal, este reconocimiento se dio en el marco de una ceremonia oficial ante el Alcalde Mayor de Bogotá, D.C., según lo estipulado por la Ley 89 de 1890. (Secretaria Distrital de Planeación, 2011)

5.2.3.1.4.4.1.1 Actividad cultural y BIC

Desde el 2008 se constituyó un colectivo de trabajo de Casa de la Cultura denominado Bosa Huitaca conformado por La Casa Azul, Adultos Mayores Canitas Felices, Kandombeo y Color, el artista Alfredo Marcelly, las compañías de danzas Huellas y Yarake y las fundaciones Marmatos y Tradiciones Colombianas y Fundación Calarte. En el año 2009 se integran las organizaciones AM PM, Corporación Cultural Odeón, Corporación Cultural CVX, Fundación Calarte y Corporación

Arcilla y Tambores, con el fin de generar la constitución de la Casa de la Cultura de la localidad de Bosa y buscar el apoyo de la Secretaría de Cultura, Recreación y Deporte y recursos de la localidad. (Secretaria Distrital de Cultura, Recreación y Deporte, 2017)

A nivel de actividad cultural, Bosa cuenta con 133 artistas, principalmente en los campos de música 50,3%, artes plásticas 13,5% y danza 8,2%. Así mismo, la localidad cuenta con un total de 345 organizaciones culturales, recreativas y deportivas. De ellas, el 28% desarrolla actividades de cultura democrática; el 21%, Arte, y 17%, Música. (Secretaria Distrital de Cultura, Recreación y Deporte, 2017)

Los bienes de interés cultural (BIC) de la localidad de bosa incluyen el núcleo fundacional que incluye la alcaldía local, la iglesia San Bernardino, Parte Antigua Escuela Francisco de Paula Santander, Parte Antigua del Colegio El Libertador, Colegio Claretiano de Bosa y varias viviendas del centro. (Instituto Distrital de Patrimonio Cultural, 2017)

Fotografía 5.2.3.14 Ruinas de la iglesia del Humilladero en la vereda San Bernardino
Fuente: https://es.wikipedia.org/wiki/Bosa

Fotografía 5.2.3.15 Iglesia San Bernardino, plaza de Bosa
Fuente: https://es.wikipedia.org/wiki/Bosa

Fotografía 5.2.3.16 Estación del Tren Bosa, principios del siglo XX
Fuente: Pinterest.com

Fotografía 5.2.3.17 Estación del Tren Bosa en la actualidad.
Fuente: Google maps

5.2.3.1.4.5 Localidad Kennedy

La Localidad de Kennedy remonta sus orígenes al siglo XVI, cuando este era un territorio perteneciente a los indígenas Muiscas. Fue hasta la década de los años 30's que el territorio, dividido en dos haciendas, presenta sus primeros asentamientos urbanos. Por un lado la Hacienda Techo, tuvo a lo largo de su historia un sin números de traspasos que culminaron haciendo de esta un espacio de propiedad de particulares. Por otro lado La Hacienda Chamicera, a través de varios

procesos, se dividió territorialmente, dando origen a los barrios Santa Inés, Santa Helena, El Porvenir y San Isidro (Alcaldía Local de Kennedy, 2013).

Como gran acontecimiento histórico, la localidad en el año 1961 bajo el programa Alianza por el Progreso, respaldado por el gobierno de Colombia y de Estados Unidos, representado por el presidente de ese entonces John F. Kennedy, da lugar al proyecto de vivienda popular Techo. A partir de esto, en el año 1964 se cambia el nombre de Ciudad Techo a Ciudad Kennedy en honor al presidente Kennedy, tras su asesinato. Dentro de la Localidad de Kennedy se destacan lugares que se caracterizan por ser territorios de esparcimientos para los habitantes y visitantes de la localidad. Entre estos se encuentra el Centro Comercial Plaza de las Américas, centro comercial Tintal Plaza y la Biblioteca Publica El Tintal. También cuenta con espacios de interés ecológico como lo humedales el burro, la vaca y el de Techo.

5.2.3.1.4.5.1 Actividad Cultural y BIC

Las organizaciones culturales y artísticas de Kennedy tienen reconocimiento local y distrital por su trayectoria y experiencia en las prácticas de las artes y la cultura.

Kennedy cuenta con 273 artistas, principalmente en los campos de música 56,7%, artes plásticas 11,3% y danza 7,3%. También cuenta con un total de 682 organizaciones culturales, recreativas y deportivas. De ellas, el 34,4% desarrolla actividades de música, el 17,8% actividades de arte en general, el 13% actividades de organización, participación y cultura democrática, y el 8% de danza.

Las más destacadas son: Asociación Cultural Teatrama, Asociación Cultural Espacios de Vida, Asociación Cultural Kábala Teatro, Fundación Escuela Cultural Común y Arte FUCCA, A Media Cuadra, Grupo Musical de Rock Antídoto, Asociación Indígena Páez, Corporación Ciudad Emphiria, Corporación Cultural Cueda Majiye, Corporación Cultural Nueva Esperanza, Fundación Cultural Guayata, Los hijos de Obbatala, Nueva Generación de Mambo y Chachacha, Radio Miseria, Renacer Colombiano, KL, Los Parias, El Bordado de Ramona y la Escuela de Rock de Andrés Pantoja. Llegan a la escena local con fuerza organizaciones de arte dramático como la Fundación La Disidencia Teatro, Ábaco Títeres, La Hormiga Dinámica, El Beso, Títeres en Danza, Luna Nueva, Acuarela de Marsella, y en música Los Auténticos Embejucados, La Murga de Colombia, organizaciones que le imprimen nuevos aires a la dinámica cultural local. (Secretaria Distrital de Cultura, Recreación y Deporte, 2017)

A pesar de ser una localidad antigua, Kennedy cuenta con escasos Bienes de Interés Cultural, entre los que se destacan: Estadio Metropolitano Ciudad de Techo, Hacienda Tagaste, Hacienda Boíta, Edificación Antigua Casona de la Hacienda Las Margaritas y la Clínica Nuestra Señora de la Paz y la IED Nicolás Esguerra. (Instituto Distrital de Patrimonio Cultural, 2017)

Fotografía 5.2.3.18 Hacienda Tagaste
Fuente: http://mapio.net

Fotografía 5.2.3.19 Estadio Metropolitano Ciudad de Techo
Fuente: http://www.filmingbogota.gov.co

5.2.3.1.4.6 Localidad Puente Aranda

La localidad recibe su nombre debido al puente que atravesaba el terreno cenagoso de don Juan de Aranda sobre el río Chinua, hoy llamado San Francisco. El cual existió hasta el año 1944, fecha en la cual se inició la construcción de la avenida de Las Américas. Posterior a esto se dio inicia a la construcción de un canal hacia el occidente, el cual tenía como objetivo atravesar La Sabana, para facilitar el cruce de los viajeros por el humedal de Aranda. (Alcaldía Mayor de Bogotá, 2017)

Tras el desarrollo industrial de la ciudad, Puente Aranda se convirtió inicialmente en el territorio de una serie de pequeñas empresas manufactureras que fueron creciendo al lado de un sector residencial. (Alcaldía Mayor de Bogotá, 2017) A partir de esto Puente Aranda se concibe como el corredor industria de la capital, en donde varias de las empresas e industrias más importantes de la capital se sitúan, pero también pequeñas, grandes y medianas fábricas se encuentran ubicadas en la localidad.

5.2.3.1.4.6.1 Actividad cultural y BIC

La localidad cuenta con un alto nivel participativo a nivel cultural, contando con 121 artistas, principalmente en los campos de música 46%, artes plásticas 16% y danza 6%. Así mismo, tiene un total de 324 organizaciones culturales, recreativas y deportivas. De ellas, el 31% desarrolla actividades arte, 30% de música y 7% de radio, cine, televisión y audiovisuales. (Secretaria Distrital de Cultura, Recreación y Deporte, 2017)

Algunas de las organizaciones culturales presentes en la localidad son: Esencia Mística, Corporación Makerule, Fundación Manik-Lamar, Junta de Acción Comunal Barrio La Alquería, Colectivo Martín el Artesano, El Clandestino, Corpoalisin, Asociación Cañamomo Teatro, entre otros.

En la Localidad de Puente Aranda se encuentran los siguientes BIC: Casa de Montes La Milagrosa, Casa Museo Antonio Nariño, Hacienda de Montes La Milagrosa, Iglesia Santa Isabel de Hungría, Centro Protección Especial y Justicia para el Menor y la Familia, Biblioteca Universidad Distrital (Antiguo Matadero Distrital), Imprenta Billetes Banco República, Subestación Gorgonzola, Colegio Distrital La Merced, Cervecería Andina, Sena, Fabrica Postobón, Colegio Salesiano León

XIII - Primaria, Vinos Bodegas Añejas e Iglesia San Gregorio Magno. (Secretaria Distrital de Cultura, Recreación y Deporte, 2017).

Fotografía 5.2.3.20 Biblioteca Universidad Distrital (Antiguo Matadero Distrital)
Fuente: http://www.bogota.gov.co/content/

Fotografía 5.2.3.21 Casa Museo Antonio Nariño
Fuente:
http://ciudadmontesparqueterritorio.blogspot.com.co/

5.2.3.1.4.7 Localidad Antonio Nariño

El nombre de la localidad es un homenaje a Antonio Nariño, que vivió gran parte de su vida en una hacienda ubicada en esta zona, en la época colonial. Este territorio que ahora comprende la localidad, fue de gran importancia comercial ya que era entrada y salida de la ciudad hacia el sur y asiento de haciendas y quintas de recreo como: la Quinta de Nariño, Llano de Mesa, Quiroga, San Vicente, la Regadera, Osorio, La Fragüita, la Fragua y Muzú. Allí se ubican algunos de los primeros asentamientos urbanos de la localidad, como los barrios Santander y Luna Park que se empezaron a construir hacia el año 1920; de igual forma, alberga el Barrio Carlos E. Restrepo de larga tradición manufacturera y marroquinera.

El barrio San Antonio uno de los más tradicionales de la localidad, se inició con el asentamiento de los padres terciarios franciscanos, quienes manejaban un asilo en lo que hoy se conoce como el colegio interparroquial del sur. Con el tiempo, este barrio se configuró como un punto de referencia para la ciudad y para los habitantes de la Bogotá de antaño. (Instituto de Desarrollo Urbano, 2015)

5.2.3.1.4.7.1 Actividad Cultural y BIC

La localidad de Antonio Nariño y los procesos culturales que se desarrollan dentro de la misma han cobrado relevancia con la conformación de la Asociación Casa de la Cultura de la localidad, ya que esta dio origen a la conformación y formalización de muchas organizaciones dedicadas al desarrollo de actividades culturales que propenden por el impulso de actividades culturales dentro de la localidad. Actualmente Antonio Nariño cuenta con 152 artistas, principalmente en los campos de danza 39%, música 19% y arte (dramática y plástica) 15%. También, cuenta con un total de 199 organizaciones culturales, recreativas y deportivas. De ellas, el 34% desarrolla actividades de arte, el 28% de música y 15% de danza. (Secretaria Distrital de Cultura, Recreación y Deporte, 2017)

Algunas de las organizaciones culturales presentes en la localidad son: Academia de Arte y Teatrino Don Eloy, Achote, Asociación-Colectivo Literario El Aleph, Asociación Años Dorados Somos Colombia, Asociación Escuela de Danza Flor Pachón, Asoferm-Artesanías, Colectivo Artístico Traficante de Sueños, Compañía Artística Swing y Sabor, Corporación Colectivo Artístico Expresión (Corpoexpresión), Corporación Cultura y Educativa Casa Nariño, Corporación Casa Cultural Antonio Nariño-Korcuan, Fundación Cultural Vendimia Teatro, Fundación Danzas

Renacer-Adulto Mayor, Fundación Museos del Cuero y de los Años 40, Grupo de Teatro Lepanto / Organización Ardé, Reskate Grafiko, Sueños Artísticos, entre otras.

En espacios culturales se destaca el Teatro de Villa Mayor, Museo del Cuero, Museo de los años 40, Museo de Artes Gráficas de la imprenta Nacional. En materia de patrimonio asociado a bienes de interés cultural (BIC), Antonio Nariño cuenta con 18 BIC, entre ellos el Cementerio del Sur, el Hospital Santa Clara y la Iglesia de San Antonio de Padua. (Instituto Distrital de Patrimonio Cultural, 2017)

Fotografía 5.2.3.22 Hospital Santa Clara
Fuente: http://www.locationcolombia.com

Fotografía 5.2.3.23 Iglesia San Antonio de Padua
Fuente: http://bogotaturismo.gov.co/iglesia-de-san-antonio-de-padua

5.2.3.1.4.8 Localidad Los Mártires

La localidad de Los Mártires al igual que otras localidades de Bogotá, en sus orígenes la zona sobre el cual se encuentra ubicada la localidad antiguamente era el emplazamiento de haciendas y casas campestres, pero por su cercanía con la zona urbana de la antigua Santa Fe la hacía de gran importancia para el desarrollo de la ciudad. En un inicio, allí se dispuso la ubicación el cementerio para los ciudadanos ingleses que residían en la capital, “los terrenos de lo que hoy es denominado Cementerio Central y en el cual reposan gran parte de los restos de personajes ilustres y protagonistas de la historia nacional”. (Instituto de Desarrollo Urbano, 2015)

“Uno de los procesos de desarrollo más relevantes dentro de los terrenos de la localidad fue la construcción de la casa de campo conocida como San Facón, ya que de esta derivaron construcciones como el convento de San Facón, la Iglesia Gótica y la Estación de la Sabana, esta última se considera en eje primordial del desarrollo contemporáneo del sector, ya que la estación se convirtió en un punto de referencia, llegada y salida de gran cantidad de personas, lo cual origino un elevado número de población flotante en el sector que incentivo el desarrollo comercial sobre lo que hoy conocemos como la Calle 13, los cuales en sus principios estaban relacionados a bodegas de almacenamiento para los productos que llegaban a la capital, Hoteles, restaurantes, cafeterías entre otros.” (Instituto de Desarrollo Urbano, 2015)

5.2.3.1.4.8.1 Actividad cultural y BIC

Los residentes del sector desarrollan actividades culturales, recreativas y deportivas propias, pero estas son limitadas a los sectores residenciales, los cuales son mínimos ya que la localidad en gran medida se encuentra destinada para uso comercial. Los Mártires cuentan con 47 artistas, principalmente en los campos de música 36%, arte (plástico y dramático) 32% y audiovisuales

13%. Así mismo, también cuenta con un total de 148 organizaciones culturales, recreativas y deportivas. De ellas, el 26% desarrolla actividades de arte, el 22% de música y 11% de deporte y recreación. (Secretaria Distrital de Cultura, Recreación y Deporte, 2017)

La localidad cuenta con un gran número de monumentos y sitios de interés cultural, reconocidos como patrimonio cultural del Distrito, dentro de los sitios de mayor interés cultural e histórico de la capital que se encuentran dentro de esta localidad están: estación de la Sabana, edificio sede Instituto Técnico Central, edificio sede Batallón Guardia Presidencial, cementerio Central, obelisco a los Mártires, museo exposición el hombre, museo cementerio Central, colegio Agustín Nieto Caballero, colegio Antonia Santos, hospital San José, conjunto arquitectónico Colseguros. (Instituto de Desarrollo Urbano, 2015)

Fotografía 5.2.3.24 Edificio sede Batallón Guardia Presidencial
Fuente: Consorcio Metro BOG, 2017

Fotografía 5.2.3.25 Hospital San José
Fuente: http://bogotaenbogota.blogspot.com.co

5.2.3.1.4.9 Localidad Santa Fe

Esta localidad posee una amplia gama de referentes de cultura material que abarca desde arquitectura colonial, a republicana y de principios del siglo XX - protegida por disposiciones de ley - como es el caso de la plaza de mercado del barrio Las Cruces, el Teatro Faenza, los santuarios de la Peña y el Cerro de la Cruz, así como Guadalupe y Monserrate que hacen parte de la tradición católica de la ciudad, y otros no menos importantes.

Monserrate es un importante referente turístico de la ciudad, al que suben cada domingo cientos de turistas. Igualmente, el parque Nacional Enrique Olaya Herrera hace parte de la tradición popular bogotana, desde hace muchos años, las familias han encontrado espacios propicios para el disfrute en armonía con la naturaleza y los fogosos deportistas, espacios adecuados para sus ejercicios rutinarios. (Instituto de Desarrollo Urbano, 2015)

5.2.3.1.4.9.1 Actividad cultural y BIC

En el aspecto artístico, Santa Fe cuenta con 222 artistas, principalmente en los campos de música 21,2%, audiovisuales 15,3% y danza 13,5%. Así mismo, la localidad cuenta con un total de 497 organizaciones culturales, recreativas y deportivas. De ellas, el 22% desarrolla actividades de arte, el 15% arte dramático, el 17% música y el 13% organización, participación y cultura democrática. (Secretaria Distrital de Cultura, Recreación y Deporte, 2017)

En materia de patrimonio asociado a bienes de interés cultural (BIC), Santa Fe, cuenta con 4.363 BIC, entre ellos: La Biblioteca Nacional, El Museo del Oro, Museo Nacional, Parque Nacional Olaya Herrera, El Planetario Distrital, La Plaza de Toros de Santa María, Teatro Jorge Eliécer Gaitán y El Colegio Mayor de Cundinamarca. (Secretaria Distrital de Cultura, Recreación y Deporte, 2017)

Fotografía 5.2.3.26 Parque Nacional
Fuente: http://laprensacolombiana.com

Fotografía 5.2.3.27 Museo Nacional
Fuente: Consorcio Metro BOG, 2017

5.2.3.1.4.10 Localidad Teusaquillo

La localidad tomó su nombre del tradicional barrio Teusaquillo, como recordatorio de ese lugar indígena. En 1927 se inició su desarrollo urbanístico, al ser residencia de las clases altas que venían trasladándose hacia el norte de la ciudad. A su vez marcó una época en el urbanismo y la arquitectura capitalina; se destacan los arquitectos Alberto Manrique Martín, Karl Brunner, Guerra Galindo y Hans Wiesner, entre otros, quienes aportaron el concepto de barrio residencial compacto, construido en torno a espacios abiertos de calles amplias y arborizadas, con antejardines que rompían los esquemas coloniales y neoclásicos. (Secretaria Distrital de Cultura, Recreación y Deporte, 2017)

5.2.3.1.4.10.1 Actividad Cultural y BIC

En cuanto a la localidad de Teusaquillo, esta se destaca por su amplia oferta de equipamientos culturales, entre ellos los que ofrecen espectáculos en teatro, museos y centros culturales, igualmente la oferta de galerías, centros artísticos y bibliotecas es amplia. Entre la oferta artística se encuentran asociaciones, fundaciones, corporaciones, talleres, escuelas, etc. Existen más de 200 organizaciones culturales, representadas en salas de teatro, auditorios, talleres y galerías de artes plásticas, centros culturales, sector de comunicaciones, bibliotecas, museos y ONG, que propenden por incentivar procesos de creación y fomento de las áreas artísticas con énfasis en artes escénicas (música, danza y teatro). La Localidad también alberga importantes medios de comunicación de alcance nacional y distrital: 12 emisoras radiales, 5 noticieros de televisión, 3 empresas de producción audiovisual, 16 industrias editoriales, 5 emisoras comunitarias y 5 periódicos locales, además de revistas con circulación interna de algunas instituciones que habitan en la localidad. (Instituto de Desarrollo Urbano, 2015)

Así mismo, la localidad cuenta con un total de 849 organizaciones culturales, recreativas y deportivas. De ellas, el 36% desarrolla actividades de arte, el 27%, de música, y 11% audiovisuales, de cine, radio y televisión. (Secretaria Distrital de Cultura, Recreación y Deporte, 2017)

Algunas de estas organizaciones culturales, son: Academia de Artes Guerrero, Academia Arco, Academia de Artes Escénicas Ronald Ayazo, Arte y Porcelana, Compañía para la Paz-Compaz, Escuela de Artes y Oficios El Campín, Escuela de Artes y Arquitectura Escuola, entre otras.

En materia de patrimonio asociado a bienes de interés cultural (BIC), Teusaquillo cuenta con 2.279 BIC, entre ellos el Conjunto de Edificios de la Universidad Nacional de Colombia, declarado monumento nacional, la casa donde vivió Jorge Eliécer Gaitán, también monumento nacional, y la Conferencia Episcopal. Se destacan los barrios Teusaquillo, La Magdalena y Armenia con sus conjuntos arquitectónicos Ardeco, Neoclásico, Inglés y Victoriano. Es destacada la participación de importantes arquitectos de la época como Alberto Manrique Martín, Karl Brunner y Guerra Galindo. (Secretaria Distrital de Cultura, Recreación y Deporte, 2017)

Fotografía 5.2.3.28 Casas Barrio Teusaquillo
Fuente: https://www.civico.com

Fotografía 5.2.3.29 Casa Museo Jorge Eliecer Gaitán
Fuente: https://www.civico.com

5.2.3.1.4.11 Localidad Barrios Unidos

En un principio, el territorio de la actual localidad de Barrios Unidos estaba conformado por extensas haciendas, entre las cuales se destaca la del ex presidente José, Abadía Méndez, la finca «San León» de propiedad de los hermanos cristianos, la Quinta Mutis, la hacienda el salitre, entre otras. A principios del siglo XX, se inició el proceso urbanizador este se caracterizó por su informalidad dando origen a barrios tradicionales como, Siete de Agosto, San Fernando y Doce de Octubre. La localidad de Barrios Unidos fue creada mediante el Acuerdo 26 de 1972. (Secretaria Distrital de Cultura, Recreación y Deporte, 2017)

5.2.3.1.4.11.1 Actividad Cultural y BIC

La localidad concentra la mayor extensión de zona verde y arborizada de la ciudad, en la UPZ El Salitre, ya que allí están ubicados espacios de alta representatividad y dinámica de nivel metropolitano, como el Parque Metropolitano Simón Bolívar, el Museo de Los Niños, el Parque Salitre Mágico y el Centro de Alto Rendimiento.

En los aspecto cultural y artístico, la localidad de Barrios Unidos cuenta con 128 artistas, con la mayor participación en las áreas de música 29%, audiovisuales 22,3% y artes pláticas 14,8%. Así mismo, la localidad cuenta con un total de 262 organizaciones culturales, recreativas y deportivas. De estas, el 69% desarrolla actividades de arte, música y danza; el 8% de cultura democrática y participación, y otro 8% de recreación, deporte y actividad física. (Secretaria Distrital de Cultura, Recreación y Deporte, 2017)

En materia de patrimonio asociado a bienes de interés cultural (BIC), Barrios Unidos cuenta con 417 BIC. Entre ellos están, la Iglesia Santísima Trinidad, el convento Siervas de María y la Escuela

Militar de Cadetes José María Córdoba, declarada monumento nacional en 1998. (Secretaria Distrital de Cultura, Recreación y Deporte, 2017)

Fotografía 5.2.3.30 Iglesia Santísima Trinidad
Fuente: http://vetcristosacerdote.arquibogota.org.co

Fotografía 5.2.3.31 Escuela Militar de Cadetes José María Córdoba
Fuente: http://www.vanguardia.com

5.2.3.1.4.12 Localidad Chapinero

A finales del siglo XVIII, Chapinero era una aldea de casas pertenecientes a familias adineradas. El resto de Chapinero era una serie de haciendas donde se cultivaba trigo, árboles frutales y se iba a veranear. Algunas de ellas eran Teusaquillo, La Magdalena, Marly y otra serie de fincas como La Merced, Palermo, El Campín, Los Rosales, La Gruta, Quinta Mireya, El Bosque, El Chicó y Villa Sonia (propiedad del general Rafael Reyes). La única iglesia del sector era una pequeña capilla en la calle 60 con carrera 7ª. En los últimos 30 años, la localidad se ha convertido en centro comercial y financiero del norte de la ciudad, y paulatinamente el comercio atrajo los servicios bancarios y de telecomunicaciones. Con el auge y dinamismo financiero y comercial se adelantaron proyectos con el fin de incrementar la oferta de equipamientos dirigidos al comercio y las finanzas, se construyeron el Centro Granahorrar, 1983; World Trade Center, 1986; Centro Andino, 1992 y la Bolsa de Bogotá, 1994. (Secretaria Distrital de Cultura, Recreación y Deporte, 2017)

5.2.3.1.4.12.1 Actividad Cultural y BIC

Esta localidad alberga una gran variedad de manifestaciones artísticas y culturales que sobresalen por su reconocimiento y calidad. Aquí se ubican algunos de los más importantes teatros y escenarios distritales; además se encuentra la sede principal de la organización del Festival Iberoamericano de Teatro, sin duda uno de los más destacados del mundo. En Chapinero es posible encontrar centros de formación artística, también es el sitio de residencia de muchos artistas y gestores culturales, algunos de los cuales gozan de alto reconocimiento en el ámbito nacional e internacional.

En el campo cultural, Chapinero se destaca por su diversidad, su ubicación en una zona céntrica de la ciudad, hace que sea un lugar de tránsito pero también una zona muy visitada por los Bogotanos y extranjeros. En la localidad tiene asiento una gran cantidad de grupos poblacionales, raciales y étnicos, entre los que sobresale la comunidad LGBTI, debido a lo cual se estima que la localidad es una de las que mayor reconocimiento de derechos otorga a esta población. (Instituto de Desarrollo Urbano, 2015)

Chapinero cuenta con 183 artistas, principalmente en los campos de música 49,7%, audiovisuales 14,2% y arte dramático 10,9%. La localidad cuenta con un total de 652 organizaciones culturales, recreativas y deportivas, de estas el 29% desarrolla actividades de música, el 30% arte y arte dramático y el 18% de danza y organización, participación y cultura democrática, con un 9% cada una. (Secretaria Distrital de Cultura, Recreación y Deporte, 2017)

En el aspecto patrimonial, Chapinero es, sin duda, una de las localidades de mayor valor después de La Candelaria debido a su patrimonio natural, que incluye los cerros orientales y su zona rural, y a su emblemática infraestructura, desde la iglesia de Lourdes hasta el barrio Quinta Camacho. Chapinero creció urbanísticamente de la mano de Bogotá; por eso su patrimonio está representando en edificaciones de un considerable valor histórico. (Instituto de Desarrollo Urbano, 2015)

Fotografía 5.2.3.32 Villa Adelaida
Fuente:
http://escombrosdeltiempo.blogspot.com.co/

Fotografía 5.2.3.33 Iglesia de Lourdes
Fuente: http://es.arautos.org

5.2.3.1.5 Dimensión Político Organizativa

Esta dimensión abarca el análisis de los aspectos socio-políticos del área de influencia del Proyecto, es decir, las nueve localidades caracterizadas en el documento para el AII y las manzanas aferentes ubicadas sobre el trazado del Metro para el AID, esta caracterización abarca la presencia institucional, las formas organizativas de la comunidad y los proyectos o programas ejecutados o en ejecución. Esta información posibilita la identificación de actores sociales representados por las organizaciones y/o líderes comunitarios, además de los actores institucionales y políticos, representados en las entidades y organismos de carácter público o privado con asiento en las localidades.

5.2.3.1.5.1 Presencia institucional y organización comunitaria

Bogotá como Distrito Capital es una división territorial de primer orden, cuya estructura administrativa comprende:

- Sector central conformado por el despacho del Alcalde Mayor, las secretarias y los departamentos administrativos. Las secretarías Distritales (General, Gobierno, Hacienda, Planeación, Desarrollo económico, Educación, Salud, Integración social, Cultura, Recreación y deporte, Ambiental, Movilidad y Hábitat).

- Cada una de localidades en la que está subdividida la ciudad tiene un Alcalde Local que es nombrado por el Alcalde Mayor y que está bajo la supervisión de este, su función es coordinar la acción administrativa del gobierno distrital en la localidad.
- El Concejo Distrital posee atribuciones legislativas y es el encargado de ejercer el control político en la administración distrital. Se encuentra compuesto por 45 concejales que representan a las veinte localidades.
- El Tribunal Superior de Bogotá, el cual está compuesto por 9 miembros y dividido en tres salas: Sala de decisión de contravenciones civiles, Sala de decisión de contravenciones penales y Sala de decisión de contravenciones administrativas, desarrollo urbanístico y espacio público.
- Cada localidad tiene una Junta Administradora Local -JAL- que tiene funciones concernientes a los planes y programas distritales de desarrollo económico y social de obras públicas, vigilancia y control a la prestación de los servicios públicos en su localidad y las inversiones que se realicen con los recursos del Distrito Capital, entre otras.

En su división administrativa, la ciudad se subdivide en 20 localidades (Tabla 5.2.3.24) y estas a su vez, se subdividen en Unidades de Planeamiento Zonal (UPZ), que agrupan varios barrios y en la parte rural, veredas; las UPZ agrupan más de 5.000 barrios.

Tabla 5.2.3.24 Localidades de Bogotá

Localidad			
1	Usaquén	11	Suba
2	Chapinero	12	Barrios Unidos
3	Santa Fe	13	Teusaquillo
4	San Cristóbal	14	Los Mártires
5	Usme	15	Antonio Nariño
6	Tunjuelito	16	Puente Aranda
7	Bosa	17	La Candelaria
8	Kennedy	18	Rafael Uribe Uribe
9	Fontibón	19	Ciudad Bolívar
10	Engativá	20	Sumapaz

Fuente: (Secretaría Distrital de Planeación, 2011)

A nivel del área de influencia indirecta (AII), hacen presencia diferentes instituciones distritales y organizaciones comunitarias, además de varias instancias de participación.(Ver Tabla 5.2.3.25)

Tabla 5.2.3.25 Instituciones y organizaciones con presencia local

Localidad	**Instancias de participación**	**Instituciones que hacen presencia**	**N° de Juntas de acción comunal**
Bosa	JAC, CLOPS, CLIP, CPL,CLDG CLG, CLC,JAL,COL;CLA; UAT	Colegios, SDM, Estación Bomberos, Hospital Pablo VI, IDIGER, Jardines infantiles, ICBF, UPAS, UBAS, CAMIS, CADA Súper CADE, Cárcel, Policía Nacional, ICBF, Alcaldía Local, SDA. Los 15 sectores con sus respectivas instancias: Ambiente, cultura y recreación, Desarrollo económico, Educación , Movilidad,	60

Localidad	Instancias de participación	Instituciones que hacen presencia	N° de Juntas de acción comunal
		Mujer, Gobierno Habita, hacienda, jurídica, planeación, Salud, Integración y Seguridad	
Kennedy	CLG, JAC, CLOPS, CLIP, CPL, CLD, CLC, UAT, JAL, COL, y CLA.[4]	Colegios, SDM, Estación Bomberos, Hospital del Sur, IDIGER, Jardines infantiles, ICBF, UPAS, UBAS, CAMIS, CADE, Súper CADE, Policía Nacional, ICBF, Alcaldía Local y Los 15 sectores con sus respectivas instancias.	197
Puente Aranda	JAC, CLOPS, CLIP, CPL, CLD, CLG, CLC, UAT, JAL, COL, CLA[5]	Colegios, SDM, Estación Bomberos, Hospital del Sur, IDIGER, Jardines infantiles, ICBF, UPAS, UBAS, CAMIS, CADA Súper CADE, Cárcel Modelo, URI, Policía Nacional, ICBF, Alcaldía Local.	55
Antonio Nariño	JAC, CLOPS, CLIP, CPL, CLD, CLG, CLC,UAT,JAL,COL,CLA	Universidad Antonio Nariño, Hospital Rafael Uribe Uribe y RUU, Policía Nacional, IDU, Comisaria de familia, IDRD, IDPAC, SDG, SDE.	10
Los Mártires	JAC, CLOPS, CLIP, CPL, CLD, CLG, CLC,UAT, JAL,COL,CLA	SDIS, SDG, Hospital Centro Sur; Colegios, Jardines, IDU, SDM, SDA, PONAL, CAI, UBAS, UPAS, CAMIS etc.	19
Santa Fe	JAC, CLOPS, CLIP, CPL, CLD, CLG, CLC, JAL, CLA, COL, UAT[6]	Colegios, SDM, Estación Bomberos, Hospital Centro Sur, IDIGER, Jardines infantiles, ICBF, UPAS, UBAS, CAMIS, CADA Súper CADE, Cárcel, POLNAL Modelo, ICBF, Alcaldía Local, etc.	21
Teusaquillo	JAC, CLOPS, CLIP, CPL, CLD, CLG, CLC, UAT, JAL,COL,CLA[2]	Colegios, SDM, Estación Bomberos, Hospital Chapinero, IDIGER, Jardines infantiles, ICBF, UPAS, UBAS, CAMIS, CADA Súper CADE, Cárcel, Policía Nacional Modelo, ICBF, Alcaldía Local, SDA.	29
Chapinero	*JAC, CLOPS, CLIP, CPL,	Colegios, SDM, Estación Bomberos, Hospital	16 JAC

[4] CLA: Comisión Local Ambiental
CLG: Consejo Local de Gobierno
CLOPS: Comisión Local de Político Social
CLIP: Comisiones Locales intersectoriales de la Participación
CLCR-CC: Comités Locales de Gestión de Riesgo y Cambio Climático.
CLD: Consejo Local de Discapacidad
CLC: Consejo Local de Cultura
CPL: Consejo de Planeación Local.
COL: Consejo Operativo Local
JAL: Junta Administradora Local
UAT: Unidad de Apoyo Técnico

[6] CLA: Comisión Local Ambiental
CLG: Consejo Local de Gobierno
CLOPS: Comisión Local de Político Social
CLIP: Comisiones Locales intersectoriales de la Participación
CLCR-CC: Comités Locales de Gestión de Riesgo y Cambio Climático.
CLD: Consejo Local de Discapacidad
CLC: Consejo Local de Cultura
CPL: Consejo de Planeación Local.
COL: Consejo Operativo Local
JAL: Junta Administradora Local
UAT: Unidad de Apoyo Técnico

Localidad	Instancias de participación	Instituciones que hacen presencia	N° de Juntas de acción comunal
	CLD, CLG, CLC,UAT; JAL,COL,CLA[2]	Chapinero, IDIGER, Jardines infantiles, ICBF, UPAS, UBAS, CAMIS, CADA Súper CADE, Cárcel, POLNAL Modelo, ICBF, Alcaldía Local, SDA.	y 24 asociaciones de vecinos
Barrios Unidos	JAC, CLOPS, CLIP, CPL, CLD, CLG, CLC,JAL,COL;CLA; UAT[2]	Colegios, SDM, Estación Bomberos, Hospital Chapinero, IDIGER, Jardines infantiles, ICBF, UPAS, UBAS, CAMIS, CADA Súper CADE, Cárcel, POLNAL Modelo, ICBF, Alcaldía Local, SDA.	37

Fuente: (Alcaldía de Kennedy, 2017) (Alcaldía de Puente Aranda., 2017) (Alcaldía de Antonio Nariño, 2017) (Alcaldía de Los Mártires, 2017) (Alcaldía de Santa Fe, 2017) (Alcaldía de Teusaquillo, 2017) (Alcaldía de Barrios Unidos, 2017) (Alcaldía de Chapinero, 2017)

En todas las localidades de la ciudad, incluidas las nueve que hacen parte del AII del estudio, hacen presencia los 13 sectores o secretarias con sus respectivas instancias: Ambiente, cultura y recreación, Desarrollo económico, Educación, Movilidad, Mujer, Gobierno Habita, hacienda, jurídica, planeación, Salud, Integración y Seguridad, entre otras.

Las localidades además cuentan con Consejos Locales de Gobierno, que son instancias conformadas por representantes de los 13 sectores de la administración distrital, lo que garantiza que se coordine la territorialización de la inversión. Entre sus funciones están definir la inversión económica descentralizada de la política distrital en la localidad, suministrar información actualizada sobre los diagnósticos locales, participar en la divulgación de dicha información durante los procesos de formulación de los planes de desarrollo local, identificación de problemáticas locales y diseñar propuestas para su diagnóstico y atención, formular las estrategias de intervención conjunta entre el sector local y los sectores central y descentralizado a partir del plan de desarrollo distrital y local, entre otras. (Instituto de Desarrollo Urbano, 2015)

Los Consejos Locales de Política Social, son otras instancias de participación que tienen como objetivo coordinar y apoyar los procesos de construcción y formulación de la política social distrital para la garantía de los derechos fundamentales individuales y colectivos. Estos escenarios están conformados por personas delegadas de los diferentes comités y consejos que cuentan con políticas públicas de carácter social. (Instituto de Desarrollo Urbano, 2015)

A nivel comunitario, en estas localidades hacen presencia 368 juntas de acción comunal y en el caso de Chapinero, además hay 24 asociaciones de vecinos. Las JAC son las encargadas de representar a las comunidades ante los entes gubernamentales, empresas privadas o cualquier entidad que tenga incidencia en su territorio, en este caso en los barrios.

5.2.3.1.5.2 Proyectos estructurales a nivel de localidad

En la actualidad, en la ciudad se están desarrollando unos proyectos estructurantes que pueden llegar a tener incidencia en el proyecto de la Primera Línea del Metro. A continuación, en la Tabla 5.2.3.26 se presentan algunos de los proyectos que el Distrito tiene en ejecución y que tienen incidencia en las localidades que hacen parte del área de influencia del Proyecto.

Tabla 5.2.3.26 Proyectos estructurales para el Distrito

Proyecto	Detalle
Construcción de una Bogotá que vive los Derechos	El proyecto propende por el fortalecimiento institucional en toda su plenitud; Direccionando y articulando a través de una gestión integral, los

Proyecto	Detalle
Humanos	procesos de acuerdo con el rediseño que se surtirá en la entidad; acorde con los lineamientos del Plan de Desarrollo Distrital y acentuando en la transparencia, gestión pública, servicio a la ciudadanía, comunicación y priorizando el talento humano, la cultura y clima organizacional.
Promoción y visibilización de los Derechos de los grupos étnicos en el Distrito Capital	Con el fin de contribuir a la inclusión de los grupos étnicos en las dinámicas urbanas, este proyecto pretende la promoción y visibilización de estos grupos en Bogotá mediante cuatro acciones específicas enmarcadas en la normatividad vigente para grupos étnicos en Bogotá y el Plan de Desarrollo 2016-2020 Bogotá Mejor para Todos. i)) La primera acción que espera promover los derechos de los grupos étnicos en Bogotá. ii) Implementará una cátedra sobre los derechos de grupos étnicos. iii) La construcción de una estrategia de investigación de las tradiciones de los grupos étnicos. iv) Generar espacios de atención diferenciada. Centro CONFIA "Centro de Orientación y Fortalecimiento Integral Afro bogotano.
Fortalecimiento de la capacidad institucional de las Alcaldías Locales	Las Alcaldías Locales presentan debilidades en su capacidad institucional, así como grandes brechas entre sí, lo cual dificulta el cumplimiento de las funciones y competencias que les han sido asignadas para lograr el mejoramiento de la calidad de vida de los ciudadanos.

Fuente: (Secretaría Distrital de Planeación, 2011)

5.2.3.2 Área de influencia directa AID

La caracterización del AID se construyó con base en información primaria obtenida mediante la aplicación del Censo Indirecto del Comercio Formal e Informal cuya metodología se presenta a continuación (Ver Tabla 5.2.3.27 y Figura 5.2.3.80 en información secundaria de fuentes oficiales como el Departamento Administrativo Nacional de Estadística –DANE-, la Secretaría Distrital de Desarrollo Económico –SDDE-, la Cámara de Comercio de Bogotá –CCB-, otros observatorios de la Secretaría Distrital de Planeación –SDP-, el Instituto para la Economía Social –IPES-, el Departamento Administrativo para la Defensoría del Espacio Público –DADEP- y Alcaldías Locales; y como resultado de la gestión interinstitucional, en información primaria específica procesada por las entidades relacionadas anteriormente.

Tabla 5.2.3.27 Zonas AID del Tramo Uno de la Primera Línea del Metro de Bogotá

Zona N.	Dirección	Localidades que abarca
1	Zona Patio Taller Desde el canal Cundinamarca, Portal Américas hasta Carrera 80 (Av. Abastos)	Kennedy
2	Desde la Av. Carrera 80 (Av. Abastos) hasta Av. Carrera 68	Kennedy
3	Avenida Carrera 68 hasta Av. NQS	Kennedy, Puente Aranda y Antonio Nariño
4	Desde Av. NQS, Avenida Caracas con Calle 8ª sur hasta Avenida Calle 1a	Antonio Nariño, Santa Fe, Mártires
5	Avenida Calle 1ª con Av. Caracas hasta Calle 26	Santa Fe y Mártires
6	Avenida Caracas desde la Calle 28 hasta la Calle 80	Barrios Unidos, Chapinero y Teusaquillo

Fuente: Consorcio Metro BOG 2017

Figura 5.2.3.80 Zonas AID Tramo 1 Primera Línea del Metro de Bogotá
Fuente: Consorcio Metro BOG 2017

5.2.3.2.1 Dimensión Demográfica

Para los datos demográficos del Área de Influencia Directa se tomó como referencia la información proveniente del Portal de Mapas de Bogotá, en este portal se puede consultar en detalle la información de la ciudad, a través de los niveles de información básica suministrada por distintas entidades del orden Distrital. Los datos de población provienen de la Encuesta Multipropósito, aplicada por el DANE y la Secretaria Distrital de Planeación en el 2014, esta información se puede consultar sobre el mapa de Bogotá, llegando en algunos casos al nivel de manzanas.

Los datos de población para cada una de las zonas se presentan en la Tabla 5.2.3.28, con base en esta información se identifica que la zona uno y dos son las que presentan mayor población, debido posiblemente a las características del sector que alberga conjuntos de apartamentos y viviendas unifamiliares, estas dos zonas corresponden a la localidad de Kennedy (localidad con más población de las nueve que hacen parte del estudio).

Respecto a la zona seis que corresponde a las localidades de Teusaquillo, Chapinero y Barrios Unidos, se registra menos población. Esta zona corresponde al sector comercial y de servicios sobre el corredor de la Avenida Caracas.

Tabla 5.2.3.28 Población por zona

Zona	Población
Patio taller	9.232
Zona 1	62.434
zona 2	64.732
Zona 3	17.279
Zona 4	16.475

Zona	Población
Zona 5	16.992
Zona 6	2.788
Total	180.700

Fuente: (Planeación, 2014)

Acorde a la Figura 5.2.3.81, los porcentajes de población por zonas, indican que los sectores residenciales de la zona uno y dos, concentran el porcentaje más alto de población sobre el trazado, mientras que la zona seis solo agrupa el 2% de la población. Por otra parte, las zonas dos y seis tienen la mayor longitud en el trazado, pero las diferencias en población muestran las diferencias socioeconómicas y de ocupación del territorio, ya que mientras la zona dos es netamente residencial con unos claros y concentrados sectores comerciales e industriales, la zona seis es una zona en donde la mayoría es población flotante, al alberga importantes zonas comerciales y de servicios educativos y de salud.

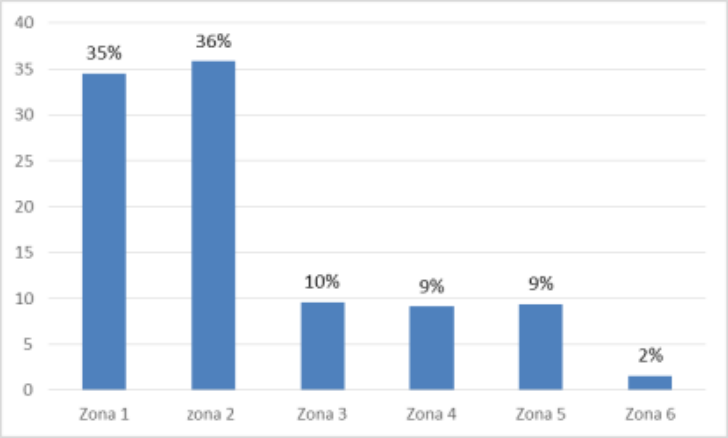


Figura 5.2.3.81 Porcentaje de población por zona.
Fuente: (Planeación, 2014)

En conclusión, Kennedy y Bosa son las localidades con más población, la primera alberga el 15% y la segunda el 9,1% de la población total de la ciudad, mientras que las localidades de Santa Fe y Los Mártires albergan el 1,2% de la población total. A partir de las proyecciones de población y datos de población, los índices más altos de envejecimiento se presentan en las localidades de Teusaquillo y Chapinero, en contraste las localidades de Kennedy y Bosa presentan menor envejecimiento.

El área de influencia directa las zonas 1 y 2 presenta los porcentajes más altos de población, estas zonas corresponden a las localidades de Kennedy, Puente Aranda y Antonio Nariño sectores que se caracterizan por ser residenciales, en contraste la zona 6 presenta un porcentaje de población del 2%, guardando relación directa con su carácter de zona comercial y de servicios.

La Primera Línea del Metro elevado de Bogotá, se dividió en seis zonas de intervención, estas zonas comprenden las nueve localidades que se caracterizaron en el área de influencia indirecta. A partir de estas zonas surgieron los ocho comités ciudadanos y en el marco de estos, se recopiló la información primaria que fue empleada para la caracterización del área de influencia directa, y se complementó con la información de los recorridos realizados a lo largo del trazado. La información del AID se presenta para las seis zonas en las que se dividió el trazado.

5.2.3.2.2 Dimensión espacial

5.2.3.2.2.1 Zona Uno

5.2.3.2.2.1.1 Referente histórico

El primer evento que marcan como significativo o un hito para el sector es la construcción de la Glorieta de Banderas, ya que también se construye la avenida de Las Américas, siendo una obra de gran importancia por la accesibilidad y conectividad que se genera hacía el occidente.

Hacía 1961 se implementa el Programa Alianza para el Progreso, en el marco de esté se impulsa un programa de vivienda para familias de bajos ingresos que posteriormente sería denominado *"Ciudad Kennedy",* para el diseño de este proyecto de vivienda se usó el concepto de súper manzanas, con una capacidad de 500 a 1.500 viviendas, agrupadas en edificios o casas particulares. También se impulsó un programa de construcción de escuelas financiadas conjuntamente por el gobierno estadounidense y el gobierno colombiano.

Otro referente, es la plazoleta del antiguo almacén Ley, que hoy en día es un ÉXITO, la gente expresa que allí funcionó un mercado al aire libre, así mismo, la plazoleta es un referente de la zona comercial y del sector denominado como *"El Cuatro"* de Kennedy. En el periodo comprendido entre 1962 – 1976, se da la construcción y consolidación de la localidad, especialmente de las casas y apartamentos denominados como súper manzanas, época en la que se construyen colegios como el INEM, Las Américas, Japón, entre otros.

Fotografía 5.2.3.34 Ciudad Kennedy 1964
Fuente: Saúl Ordúz. Fotógrafo de ciudad

Fotografía 5.2.3.35 Colegio INEM de Kennedy
Fuente: https://www.google.com.co/search.

Hacía 1971 se inauguró la Central de abastos (Corabastos), lo que supone el desarrollo del sector circunvecino, lo cual origina en los trabajadores de Corabastos la necesidad de vivir en sus inmediaciones, abriendo paso a la construcción ilegal de barrios en los sectores de Patio Bonito y Britalia, sector que por encontrarse debajo de la cota del río Bogotá, está expuesto a inundaciones y durante mucho tiempo tuvo carácter de ilegalidad, con dificultades de acceso a la prestación de servicios públicos.

La construcción de la central de abastos, ocasionó un cambio notable en la actividad comercial de la localidad, y se acercó más al centro de la ciudad. Para los habitantes del sector de Gran Britalia tienen un significado especial el Jardín Casa de los Niños porque allí era donde llevaban a sus hijos a estudiar, esto ocurría en medio de la precariedad del sector, barriales, lodazales en época de invierno y polvo en verano.

Fotografía 5.2.3.36 Corabastos 1972.
Fuente: https://issuu.com/

Fotografía 5.2.3.37 Hospital de Kennedy
Fuente: http://www.wradio.com.co

Figura 5.2.3.82 Línea del tiempo Comité 1
Fuente: CONSORCIO METRO BOG, 2017

A principios de la década del 80 se construye el Hospital Occidente de Kennedy todo un referente para la localidad y el sector, allí se genera un importante desarrollo para la zona, ya que se prolonga la Av. Primero de Mayo, la vía a los barrios Timiza y Boíta. Para esta época también mencionan el proceso de urbanización de la Hacienda La Hoyada, ubicada en donde actualmente se ubica el Porvenir.

A principios de la década del 90, comienza la urbanización del barrio Villa Nelly, las mujeres recuerdan como se instalaban en los lotes, alzaban un cambuche y llevaban a sus hijos a estudiar cruzando los barriales, el agua la sacaban de barrios cercanos con mangueras. Hacía finales de los 90 y principios del nuevo siglo comienza el proceso de legalización de barrios durante la primera administración de Enrique Peñaloza, evento que para los habitantes de los barrios Britalia y Villa Nelly tiene una gran relevancia al significar la titulación de sus predios.

Entre 1997 y 2000 se construyen y adecuan las Avenidas Ciudad de Cali y Villavicencio, lo que genera un mayor desarrollo para la zona en cuanto a movilidad y conectividad. Estas obras de infraestructura jalonan el desarrollo del sector, y se complementan con la construcción de TransMilenio, con lo cual se presentan *"hitos urbanos"* de la localidad, como lo son el Portal de las Américas y la Estación de Banderas en el año 2003. Otro referente significativo es la Biblioteca Manuel Zapata Olivella (2004), más conocida por su antiguo nombre *"El Tintal",* antiguamente este edificio era una planta compactadora de basuras que fue remodela y adaptada para la actual biblioteca.

En este sector, la población menciona como sitios de interés cultural la casona de la Hacienda Las Margaritas, la cual no se encuentra cerca del trazado del Metro. Este es uno de sectores más jóvenes dentro de la localidad de Kennedy, ya que la mayoría de estos barrios se consolidaron a partir de la década del ochenta. Algunos fueron sectores legales, donde los propietarios compraron el predio y poco a poco fueron construyendo, no obstante, una gran parte del sector de Gran Britalia y el Triunfo surgen de procesos de invasión, en los cuales sus pobladores, en su mayoría familias pobres provienen de diversos lugares del país que llegaron a la ciudad por las dinámicas generadas alrededor del conflicto armado. Las actividades generadas alrededor de los barrios ilegales empoderan a las comunidades por lo que existen fuertes relaciones comunitarias.

5.2.3.2.2.1.2 Infraestructura educativa y de salud

La zona incluye los barrios Las Margaritas, Villa Nelly III Sector, Tintalito, Chucua de la Vaca I, Gran Britalia I y Pastrana. En la Tabla 5.2.3.30, se presenta la información referente a la infraestructura en salud y educación que se ubica en el área aledaña al trazado de la Línea del Metro.

La zona cuenta con algunas IPS, entre las que sobresale Virrey Solís IPS S.A., no hay presencia de centros de salud asociados a la red distrital, ni hospitales de primer o segundo nivel. La oferta en este sector es muy reducida.

En cuanto a infraestructura de educación, el sector tiene 16 colegios, de estos cinco son públicos, y para suplir la demanda funciona un colegio en concesión y dos bajo la figura de educación contratada. Siete son colegios privados, algunos funcionan en casas que han sido adaptadas, pero no tienen espacios para recreación por lo cual utilizan los parques públicos ubicados en el sector. Los colegios públicos ofrecen desde preescolar hasta media vocacional.

Tabla 5.2.3.29 Infraestructura educativa y de salud zona Patio Taller

Salud	Educación
En el sector correspondiente a la zona del Patio Taller se ubica la UPA Porvenir que presta atención a los habitantes de la zona por parte del Hospital Pablo VI.	En cuanto a colegios en el sector correspondiente al Patio taller, Ciudadela El Porvenir, 19 de carácter privado, entre los que se destacan: IED Colegio German Arciniegas IED Colegio Ciudadela Educativa Bosa IED Colegio El Porvenir sede B IED Colegio Villas del Progreso sede C

Salud	Educación
	 Fotografía 5.2.3.38 IED Colegio El Porvenir sede B Fuente: Google Earth Por otra parte, en esta zona se ubica el Centro de Desarrollo Comunitario El Porvenir donde se desarrollan actividades de participación social, comunitaria y cultural. Fotografía 5.2.3.39 CDC El Porvenir Fuente: Google Earth En la Ciudadela El Porvenir se desarrolla el proyecto de la Sede de la Universidad Distrital Francisco José de Caldas, este proyecto se desarrolla en conjunto por parte de la Universidad Distrital, la Secretaría de Educación Distrital, la Secretaría Distrital de Integración Social SDIS, Metrovivienda y el IDRD. Fuente: http://comunidad.udistrital.edu.co

Fuente: Consorcio Metro BOG, 2017

Tabla 5.2.3.30 Infraestructura educativa y de salud zona uno

Salud	Educación
En este sector se ubican cinco IPS, Unidad de Servicios de Salud Dindalito, Virrey Solís IPS S.A. Bosa; Servicios oftalmológicos CC Milenio Plaza; Odontofamily Roma; Ópticas SBC Limitada Consultorio y Medicina integral San Salvador.	En el área de influencia del trazado se encuentran 16 colegios, de los cuales cinco son oficiales. • IED Eduardo Umaña Luna (Antes Colegio Villa Dindalito) • IED Eduardo Umaña Luna, Sede Ernesto Gulh • IED San José • IED San Pedro Claver • IED San Rafael Educación Contratada: • Colegio Jazmín Occidental • Colegio Ciudad de Fómeque

Salud	Educación
Fotografía 5.2.3.40 IPS Virrey Solís Fuente: Consorcio Metro BOG, 2017 En este sector de la Av. Villavicencio no hay presencia de hospitales o entidades distritales encargadas de la prestación de los servicios de salud. La comunidad manifiesta que para acceder a los servicios de salud se desplazan a la sede que su respectiva EPS tiene en la localidad de Kennedy, mientras que para acceder a especialistas se desplazan a las clínicas o especialistas privados a los que su EPS los remite.	Colegio en Concesión: • Colegio Hernando Durán Dusán (IED) Colegios Particulares: • Liceo Psicopedagógico Nueva Era • Colegio Liceo Santa Catalina De Siena • Colegio Almenar • Jardín Infantil Esopo • Colegio Antonia Santos • Liceo Cristiano Sinaí Fotografía 5.2.3.41 IED Colegio Eduardo Umaña Luna Fuente: Google Maps Varios de los colegios privados se encuentran ubicados en viviendas adaptadas para este fin.

Fuente: Consorcio Metro BOG, 2017

Según la información técnica del proyecto, en esta zona no hay colegios o infraestructura de salud que pueda verse afectada; excepto por los cierres viales que se generen durante la etapa constructiva.

5.2.3.2.2.1.3 Infraestructura recreativa

Esta zona se caracteriza por la presencia de los denominados parques de bolsillo o barriales con infraestructura básica de recreación; cerca al corredor se encuentra el parque metropolitano Cayetano Cañizares, el cual a pesar de estar ubicado a cuatro cuadras del trazado es muy importante en la zona porque es un punto de referencia de los habitantes y un centro de actividades deportivas y culturales para toda la localidad. (Ver Tabla 5.2.3.32)

Tabla 5.2.3.31 Infraestructura recreativa Patio Taller

En la zona correspondiente al patio taller hay tres parques, en la Carrera 102 C, se ubica un espacio verde que cuenta con una zona de juegos infantiles y un área para desarrollar actividades deportivas.

Fotografía 5.2.3.42 Parque público ubicado en la carrera 102 C
Fuente: Google Maps

El Parque los Girasoles es otro espacio importante para la recreación y esparcimiento de los habitantes del sector, cuenta con juegos para niños, canchas para practicar deportes y zonas verdes con bancas. En un costado del parque hay instaladas unas casetas en las que se instaló un mercado campesino y venta de artesanías.

Fotografía 5.2.3.43 Parque Los Girasoles
Fuente: Google Maps

En la calle 52 se ubica otro parque público que cuentan con juegos, cancha para practicar basquetbol, zonas verdes y bancas

Fotografía 5.2.3.44 Parque Calle 52 con Carrera 91 b
Fuente: Google Maps

Estos son espacios que disfrutan los residentes y transeúntes de la zona, en los que se puede realizar recreación deportiva, contemplativa y pasiva. Pero los residentes de la zona indican que estos espacios son insuficientes.

Fuente: Consorcio Metro BOG, 2017

Estos son espacios que disfrutan los residentes y transeúntes de la zona, en los que se puede realizar recreación deportiva, contemplativa y pasiva. No obstante, los residentes de la zona indican que estos espacios son insuficientes.

Tabla 5.2.3.32 Infraestructura recreativa zona uno

Recreación
En el sector correspondiente al comité uno hay 12 parques de bolsillo, en un área de dos cuadras alrededor del trazado, la mayoría de estos parques tienen mobiliario urbano compuesto por bancas, canecas y áreas recreativas. Estos parques están ubicados al interior de los barrios, lo más grandes tienen zonas verdes, canchas de microfútbol, basquetbol, juegos para los niños y gimnasios urbanos.

Fotografía 5.2.3.45 Parque Gran Britalia
Fuente: Consorcio Metro BOG, 2017

El parque Cayetano Cañizares tiene una extensión de aproximadamente nueve hectáreas, colinda con el eje de desarrollo urbanístico de la avenida Carrera 80 o Dagoberto Mejía, posee una zona con instalaciones cubiertas y otra al aire libre, además el escenario cuenta con diversos senderos

peatonales.

Fotografía 5.2.3.46 Parque Cayetano Cañizares
Fuente: Google Maps

En los barrios Tintalito y Dindalito las parroquias se encuentran ubicadas en el área de los parques, lo que origina que estos espacios se conviertan en el epicentro de la zona.

Fotografía 5.2.3.47 Parque Barrio Dindalito
Fuente: Google Earth

Fuente: Consorcio Metro BOG, 2017

5.2.3.2.2.1.4 Vivienda

La zona 1, es una zona relativamente nueva que tiene dos aspectos relevantes: los barrios de invasión y las urbanizaciones que se han construido en los últimos años sobre la AV. Ciudad de Cali. El sector de los barrios El Triunfo y Dindalito responden en sus inicios a barrios ilegales, lo cual se refleja en como las casas no presentan uniformidad en las fachadas, sino que responden a las dinámicas de sus propietarios en cuanto a materiales y acabados; la mayoría de las casas son de dos pisos con locales comerciales.

El sector de Villa Nelly y Gran Britalia fueron barrios ilegales construidos sobre lotes que pertenecían a los humedales del Burro y la Vaca, los cuales fueron legalizados a comienzos de la década de los 90. Estas casas no presentan uniformidad en las fachadas, la mayoría son de dos o tres pisos, con locales comerciales en el primer piso.

Sobre la Av. Ciudad de Cali se ubican conjuntos de apartamentos que responden al auge de la construcción al sur occidente de la ciudad, en la mayoría sobresale el uso del ladrillo (Ver Fotografía 5.2.3.72).

Fotografía 5.2.3.48 Viviendas ubicadas sobre la Av. Villavicencio y Av. Ciudad de Cali
Fuente: Google Earth, 2017

5.2.3.2.2.1.5 Movilidad

La Zona 1 va desde el canal Cundinamarca hasta la Carrera 79, a lo largo de la Calle 43 sur, denominada como Av. Villavicencio. Esta zona posee importantes corredores de movilidad como la Av. Ciudad de Cali y la Av. Villavicencio por las que se mueven a diario diferentes alternativas de transporte: SITP, buses provisionales SITP, bicicletas, motos y carros particulares. No obstante, el sistema de transporte que moviliza más pasajeros es TransMilenio, en esta zona se ubica el Portal de las Américas que a diario transporta alrededor de 89.000 pasajeros. La problemática de este sistema es que a este portal llegan pasajeros provenientes de otros barrios y de la localidad de Bosa, por lo cual las rutas alimentadoras y el mismo TransMilenio no suple la demanda, de acuerdo a lo manifestado por la comunidad. La problemática se acentúa considerando que la zona tiene una alta concentración de población y no tiene otros sistemas de transporte masivo.

En la Tabla 5.2.3.33, se presenta una descripción de la infraestructura vial y sistema de transporte de la zona 1.

Tabla 5.2.3.33 Movilidad zona uno

Criterios	Características
Vías	En cuanto a las vías, los residentes de este sector indican que la Av. Villavicencio usualmente presenta cogestión vehicular debido al alto número de vehículos que se movilizan por este sector, aunado a los largos tiempos de los semáforos en horas pico, en especial a la altura de la Av. Ciudad de Cali, la Carrera 80 y la Carrera 79, las cuales, de acuerdo a la comunidad, son las vías principales que conectan con la Av. Villavicencio a lo largo de la zona Uno. Por otro lado, los vecinos del sector refieren que la Carrera 81 D, y la Diagonal 42 sur, son vías intermedias que facilitan la descongestión vehicular de la Av. Villavicencio.
Ciclo vías/ bici carriles/ ciclorutas	La Av. Villavicencio cuenta en su costado nororiental con ciclo ruta, sin embargo, de acuerdo con lo manifestado por la comunidad, la movilidad por esta se interfiere con el paso de los peatones y la invasión de espacio público por parte de los comerciantes del sector. Cuando la cicloruta atraviesa la Av. Ciudad de Cali hacia el rio Bogotá, se cambia al costado sur occidental de la Av. Villavicencio y continua hasta la Carrera 90. Los vecinos del sector manifiestan que circular por esta cicloruta les resulta peligroso, ya que se encuentra a un costado del Canal Tintal II, el cual se caracteriza en el sector por ser un foco delincuencial debido a los hurtos y al consumo de sustancias psicoactivas. Así mismo, la Av. Ciudad de Cali en su costado occidental cuenta con cicloruta.
Transporte	La Av. Villavicencio, siendo la vía principal de la zona uno, cuenta con múltiples medios de trasporte como: SITP, alimentadores, taxis, buses provisionales SITP, tracto mulas, vehículos particulares, motos y carretillas; según la información suministrada por la comunidad. Como trasporte auxiliar de la zona se identifica la movilización de bici taxis y camionetas que se estacionan a las afueras del Portal Américas con el fin de transportar a las personas a los barrios aledaños, especialmente al Porvenir.
Paraderos de transporte público	A lo largo de la Av. Villavicencio hay varios paraderos de SITP, rutas alimentadoras de TransMilenio y paradero de buses, busetas urbanas y/o provisionales SITP. En el costado sur occidental se encuentran aproximadamente ocho paraderos de SITP, correspondientes a las rutas 13, 16, 112, 148, 733, 912, Z4, entre otras. Adicionalmente se encuentran dos paraderos de las rutas alimentadoras 9-1 y 9-6. Así mismo, hacia el costado nororiental de la vía se encuentran nueve paraderos de SITP, correspondientes a las rutas 16, 99, 117, 121, 148, 266, 576, 733, 786, 912, 921, 113B, entre otras y dos paraderos de las rutas alimentadoras 9-1, 9-4 y 9-6. La comunidad refiere que estos paraderos presentan alto flujo de personas, especialmente los que conciernen a las rutas alimentadoras. Adicionalmente, al realizar las respectivas paradas provocan congestión vehicular ya que inmovilizan un carril de la Av. Villavicencio.
Puentes	A la altura de la Av. Villavicencio con Carrera 88g se ubica un puente peatonal, el cual permite el cruce sobre el Canal Tintal II. Así mismo, sobre la Av. Ciudad de Cali se ubica un puente peatonal que facilita el acceso al Portal Américas y Súper CADE.

Fuente: Taller Comité ciudadano zona Uno, 2017

Fotografía 5.2.3.49 Encuentro Av. Ciudad de Cali con Avenida Villavicencio
Fuente: Google Earth, 2017

Fotografía 5.2.3.50 Av. Villavicencio con Carrera 80
Fuente: Google Earth, 2017

Fotografía 5.2.3.51 Avenida Villavicencio con Carrera 79
Fuente: Google Earth, 2017

5.2.3.2.2.1.6 Identificación y localización de las actividades económicas

La zona se caracteriza por la existencia de actividades económicas fuertemente relacionadas con los desarrollos residenciales de estratos 1, 2 y 3 del sector. Partiendo desde el Canal Cundinamarca sobre la Avenida Villavicencio se encuentra un área de bodegas de reciclaje a las que se dificulta el acceso por temas de seguridad, más adelante en dirección occidente – oriente se encuentran talleres de mecánica y lugares dedicados a lavado de carros y motos; así como

viviendas de uso mixto dedicadas al comercio de productos alimenticios, misceláneas, restaurantes, ferreterías y eléctricos, droguerías, almacenes de autopartes y repuestos, expendio de bebidas alcohólicas, panaderías y cafeterías entre otras actividades anexas.

El trabajo de campo permitió identificar 1.382 establecimientos o comerciantes sólo sobre el eje de la vía sin tener en cuenta cuadras aferentes. En términos generales predomina el comercio de productos cerámicos, para la construcción y acabados con un 11,6%, seguido por los kioscos del IPES con un 8,4%, en tercer lugar se encuentran el bicitaxismo y los talleres de mecánica, lavaderos de motos y carros con un 6,9% para cada uno; en cuarto lugar se encuentran los vendedores estacionarios que no se han acogido a ninguna de las ofertas del distrito con un 6,4%, seguidos por las ferreterías, eléctricos, griferías y ornamentación con un 5,8% y las bodegas e industria con un 4,1%. Las demás actividades responde a la alta concentración de población representan menos del 3% cada una.

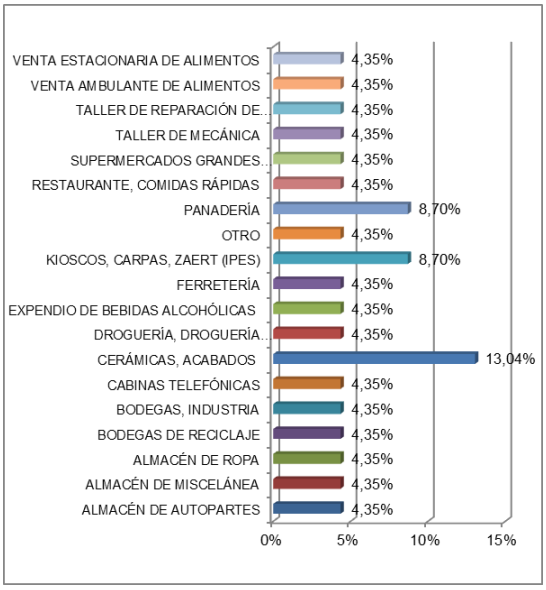


Figura 5.2.3.83 Participación de las actividades económicas en la Zona 1
Fuente: Consorcio Metro BOG 2017

Frente al Portal de las Américas se encuentran tres Asociaciones de Bicitaxistas identificadas como Asotransquintas, Asotransportal y Cotrapormig conformadas por 135 personas aproximadamente, encargadas de movilizar a los residentes en las horas pico y valle. Este sistema de transporte no se encuentra regulado por ninguna entidad distrital, sin embargo, han desarrollado estrategias de trabajo organizado donde cada una realiza desplazamientos a barrios claramente definidos y con trayectos que cambian de acuerdo con el horario.

Bodegas de reciclaje

y Lavaderos de motos talleres de mecánica

Fotografía 5.2.3.52 Actividades económicas Avenida Villavicencio desde el Canal Cundinamarca
Fuente: Trabajo de campo Consorcio Metro BOG 2017

Se identificaron actividades ambulantes y estacionarias en su mayoría de productos alimenticios, aunque no es una población numerosa por lo menos en este sector. Un alto porcentaje de estos comerciantes informales están identificados por el Instituto para la Economía Social y se encuentran organizados en diferentes asociaciones las cuales no han tenido la representatividad esperada según la información obtenida en los Comités Zonales. Ahora bien, el IPES tiene disponibles todos los canales para que ellos se dirijan directamente a la entidad y los gerentes zonales realizan un trabajo permanente con ésta población.

Vendedores estacionarios
Fuente: Trabajo de campo Consorcio Metro BOG

Bicitaxistas
Fuente: http//:defensoria.gov.co

Fotografía 5.2.3.53 Actividades económicas Avenida Villavicencio con Avenida Ciudad de Cali

Por la Avenida Villavicencio desde la Avenida Ciudad de Cali en dirección occidente – oriente hasta la Avenida Dagoberto Mejía se encuentra un sector representativo relacionado con la construcción y remodelación de viviendas, comercialización de cerámicas, ferreterías y eléctricos, cocinas integrales, griferías, acabados en general y servicios anexos a la construcción. Según la información recolectada en campo existen aproximadamente 250 locales sólo sobre la Avenida Villavicencio, que desarrollan su actividad en viviendas de uso mixto de estrato dos, con alturas entre los tres y cuatro pisos, sin embargo, en la información procesada por la Secretaría Distrital de Desarrollo Económico se concentran en el sector entre 300 y 700 locales. Esta actividad tiene una tradición histórica de aproximadamente 25 años que inició con la apertura del primer carril de la Avenida Villavicencio y el fenómeno residencial de la época. Favorece esta actividad la presencia

de las grandes casas fabricantes de cerámicas e importadores directos como Argos, Euro, Corona, Alfa, Italia, San Lorenzo, Grival, Carlos Villamil y Museos Cerámicos entre otros.

Esta actividad económica tiene reconocimiento en la ciudad, los clientes provienen de todos los rincones del distrito, de los municipios cercanos a Bogotá y de otras regiones del país. Aunque en el barrio Venecia se ubican los principales competidores. El sector se ha venido especializando de tal forma que todos los insumos se encuentran ubicados sobre la misma vía y por las cuadras aferentes donde también se ubican las bodegas de los establecimientos, lo que ha fortalecido la cadena productiva. Así mismo, las grandes casas fabricantes se han trasladado al sector lo que dinamiza aún más la competencia. El 99% de los establecimientos hace uso del espacio público para la colocación de mostradores, vitrinas y productos en general.

Según la información reportada por los comerciantes en el Comité Zonal, la mayor inversión se hace en vitrinas, mostradores y el aspecto general del negocio. La fijación de precios de venta es totalmente autónoma, no existen regulaciones de tipo externo y el 100% de los establecimientos ofertan productos de primera, segunda y tercera calidad.

Este sector económico dinamiza el sector inmobiliario debido a que la estructura presente es relativamente homogénea en cuanto a la altura de las viviendas que cuentan con dos y cuatro pisos, locales comerciales y bodegas en los primeros dos pisos y apartamentos independientes en el tercero y cuarto piso, generan para un propietario doce millones de pesos mensuales ($12.000.000,oo) en promedio; y de la misma forma, más de 90% de los comerciantes son propietarios de las viviendas donde tienen ubicado el negocio. En cuanto a los arrendatarios tienen alguna tradición en el sector con períodos de entre 7 a 10 años. Estas actividades se desarrollan de forma permanente durante el año con pico en ventas en los meses de junio – julio y diciembre, las jornadas se desarrollan entre (7 a.m. a 5:00 p.m.) y se realiza el cierre de los locales a esta hora debido a problemas de inseguridad generados en los barrios circundantes.

Respecto a la condición de formalidad dada por el registro mercantil, se pudo identificar que el 100% de los establecimientos vinculados a esta actividad están registrados en Cámara de Comercio, tienen RUT, pagan IVA, impuesto de Industria y Comercio, etc. Existen en este sector tres modalidades de contratación de personal así: i) Con contrato a término indefinido, un salario mínimo mensual legal vigente más comisión; ii) Propietarios, socios y familiares sin remuneración; y iii) Sin contrato o salario fijo mensual con una comisión de entre el 25 y 30%.

Fabricantes e importadores de cerámicos

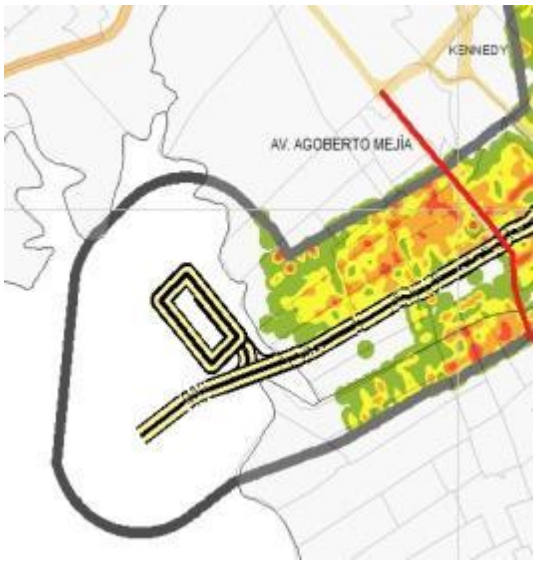
Pinturas y acabados

Fotografía 5.2.3.54 Actividades económicas Av. Villavicencio desde la Av. Ciudad de Cali hasta la Av. Dagoberto Mejía

Fuente: http//:google.com.co/maps

La única forma de trabajo solidario se da por el intercambio de piezas entre locales, no existe una organización específica que los represente y sus formas de participación están dadas por la pertenencia a las Juntas de Acción Comunal cercanas. Ahora bien, dada la localización proyectada de las Estaciones Portal Américas y Carrera 80 (Villablanca), se puede afirmar que en torno a ellas la actividad económica es la misma que la identificada anteriormente con una alta concentración de viviendas de uso residencial.

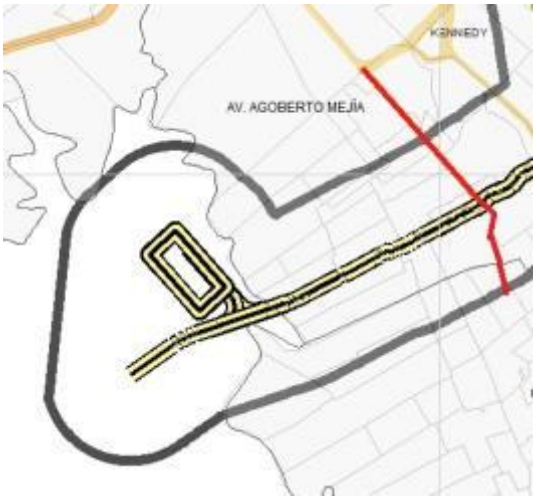
De acuerdo con la Secretaría de Desarrollo Económico se presenta en la Figura 5.2.3.84, la concentración de empresas registradas en la Cámara de Comercio de Bogotá clasificadas según tamaño, en un rango de 1.000 metros a lado y lado del eje trazado de la PLMB. En general, la Zona Uno no se clasifica por tener una alta concentración de empresas, teniendo en cuenta que predominan las áreas verdes que dan cuenta de entre 0 y 161 empresas registradas; no obstante, se observa una diferencia sobre el costado norte de la Avenida Villavicencio en el cruce con la Avenida Dagoberto Mejía, donde se registran entre 331 y 773 empresas. Geográficamente éste incremento corresponde al área donde se ubican los locales comerciales de cerámicos, ferreterías, eléctricos, griferías, acabados, cocinas integrales y demás actividades relacionadas que son representativas.



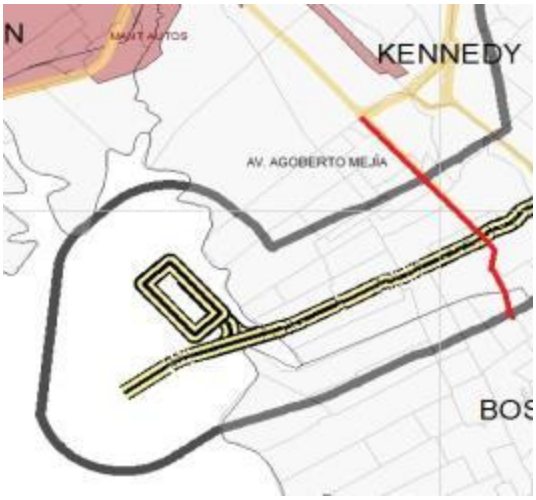
Concentración general de empresas

Microempresas

Pequeñas empresas



Medianas empresas



Grandes empresas

Aglomeraciones

Figura 5.2.3.84 Empresas registradas en Cámara de Comercio de Bogotá Zona 1Fuente: Procesado por Consorcio Metro BOG 2017 con base en Información Secretaría Distrital de Desarrollo Económico

Del número de empresas ubicadas en la Zona, se observa la predominancia de las microempresas en el costado norte de la Av. Villavicencio a lado y lado de la Av. Dagoberto Mejía. La concentración de pequeñas empresas es bastante reducida y se ubica más cerca al Portal de las Américas. No hay registradas en la zona medianas o grandes empresas así como tampoco se han identificado aglomeraciones de importancia. Al respecto es importante resaltar que debería analizarse la posibilidad de caracterizar mejor el sector teniendo en cuenta el aporte indirecto a la industria del diseño, construcción y obras civiles, una de las apuestas productivas de la región y con más razón si son unidades económicas formales dentro de las márgenes de legalidad del país. En la Figura 5.2.3.85 se georreferencian las 21 actividades económicas censadas en la zona uno con base en la muestra calculada anteriormente.

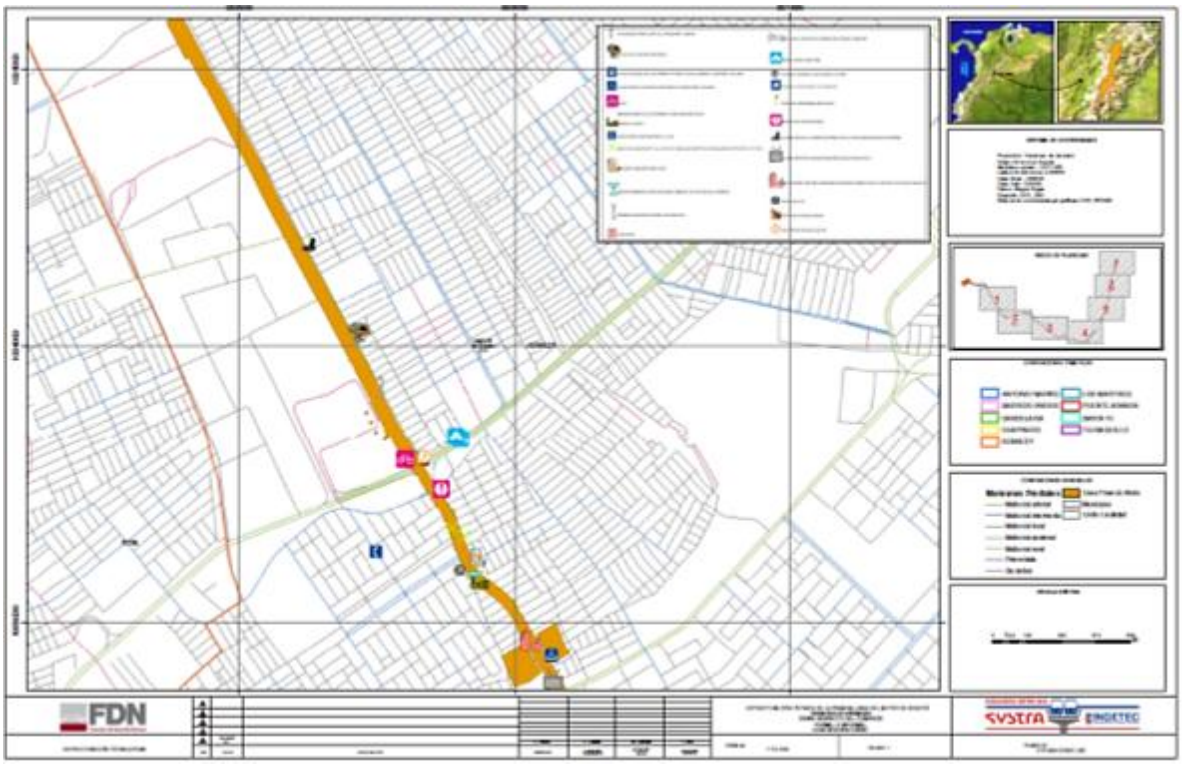


Figura 5.2.3.85 Localización de las unidades censadas del AID Zona Uno
Fuente: Consorcio Metro BOG 2017

Aunque no hace parte del área de influencia directa es importante relacionar la Central de Abastos Corabastos, la más grande del país, que se encuentra situada en la avenida Carrera 80 No. 2 – 51, ocupa un área de 42 hectáreas y cuenta con 57 bodegas, parqueaderos, 16 entidades bancarias, 2 estaciones de servicio, una amplia red de vías y zonas peatonales además de otros servicios. Se movilizan en promedio por día 12.500 vehículos (12.000 – 18.000) que llegan a ésta por la avenida carrera 80 o Dagoberto Mejía, la avenida Ciudad de Cali, la Transversal 86 y la Avenida de La Virgen. Los departamentos que mayor volumen de alimentos aportan son Cundinamarca, Boyacá y Meta, seguidos del resto del país y se movilizan de igual forma hacia otras ciudades donde abastecen otras plazas de mercado o centrales de abastos, en promedio la central abastece 10 millones de habitantes de Bogotá, ciudades cercanas y demás centrales del país.

Fotografía 5.2.3.55 Central de Abastos de Bogotá Corabastos
Fuente: http//:www.google.com.co

Ingresan diariamente 12.400 toneladas de alimentos con una comercialización directa y en su mayoría informal, se emplean aproximadamente 6.500 comerciantes mayoristas y minoristas y registra una población flotante de 200.000 personas en movimiento durante las 24 horas. En este lugar se dan cita los cultivadores, instituciones, tenderos, transportadores y amas de casa, que realizan allí sus transacciones comerciales. Se calculan transacciones diarias por 24.000 millones de pesos sobre la base de dos millones promedio por tonelada, aunque la variación de precios es permanente y se alcanzan valores significativamente superiores (Central de Abastos de Bogotá).La presencia de ésta central dinamiza el sector primario, es una importante fuente de empleo, ha influenciado en cierta medida las dinámicas de población en la zona.

5.2.3.2.2.2 Zona Dos

5.2.3.2.2.2.1 Referente Histórico

Los cimientos de la memoria de estas comunidades, se ubican en la época en que arribaban a lo que hoy en día es Kennedy, y lo que encontraban eran fincas dedicadas a la ganadería y a cultivos de trigo, en esa época debían desplazarse a pie para llegar a los paraderos de la empresa Universal y la Republicana que estaban ubicados a donde más adelante se construyó el Hospital de Kennedy.

El parque Timiza es un referente importante para los habitantes de este sector como un sitio de esparcimiento y reunión de las familias, este parque fue inaugurado en 1968, en predios que pertenecieron a la familia del presidente Alfonso López Pumarejo. Hacía 1984, el parque incorporo los juegos mecánicos que hacen parte de los recuerdos de la infancia de muchas personas de la localidad y que en la remodelación que se hizo en los inicios del nuevo siglo fueron retirados.

El otro hito de la localidad es la construcción de lo que inicialmente se denominó Ciudad Techo y después de la muerte del presidente Kennedy, tomo su nombre. Este conjunto habitacional se proyectó por manzanas de casas y apartamentos, y hoy en día la gente las denomina como super manzanas y por el número que le asignaron en el momento de la construcción; durante la construcción la gente debía recoger los materiales asignados en cuatro depósitos distribuidos a lo

largo del proyecto, ubicados en los barrios Estados Unidos, Gran Colombia, costado sur de Cafam y La Macarena. Se dice que si las construcciones no eran de calidad eran demolidas y reconstruidas. Estos proyectos de vivienda se construían por contrato y otras por autoconstrucción, lo que generó una fuerte relación de apego de los habitantes con su barrio.

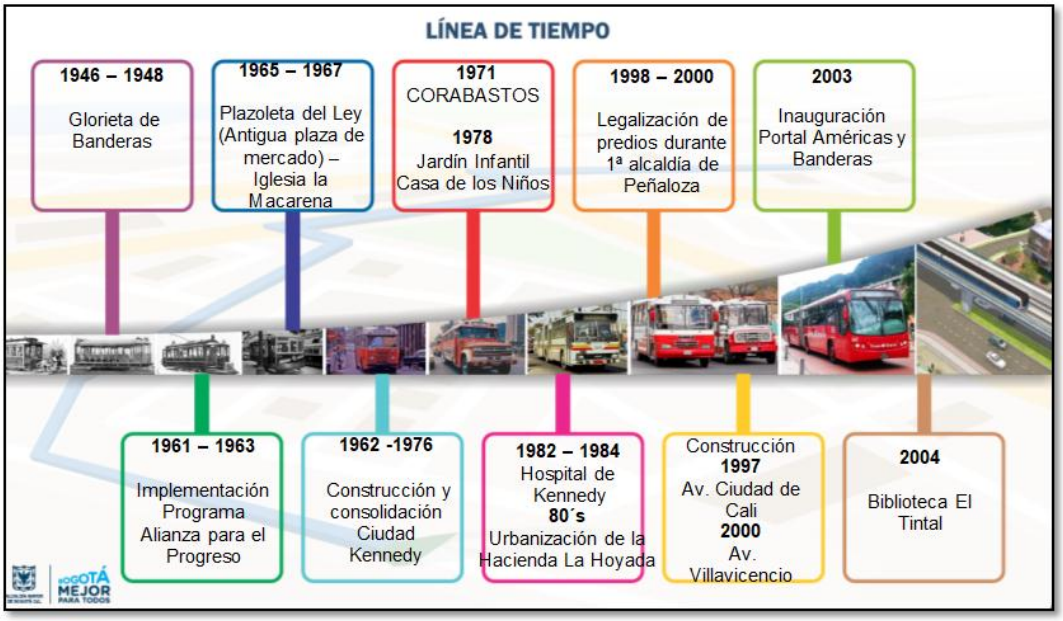


Figura 5.2.3.86 Línea del tiempo Comité 2
Fuente: CONSORCIO METRO BOG, 2017

Hacía 1964 se inicia la construcción del barrio Camilo Torres, el cual fue adjudicado a familias numerosas, generalmente que tuvieran más de siete hijos, las casas eran entregadas en obra gris y cada familia se encargaba de terminarlas. Como elemento histórico queda la plazoleta Camilo Torres, punto de referencia para los habitantes de la zona, en el lugar se encuentra un busto del prócer y es lugar de reunión y de comercio. En las inmediaciones de la plazoleta se ubica la IED Las Américas, el primer colegio de la zona que comenzó como una institución educativa de menor área que ofrecía solo primaria. En 1966 se funda el Barrio Los Periodistas que se hace por autoconstrucción con las mismas características de las otras manzanas.

Fotografía 5.2.3.56 Barrio Timiza
Fuente: Historia de Bogotá Siglo XX

Fotografía 5.2.3.57 Aeropuerto de Techo 1955
Fuente: Historia de Bogotá Siglo XX

En 1970 inicia labores el colegio INEM Francisco de Paula Santander que fue, el primer instituto que empezó con enseñanza media y diversificada a nivel Nacional y de Sur América. Este colegio es un importante referente para la localidad y la ciudad por las características de campus y la rotación de los estudiantes entre las aulas, algo que no era común en esa época.

Hacía 1971, se menciona la inauguración de la plaza de marcado de Kennedy ubicada muy cerca de Corabastos, pero dedicada a los minoristas, se encuentra la manzana institucional donde están la Estación de Bomberos, la Estación de policía y el SENA. También allí se ubicaba el teatro Iris, hoy convertido en un gimnasio, al que en la década del 70 y 80 iban niños, jóvenes y adultos a ver películas mexicanas y de artes marciales.

El Hospital Occidente de Kennedy es otro hito para la localidad, su construcción significo el desarrollo de la zona, el acceso a un Hospital de II nivel y un referente espacial para los habitantes de la localidad e incluso de la ciudad.

Fotografía 5.2.3.58 Antiguo teatro Iris
Fuente: Google maps

Fotografía 5.2.3.59 Plaza de mercado de Kennedy
Fuente: Google maps

En los años ochenta se inicia el desarrollo del sector ubicado en inmediaciones del hipódromo de Techo, que en la actualidad es el Estadio de Techo, se construyen conjuntos residenciales y posteriormente se construye Plaza de las Américas, Mundo Aventura y se complementa la oferta de vivienda en el sector. Con la construcción de Plaza de las Américas y del puente de la Av. Primero de Mayo con Av. Boyacá, se genera el desarrollo comercial sobre la Primero de Mayo hacia el oriente; pasa de ser un sector residencial a comercial, después llegan los bares y con ellos la construcción de moteles. El cambio abrupto que sufrió la Av. Primero de Mayo es un referente muy fuerte para las personas que habitan este sector.

Con referencia a sitios de interés cultural, en este sector mencionan el antiguo hipódromo de Techo y los conjuntos residenciales denominados súper manzanas. También se menciona la plazoleta Camilo Torres ubicada sobre la Av. Primero de Mayo.

Señala la comunidad que los barrios aledaños al hospital surgen en la década del sesenta como respuesta a la necesidad de vivienda de una ciudad en crecimiento. Ciudad Kennedy se proyecta como una localidad residencial que alternamente ha generado otras dinámicas, como la comercial e industrial. A diferencia de la zona uno, donde se evidencia un mayor relacionamiento comunitario, en esta zona el cambio generacional ha cambiado las dinámicas sociales, los adultos mayores, fundadores de los barrios en los sesentas, ya han fallecido y los pocos que quedan son los que se vinculan a los procesos sociales.

5.2.3.2.2.2.2 Infraestructura educativa y de salud

Comprende los barrios Provivienda Occidental, Ciudad Kennedy Sur, Ciudad Kennedy Occidental, Villa Nelly III Sector, Timiza, Ciudad Kennedy Oriental, Ciudad Kennedy Central, Pastrana, Provivienda Oriental, Provivienda y Timiza C. Este sector tiene una amplia oferta en infraestructura de salud, especialmente sobre la Av. Primero de Mayo, (Ver Tabla 5.2.3.34) sobre este corredor está ubicado el Hospital Occidente de Kennedy, II nivel, que ofrece diversas especialidades a nivel local y distrital. El Hospital es un sitio representativo e importante para el sector, ya que en torno a este se configuran dinámicas sociales y económicas importantes para la localidad, además es el principal punto de referencia en el área de la salud para la localidad y la ciudad, debido a los servicios y especialidades que ofrece configura como un hospital con cobertura regional, recibe pacientes de municipios aledaños y de otras ciudades. Es posible que durante la etapa constructiva se generen algunas afectaciones para el ingreso al hospital, especialmente de pacientes y ambulancias.

También hacen presencia algunas EPS, entre las que se destacan Compensar y Colsubsidio, estas sedes atienden pacientes de toda la localidad e incluso de Soacha. La presencia de estas instituciones ha estimulado el surgimiento de un comercio asociado a farmacias y venta de artículos médicos.

A lo largo de la Av. Primera de Mayo entre Av. Villavicencio y Av. 68, es notable la presencia de IPS y establecimientos relacionados con el sector salud, posiblemente la ubicación de este corredor permite el acceso de habitantes de distintos barrios del sur, occidente y oriente de la ciudad. Es posible que la presencia del Hospital de Kennedy y toda la dinámica que se configura a su alrededor promuevan que la infraestructura en salud se arraigue a lo largo de este importante corredor.

El sector educativo también tiene una fuerte presencia en la zona, 17 instituciones a lo largo de la Av. Primero de Mayo, 10 de carácter oficial, entre las que se destacan instituciones con más de 40 años de funcionamiento entre las que se destacan IED Las Américas, Nuevo Kennedy y John F Kennedy. Estos establecimientos educativos ofrecen desde preescolar a Media vocacional pero no cubren toda la demanda de la zona, por lo cual también existe una amplia oferta de colegios privados entre los que se destacan Colegio Santo Domingo Bilingüe e Instituto Cultural Ciudad Kennedy con más de 20 años de funcionamiento. (Ver Tabla 5.2.3.34)

Tabla 5.2.3.34 Infraestructura educativa y de salud zona dos

Salud	Educación
El Hospital Occidente de Kennedy (II nivel) es un referente en servicios de salud que ofrece urgencias 24 horas, consulta externa, especialidades en ginecobstetricia, ortopedia y traumatología, Medicina Interna, Salud Oral y Maxilofacial, Pediatría, Servicios Quirúrgicos Especializados, Unidades de Cuidados Intensivos Adultos, Pediátricos y Neonatales y Unidad de Salud Mental, también ofrece atención integral a pacientes VIH SIDA.	Esta zona tiene una oferta amplia de colegios ubicados en el área de influencia del proyecto, con un número de 17 instituciones, nueve de carácter oficial: • IED Los Periodistas • IED Tom Adams • IED Las Américas • IED Nuevo Kennedy sede A • IED Kennedy sede 1 • IED John F Kennedy • IED Kennedy Sede Héroes • IED O. E. A. • IED Antonia Santos II • IED Arango Vélez Sede A y C

Salud	Educación
 Fotografía 5.2.3.60 Hospital de Kennedy Fuente: Google Earth De gran importancia para este sector son la unidad de servicios Kennedy de Compensar y el Centro medico Colsubsidio Primero de Mayo, ya que prestan servicios para esta localidad e incluso a otras localidades. Fotografía 5.2.3.61 EPS Compensar – Kennedy Fuente: http://www.panoramio.com En el barrio Carvajal, está ubicada la Unidad Primaria de Atención Upa 79 Carvajal, que hace parte de la red del Hospital del Sur de I Nivel. Fotografía 5.2.3.62 Upa 79 Carvajal Fuente: Consorcio Metro BOG, 2017 La presencia de IPS marca una tendencia en este tramo hacia el sector de la salud, ya que hay 25 ubicadas sobre el trazado, entre estas se destacan: • Virrey Solís IPS S.A.-Kennedy • City Dent • Cedit Ltda.	Fotografía 5.2.3.63 IED Las Américas Fuente: Consorcio Metro BOG, 2017 Colegios privados: • Liceo Costa De Marfil • Jardín Infantil Tallerin • Gimnasio Sergio Benavides • Instituto Cultural Ciudad Kennedy • Colegio Militar Cooperativo Justiniano Ibáñez Angulo • Colegio San Ángel • Colegio Santo Domingo Bilingüe • Liceo Infantil Los Fundadores • Colegio Mi Patria • Instituto Bolivariano Fotografía 5.2.3.64 Colegio Santo Domingo Fuente: Google Maps No hay instituciones de educación superior, pero muy cerca a esta zona, en la manzana institucional o centro cívico, se ubica una sede del SENA Centro de Formación en Actividad Física y Cultura.

Salud	Educación
• La Clínica S.A.S. • IPS Corvesalud • Capital Salud • Profamilia Kennedy • Odontofamily H Kennedy • Ortodoncistas Asociados • Sies salud Kennedy • Oralmedic Clínica odontológicas sede Kennedy • EPS Sanitas Kennedy	

Fuente: Consorcio Metro BOG, 2017

Durante la etapa constructiva se presentaran afectaciones en la movilidad por los cierres viales, pero no hay una afectación directa sobre colegios o instituciones de salud aledañas al Proyecto.

5.2.3.2.2.2.3 Infraestructura recreativa

La zona dos del trazado, tiene 15 parques en el área de influencia, algunos de estos son parques de bolsillo con una infraestructura destinada a niños o adultos mayores y otros son de tipo vecinal que albergan canchas, senderos y juegos, de éstos se destaca el parque de la Amistad ubicado cerca de la Alcaldía de Kennedy.

A la altura de la Avenida Boyacá se encuentran ubicados algunos de los espacios recreativos más importantes del occidente de la ciudad, Mundo aventura, el estadio de Techo y el centro comercial Plaza de las Américas. (Ver Tabla 5.2.3.35)

Tabla 5.2.3.35 Infraestructura recreativa zona dos

Para la zona correspondiente al comité dos, se identificaron 15 parques en total, en un área de dos cuadras alrededor del trazado; de estos, cinco están ubicados sobre la vía, como el parque de Santa Marta de Pastrana y el parque del CAI Oneida, estos parques tienen cancha y zona de juegos.

Fotografía 5.2.3.65 Parque Santa Marta de Pastrana
Fuente: Google Maps

Fotografía 5.2.3.66 Parque CAI Oneida
Fuente: Google Maps

El principal parque del sector es el “Parque de la Amistad”, este congrega escenarios deportivos y recreativos. Este parque cuenta con una pista de patinaje recreativa en asfalto, dos canchas de baloncesto, dos canchas de microfútbol, una cancha de tenis, juegos para niños, plazoletas y paradero de libros.

Fotografía 5.2.3.67 Parque de la amistad
Fuente: https://es.foursquare.com/v/parque-la-amistad/

A la altura de la Avenida Boyacá se encuentran ubicados tres sitios de esparcimiento muy importantes para la localidad de Kennedy y para otros sectores de la ciudad, por la afluencia de público; estos son Mundo aventura, el estadio de Techo y el centro comercial Plaza de las Américas, todos ubicados en la misma zona.

Fotografía 5.2.3.68 Estadio de Techo

Fotografía 5.2.3.69 Mundo Aventura
Fuente: http://www.filmingbogota.gov.co

En el sector comprendido entre la Avenida Boyacá y la avenida 68 se destacan dos parques vecinales por la infraestructura que ofrecen, el parque ubicado en el sector de Plaza de las Américas y el parque La Llanura, el primero ofrece una amplia cancha y el otro, un área de juegos y zonas verdes.

Fotografía 5.2.3.70 Parque sector Plaza de las Américas

Fotografía 5.2.3.71 Parque La Llanura
Fuente: Consorcio Metro BOG, 2017

Fuente: Consorcio Metro BOG, 2017

5.2.3.2.2.2.4 Vivienda

En la zona Dos se ubican varias manzanas que corresponden a lo que fue Ciudad Kennedy (Década del 60), estas casas respondían a un modelo estandarizado por manzana, algunas casas eran de un piso, otras de dos pisos con un espacio que permitía ampliar la casa; con el paso del tiempo la mayoría de estas casas han sido modificadas para construir locales comerciales y aprovechar su ubicación sobre la Av. Primero de Mayo. Sobre el corredor es posible encontrar varios conjuntos de apartamentos, como Palenque, Tonoly, Súper manzana dos, UREK (Unidad residencial experimental de Kennedy), Spencil, Milenta, entre otros, todos ubicados sobre el corredor.

Carvajal se destaca por sus casas de grandes dimensiones, a través de los años estas viviendas han sido adaptadas para fábricas o han construido bodegas, por lo cual se constituye como un importante sector industrial. Por otra parte, el sector de Plaza de las Américas es un importante sector residencial, es el que se ha establecido cerca de Plaza de las Américas que se inició en la década del 90 y comprende numerosos conjuntos de casas y apartamentos. (Ver Fotografía)

Fotografía 5.2.3.72 Viviendas ubicadas sobre la Av. Primero de Mayo
Fuente: Google Earth, 2017

5.2.3.2.2.2.5 Movilidad

Esta zona de acuerdo con el mapa de los tramos de Gestión Social, inicia en la Av. Villavicencio desde la Carrera 79 hasta las Transversal 78 h o Av. Primera de Mayo, en la Av. Primera de Mayo gira hacia el oriente y se extiende hasta la carrera 69b.

Los principales corredores de movilidad de la zona Dos son la Av. Villavicencio, la Carrera 80 o Av. Dagoberto Mejía, Av. Boyacá, Av. 68 y la Av. Primero de Mayo. Por estas vías se movilizan las diferentes modalidades de transporte público como SITP, alimentadores, buses, busetas (provisionales) y taxis, y transporte particular. Esta zona es una de las más pobladas de la localidad de Kennedy, ya que allí se ubican viviendas y multifamiliares, lo que genera una gran demanda de transporte; así mismo, presenta importantes zonas comerciales sobre la Av. Primero de Mayo.

Esta zona no está sobre un corredor de TransMilenio, pero en la zona funcionan tres rutas alimentadoras 8-1, 8-2 y 8-6 que transportan a la gente hasta el Portal de Banderas. La ruta 8-1 cubre el sector de Kennedy Central, la ruta 8-2 cubre la zona de Timiza, Palenque, zona comercial “el cuatro” y Hospital de Kennedy, y la ruta 8-6 que no tiene paraderos en la zona dos pero que es importante porque cubre los barrios Boita, Argelia, Campiña y New York. Según lo que indica la comunidad, estas rutas no son suficientes para cubrir la demanda de pasajeros, por lo cual la gente recurre a otras alternativas de transporte. Así mismo, el Portal de Banderas que recibe al día más de 45.000 pasajeros, tiene horas pico en las que se congestiona y no da abasto para suplir la necesidad de los usuarios.

Las personas ubicadas en el tramo de la Av. Primero de Mayo, entre Av. Boyacá y Av. 68, no tienen acceso a TransMilenio a menos que utilicen otro transporte para llegar a las estaciones ubicadas en la Av. Américas. En este sentido la Av. Primero de Mayo, Av. Boyacá y Av. Carrera 68 son la única opción para movilizarse en el transporte público tradicional.

En la Tabla 5.2.3.36, se presenta una descripción de la infraestructura vial y sistema de transporte de la zona Dos.

Tabla 5.2.3.36 Movilidad zona dos

Criterios	Características
Vías	En términos generales, los habitantes del sector describen la movilidad de la Av. Primero de Mayo como insuficiente, debido su alto flujo de vehículos y a la congestión que presentan las vías intermedias que conectan con esta, para el acceso a los diferentes barrios del sector. Sin embargo se evidencia que una vez la Av. Primero de Mayo cruza la Av. Boyacá, se estabiliza y su flujo vehicular disminuye. Dentro de las vías intermedias, la comunidad destaca las siguientes: • Calle 42 sur: Se evidencia congestión vehicular debido a que el número de carriles en doble sentido son insuficientes para la demanda de la vía, ya que en esta se ubican múltiples paraderos de SITP y rutas alimentadoras, que usualmente tardan en llegar y conglomeran un alto número de personas a su espera. • Calle 41 Sur: Presenta congestión vehicular en horas pico. Facilita la llegada al Portal de Banderas. • Calle 40 Sur: Presenta congestión vehicular en horas pico, sin embargo, los residentes del sector destacan la utilidad de la vía ya que esta los dirige hacia Kennedy. • Calle 35 B Sur: Presenta fluidez en la movilidad. • Calle 34 Sur: Permite la conexión con la Av. Boyacá en dirección sur – norte. Debido a la invasión del espacio público por parte de los talleres mecánicos, se dificulta la movilidad en este punto.

Criterios	Características
	• Carrera 69 B: Presenta cogestión vehicular debido al mal estado de la vía. • Carrera 73 y Carrera 72 C: Presentan congestión en las horas pico, esta vía permite el acceso a Corabastos.
Ciclo vías/ bicicarriles/ ciclorutas	La Calle 40 Sur cuenta con bicicarril, la gente refiere que en esta se presenta accidentes de tránsito, ya que los cruces de las bicicletas no están estructurados correctamente. Adicionalmente, hay cicloruta en la Av. Boyacá en su costado occidental, la cual cruza por la Av. Primero de Mayo.
Transporte	La Av. Primero de Mayo, siendo la vía principal de la zona Dos, cuenta con múltiples medio de trasporte como: SITP, buses alimentadores, taxis, buses y busetas urbanas y/o provisionales SITP, tracto mulas, vehículos particulares y motos.
Paraderos de transporte público	En el costado sur de la Av. Primero de Mayo se encuentran aproximadamente nueve paraderos de SITP, correspondientes a las rutas _112, 580, 120, 367, 496, 552, 576, 580, 782, 786, C1, C11, C15, C110, 912, E46, Z8, 162, 39, 139, entre otras. Así mismo, hacia el costado norte de la vía se encuentran alrededor de seis paraderos de SITP, correspondientes a las rutas 112, 117, 120, 192, 252, 367, 465, 496, 552, 576, 577, 580_, 740, entre otras. A la altura de la Calle 42 Sur con Av. Primero de Mayo, se ubica un paradero de alimentador, correspondiente a la ruta 8-2 (Hospital) con destino al Portal de Banderas. De acuerdo a los residentes del sector, este paradero conglomera un alto número de personas, en especial en las horas pico. Sobre la Av. Primero de Mayo entre Calle 26 sur y Calle 38 b, transita la ruta alimentadora 8-1 (Kennedy Central), a esta ruta recurren las personas que viven en el sector de la Av. Boyacá con Av. Primero de Mayo y el sector de Carvajal y Oneida. La ruta 8-6 (Timiza) que circula por la Calle 40 sur y cubre los barrios Argelia, Campiña, Boita y New York.
Puentes	Sobre la Av. Primero de Mayo a la altura de la Calle 38 B Sur y Carrera 71 D, se ubican dos puentes peatonales respectivamente. Adicionalmente, la Av. Primero de Mayo se eleva sobre la Av. Boyacá a través de un puente vehicular. Así mismo, a un costado de este, sobre la Av. Boyacá, se ubica un puente peatonal. Este punto, de acuerdo a la comunidad, debe ser intervenido debido al alto número de hurtos y presencia de habitantes de calle.

Fuente: Taller Comité ciudadano zona Dos, 2017

Fotografía 5.2.3.73 Av. Villavicencio con Av. Primera de Mayo
Fuente: Google Earth, 2017

Fotografía 5.2.3.74 Hospital de Kennedy y Av. Poporo Quimbaya
Fuente: Google Earth, 2017

Fotografía 5.2.3.75 Av. Primera de Mayo con Av. Boyacá
Fuente: Google Earth, 2017

5.2.3.2.2.2.6 Identificación y localización de las actividades económicas

La zona dos se caracteriza por tener una mayor amplitud en área aunque en actividades económicas se identificaron en campo 571 establecimientos o comerciantes menos que en la zona uno (811). No obstante, en esta se observan dinámicas importantes y algunas cadenas productivas relevantes. Predominan los vendedores ambulantes (9%), estacionarios (8,3%) y bicitaxistas (7,5%)de forma individual, aunque en general se puede decir que predomina el comercio formal.

Área residencial y de uso mixto

Estaciones de Servicio Av. Villaviencio con Av. Primero de Mayo

Fotografía 5.2.3.76 Actividades económicas Zona 2 Desde Avenida Agoberto Mejía hasta Av. Primero de Mayo

Fuente: http//:www.google.com.co/maps

Partiendo desde la Av. Dagoberto Mejía por la Av. Villavicencio se observa una continuación de las actividades relacionadas con el sector de la construcción y la remodelación, talleres de mecánica, lavaderos de carros y motos hasta el cruce con Carrera 79 o avenida de Bomberos de Kennedy como es conocida popularmente. Después se observa una zona residencial amplia donde se ubican actividades que atienden la demanda de la población residente y siete estaciones de servicio entre las que resaltan las ubicadas en el cruce de la Av. Villavicencio con Av. Primero de Mayo.

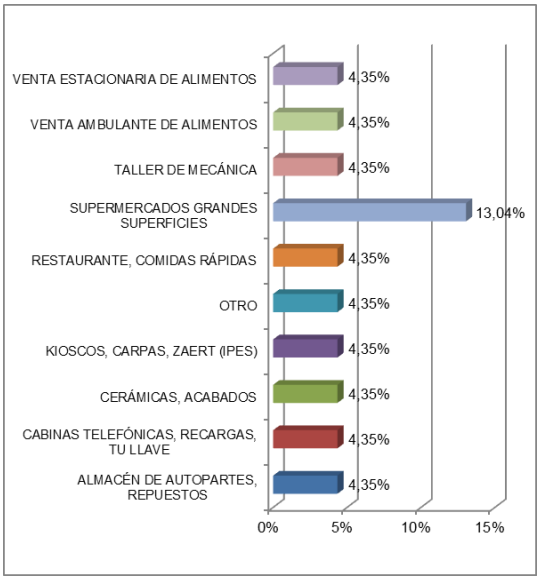


Figura 5.2.3.87 Participación de las actividades económicas en la Zona dos

Fuente: Consorcio Metro BOG

La Avenida Primero de Mayo se caracteriza por presentar una importante variedad de establecimientos que se van diferenciando por sectores a lo largo del recorrido. Frente al Hospital de Kennedy se encuentran establecimientos de actividades anexas como las droguerías

hospitalarias y de ortopédicos, los establecimientos de distribución de alimentos, otras clínicas prestadoras de servicios de salud y como lo evidencian a las imágenes y los recorridos realizados por el equipo social del consultor comercio informal. Según la información procesada por el IPES a lo largo de la zona dos se diferencian dos áreas de concentración de comerciantes informales que son frente al Hospital de Kennedy y en la Avenida Primero de Mayo después de pasar la Avenida Boyacá donde se ubica el puente peatonal que permite el acceso al Centro Comercial Plaza de las Américas y los bares y restaurantes, además se distribuyen a lo largo del eje vial de la Avenida Primero de Mayo hasta la carrera décima.

Hospital de Kennedy

Avenida Primero de Mayo – Plaza de las Américas

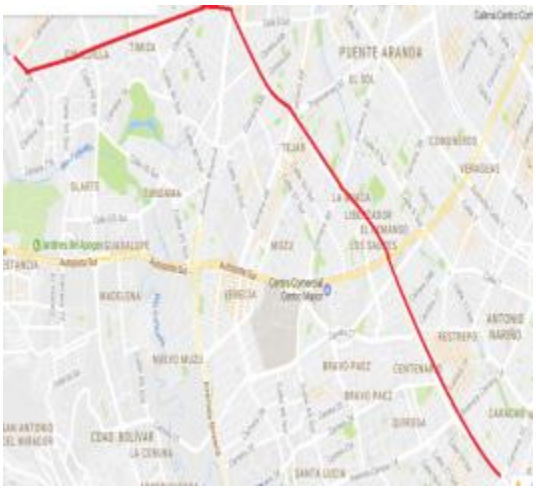
Fotografía 5.2.3.77 Comerciantes informales Avenida Primero de Mayo

Fuente: http//:www.google.com.co/maps

La localidad que mayor territorio abarca del eje vial es la de Kennedy, la ocupación del espacio público está dada por la presencia de ventas informales de comida en el sector aledaño a Plaza de las Américas, Hospital de Kennedy, desde la Carrera 80 se encuentran principalmente frente a los paraderos de los buses del SITP, al lado de la EDS Brio y la carrera 34. Otro sector importante corresponde a los bares, clubes nocturnos, sectores de prostitución y otros sitios denominados "amanecederos" lugares en donde se continúan las actividades nocturnas hasta la el día siguiente, las cigarrerías, droguerías, residencias y demás actividades asociadas como ventas de alimentos y situaciones de inseguridad y tráfico de sustancias psicoactivas. Los bares se encuentran divididos en cuatro zonas: i) Norte que son los establecimientos ubicados frente a las residencias; ii) Sur o que corresponde a una densidad significativa de bares; iii) y la cuadra donde se presentan actividades nocturnas de la población LGBTI y iv) Los bares ubicados frente a la cuadra mencionada anteriormente. Como se mencionó se observan prácticas de prostitución y comercio de sustancias psicoactivas.

En la localidad Antonio Nariño se encuentra el barrio Restrepo, sector comercial en el cual se instalan bares y clubes nocturnos, así como cigarrerías, cafeterías y venta de celulares, entre otras. Al respecto los vendedores informales se ubican en las esquinas y venden principalmente alimentos preparados, confitería y frutas. Desde la carrera 24 hasta la carrera 30 se encuentran talleres mecánicos y venta de motos, quienes extienden por completo sus mercancías en el espacio público. En la intersección de la carrera 30, frente al SENA sede sur, se encuentran aproximadamente 10 vendedores informales, quienes se dedican a vender alimentos preparados, ofertados especialmente para los estudiantes de las diferentes jornadas. En la localidad de Puente Aranda se identifican vendedores informales. Se evidencian algunas invasiones de carros en los andenes en torno a la compra y venta de artículos de hogar (camas, muebles, comedores) (Instituto para la Economía Social, 2017).

Hospital de Kennedy



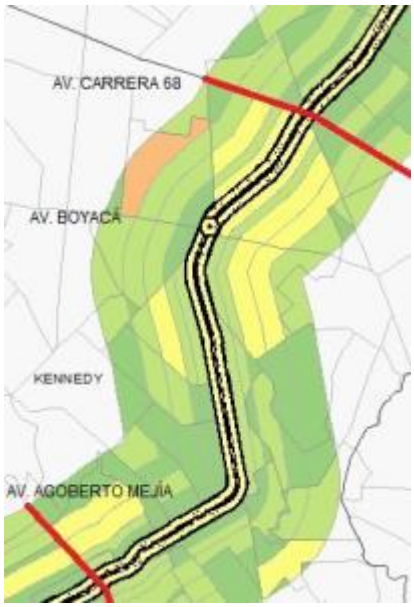
Avenida Primero de Mayo desde la Carrera 80 hasta la Carrera Décima

Figura 5.2.3.88 Comercio Informal Avenida Primero de Mayo

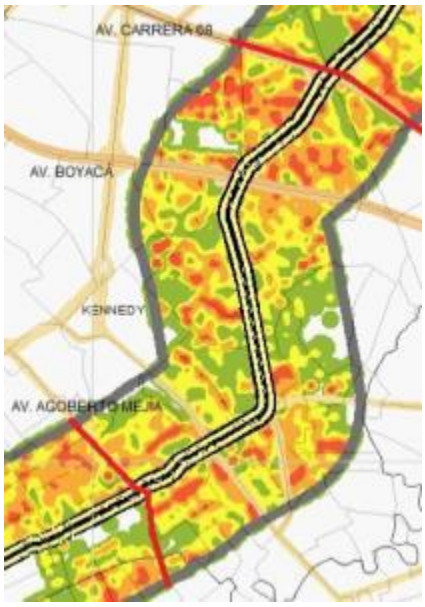
Fuente: Instituto para la Economía Social 2017

De acuerdo con la información suministrada por la Secretaría de Desarrollo Económico, la concentración de empresas por barrio es similar a la de la zona uno, sin embargo, se observa una diferencia clara desde la Avenida Boyacá has ya la Av. Carrera 68, donde se registran entre 391 hasta 773 empresas en un rango de 100 metros desde el eje del trazado, lo que significa que ésta cifra se estaría triplicando frente a la zona 1. En cuanto a la clasificación por tamaño, se registran en la zona puntos de calor de ubicación de grandes empresas, baja concentración de empresas medianas y la mayor proporción corresponde a las microempresas que se distribuyen en todo el territorio de la zona.

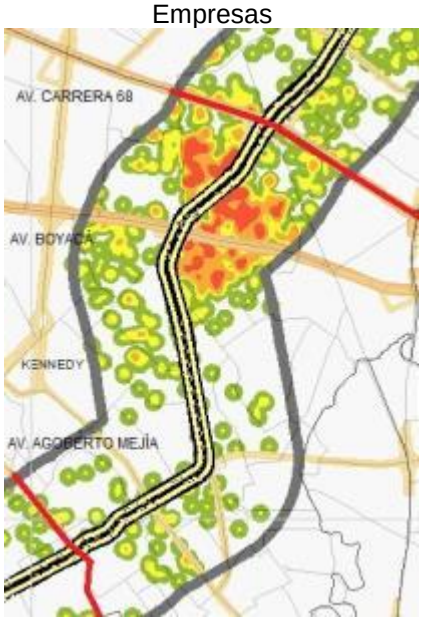
En cuanto a las aglomeraciones, se identifica en esta zona la Cadena Productiva de los Plásticos “Carvajal”. Se estima que en Bogotá se concentran alrededor de 3.200 productores y comercializadores de artículos de plástico espumados, térmicos y rígidos, envases y empaques, entre otros, además de cerca de 60 establecimientos dedicados a la manufactura y venta de plásticos en formas primarias. Asimismo, se identificó que las mayores zonas de concentración de estos productos son Carvajal, para envases y formas básicas; María Paz en Corabastos, para estibas y canastillas; y el sector de Quiroga-Restrepo, en la comercialización de plásticos flexibles (Secretaría Distrital de Desarrollo Económico 2015).



Empresas

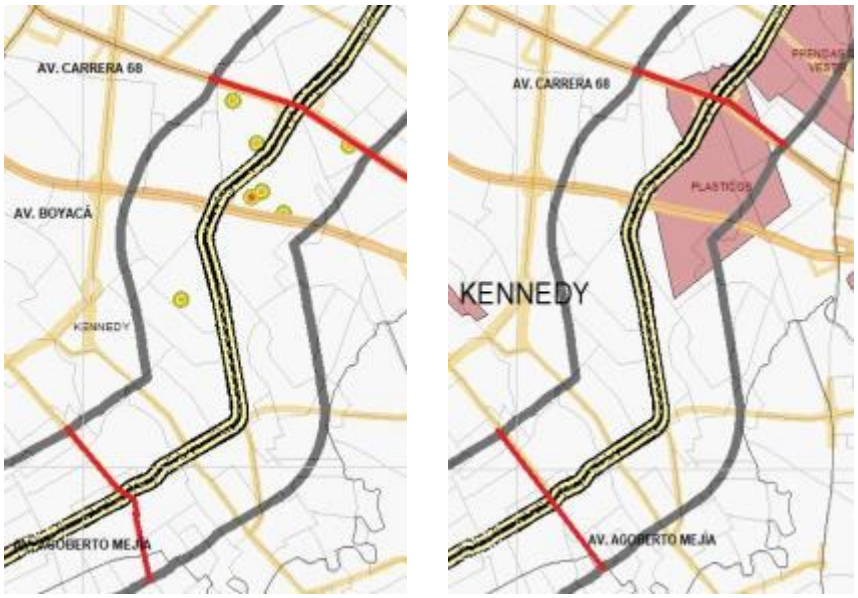


Microempresas



Pequeñas

Medianas



Grandes Aglomeraciones

Figura 5.2.3.89 Empresas registradas en Cámara de Comercio de Bogotá Zona Dos

Fuente: Procesado por Consorcio Metro BOG 2017 con base en información de la Secretaría Distrital de Desarrollo Económico

Ésta cadena productiva se ubica en un área geográfica que delimita por el nor-oriente con la Avenida Primero de Mayo, incluyendo los barrios Provivienda Oriental, Carvajal, San Lucas y Floralia, y se extiende al occidente siempre acotado por la Avenida Primero de Mayo hasta su cruce con la Diagonal 42 sur. Esta bordea el área de estudio en sentido sur hasta encontrar la Avenida del Ferrocarril frente al barrio Alquería, extendiéndose en dirección nor-oriente entre los límites de las localidades Puente Aranda y Kennedy, hasta concluir el barrio el Tejar, sobre la transversal 68 H. El polígono descrito involucra territorio principalmente de la UPZ 45 – Carvajal, comprende alrededor de 420 hectáreas, limita al norte con Hipotecho, al occidente con Timiza y la Campiña, al sur con los barrios Venecia, Alquería y la Fragua y finalmente, por el costado oriental, colinda con los barrios San Eusebio, Milenta y la Igualdad (Ver Figura 5.2.3.90).

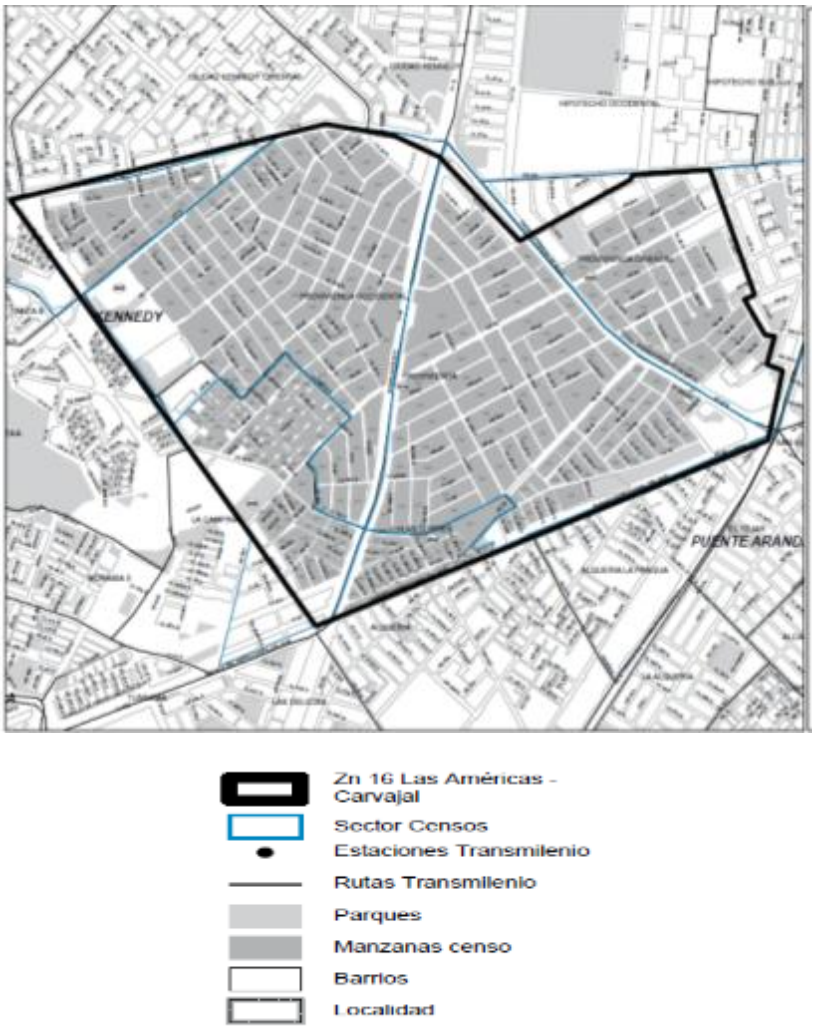


Figura 5.2.3.90 Cadena Productiva del Plástico “Carvajal”
Fuente: Cuadernillo de Desarrollo Económico SDDE 2015

5.2.3.2.2.3 Zona Tres

De la Zona tres hacen parte los barrios Alquería La Fragua Norte, Provivienda Oriental, Provivienda, Remanso Sur, Alcalá, Autopista Muzú, Remanso, Autopista Muzú Oriental, Tejar, Autopista Sur, San Eusebio, La Fragua, Sena y Santa Isabel sur. En la Tabla 5.2.3.37 se presenta la infraestructura educativa y de salud presente en la zona tres y aledaña al corredor del Metro.

5.2.3.2.2.3.1 Referente Histórico

Los referentes para este sector corresponden a la fundación de los barrios, en 1959 se funda el barrio Alcalá y hacía la década del sesenta se inicia la construcción del barrio El Tejar, en sus dos etapas. El barrio El Tejar tiene una connotación importante, es uno de los primeros barrios que se construyeron bajo la premisa de “ayuda mutua”, el Instituto de Crédito Territorial otorgo el lote,

materiales y recursos, con el compromiso que los ciudadanos de trabajar en la construcción, en consecuencia la población dedicaba todos los fines de semana a las labores constructivas, ejecutado distintas labores. Uno de los datos característicos relatados por los integrantes del comité, es que todos aportaban en la construcción de las viviendas, las cuales luego eran entregadas mediante sorteo, es decir no trabajaban en las viviendas que iban a habitar.

El Tejar fue un barrio para empleados del Distrito, cada manzana se identifica con un número y correspondía a una de las empresas distritales, por ejemplo en la manzana 20 vivían empleados de las empresa municipal de buses (Trole bus), en la 21, empleados de la EDIS y en la 22 empleados de bomberos.

Al costado sur de la Av. Primero de Mayo se ubica el sector del Tejar denominado como “las inconclusas”, este sector fue construido en su totalidad por el Instituto de Crédito Territorial, en este sector las casas se entregaban en obra gris y en el centro de la manzana un patio comunal que permitía la integración de las familias, con el tiempo cada familia dividió su patio, pero esto no menoscabo el proceso comunitario. De hecho en este barrio la gente conserva un fuerte sentido de pertenencia, durante 50 años allí se celebraba en enero la “Quema del Diablo”, esta fiesta se inició con el propósito de fortalecer a la comunidad a través del trabajo comunitario en que se basaba la fiesta inicialmente. El señor Zarate, uno de los fundadores del barrio, sacaba a desfilar el diablo en un Chevrolet del año 1946, la gente se reunía a comer y celebrar. En la actualidad esta fiesta ha perdido sentido para la comunidad del Tejar, debido a que sienten que la alcaldía local les arrebató un elemento cultural que pertenecía al barrio.

Fotografía 5.2.3.78 Plano original del barrio El Tejar

Fuente: Consorcio Metro BOG, 2017

Fotografía 5.2.3.79 Quema del Diablo Barrio el Tejar

Fuente: www.youtube.com

Fotografía 5.2.3.80 Colegio Luis Vargas Tejada, Sede El Tejar

Fuente: www.youtube.com

También comienza la urbanización de la Hacienda La Esperanza, allí se construyen los barrios Asunción y el Jazmín. Posteriormente en la década del 60 se construye la Av. Primero de Mayo lo que supuso el desarrollo del sector, al potenciar la movilidad y conectividad del occidente en desarrollo con el centro de la ciudad. Aunque con la construcción del puente sobre la Av. 68 se demolieron varias manzanas que corresponden al barrio el Tejar.

Figura 5.2.3.91 Línea del tiempo Comité 3
Fuente: CONSORCIO METRO BOG, 2017

En 1980 se da la invasión del sector conocido como Villa Lola, este sector está ubicado entre El Tejar y Torremolinos, este último es un barrio que en un principio fue para personas pertenecientes a la policía. En 1982 se construyen los conjuntos Spencil I y II, ubicados en el Av. Primera de Mayo con Av. 68, costado occidental y hacía 1992 se construye el sector de Milenta sector 2. Otro hito importante para la zona es el establecimiento de los almacenes de muebles sobre la Av. Primero de Mayo, entre la Carrera 50 y la NQS, en ambos costados de la vía, esto se comenzó a dar a principios de la década del 90. Para algunos residentes los establecimientos potenciaron el sector económico de la zona, pero para otras personas estos almacenes han generado el deterioro de un importante sector residencial, ya que invadieron el espacio púbico y las calles se convirtieron en parqueaderos.

Para este sector, los sitios de interés cultural son el parque de Ciudad Montes por la presencia de la casona que perteneció a Antonio Nariño y porque es el recuerdo del pasado rural de la localidad. También mencionan la rotonda de la carrera 50, donde se conserva una de las maquinas con las que se construyó la Av. Primero de Mayo. Para el barrio El Tejar, la escuela Vargas Tejada es un referente cultural muy importante.

Los barrios de autoconstrucción como el Tejar, generaron fuertes lazos sociales y comunitarios que se mantienen hoy en día y que se evidencian en los procesos de participación. Son tan fuertes que es uno de los pocos sectores donde la gente participa activamente, especialmente los adultos mayores. Como en otras zonas, la participación de los jóvenes no es muy visible.

5.2.3.2.2.3.2 Infraestructura educativa y de salud

Este sector tiene una dinámica diferente a los otros dos sectores, teniendo en cuenta que la Av. Primero de Mayo es un importante corredor de movilidad, en este sector no hay presencia de infraestructura de salud, salvo tres IPS que prestan servicios de consulta externa, esto se debe posiblemente a que esta zona responde a otras dinámicas económicas y sociales. En el barrio Santa Matilde está ubicado el Centro de Rehabilitación Integral CRAC para personas invidentes, en una institución de carácter privado, pero que presta servicios a nivel distrital, ya que fue habilitada como IPS por la Secretaría Distrital de Salud de Bogotá. Diariamente por este sector de la Calle 8 con NQS se movilizan personas invidentes que se dirigen a este sitio.

A lo largo de la zona tres se ubican varias instituciones educativas, esto responde a los requerimientos de un sector netamente residencial, aunque con actividades económicas sobre las vías más importantes. En este sector sobresale la IED Benjamín Herrera al ser el colegio más grande de la zona y con varias sedes que ofrecen educación primaria, bachillerato y media vocacional. En el barrio El Tejar sobresalen la IED Luis Vargas Tejada sede B (El Tejar) y el Colegio Parroquial Monseñor Emilio De Brigard. El primero es más conocida por como la Escuela El Tejar que se construyó a la par que el barrio, allí han estudiado desde la década del 60, cientos de niños y es un importante referente cultural y social para sus habitantes. Al costado sur de la Av. Primero de Mayo detrás de la iglesia San Pablo, se ubica el colegio parroquial nombrado así en honor a monseñor Emilio De Brigard que adelanto importantes obras benéficas en la zona.

En esta zona se ubica una sede del SENA, el Centro Metalmecánico regional Distrito capital, es la única sede que ofrece programas orientados a la mecánica industrial, cuenta con tres áreas de trabajo que son: Formación en automatización y mecatrónica, formación en mantenimiento y formación en mecanizado; cada trimestre este centro recibe más de 500 aprendices por lo cual es uno de los centros de formación del SENA más importantes. (Ver Tabla 5.2.3.37)

Tabla 5.2.3.37 Infraestructura educativa y de salud zona tres

Salud	Educación
En este tramo del trazado hay tres IPS y el CRAC, este último es un centro de rehabilitación para invidentes. • IPS: ORALMEDIX clínicas odontomédicas sede Tejar. • IPS Odontotal • IPS: Sede sociedad médica integral salud SAS • Centro de rehabilitación para adultos ciegos CRAC Fotografía 5.2.3.81IPS Odontotal Fuente: Google maps	Sobre el corredor del trazado del Metro hay ubicados cuatro colegios oficiales y cuatro no oficiales sobre la zona, dentro de los cuales el principal es el Colegio Distrital Benjamín Herrera. • IED Luis Vargas Tejada sede B (El Tejar) • IED Benjamín Herrera sede A y C • IED Marco Antonio Carreño Silva Fotografía 5.2.3.82Colegio Distrital Benjamín Herrera Fuente: Google Earth Colegio privados:

Salud	Educación
	• Colegio Parroquial Monseñor Emilio De Brigard • Liceo San Bernardo • Liceo Pedagógico Los Conquistadores • Liceo Rómulo Gallegos Hay dos instituciones educativas importantes a la altura de la NQS, El SENA, que es un punto de referencia de la zona, y la Universidad Nacional Abierta y a Distancia UNAD. Fotografía 5.2.3.83SENA Av. NQS Fuente: Google Earth

Fuente: Consorcio Metro BOG, 2017

A partir de la información técnica del Proyecto, es posible que se presente una afectación sobre el edificio de la IED Luis Vargas Tejada sede B (El Tejar), ya que este colegio está ubicado muy cerca a la Av. Primero de Mayo y la Av. Carrera 68. Al parecer no hay otras edificaciones que puedan verse comprometidas por las obras.

Durante las obras de construcción y cierres viales se puede generar inconvenientes en el acceso de los estudiantes y rutas escolares a las diferentes instituciones educativas presentes a lo largo del corredor. Así mismo, se puede generar inconvenientes en la movilidad de las personas invidentes que se trasladan al CRAC por la cra 30.

5.2.3.2.2.3.3 Infraestructura recreativa

La zona tres es una de las zonas con más parques, la mayoría son parques de bolsillo ubicados en el barrio el Tejar, debido a que este barrio se concibió con espacios verdes o parques dentro de cada manzana. Hay parques vecinales como el de San Eusebio y de escala zonal como el parque de Ciudad Montes, este último está a tres cuadras del corredor pero tienen una gran importancia para todo el sector. (Ver Tabla 5.2.3.38)

Tabla 5.2.3.38 Infraestructura recreativa zona tres

En esta zona hay 21 parques identificados, se destacan un tipo particular de parques que se conocen como “parques de bolsillo”, usualmente se ubican en el centro de la manzana rodeados por calles peatonales, estos son característicos del diseño urbanístico del barrio El Tejar, ya que fueron pensados como espacios de recreación e interacción para los habitantes.

Fotografía 5.2.3.84 Parques de bolsillo barrio El Tejar
Fuente: Google Earth

Sobre este corredor también se destacan parques vecinales como San Eusebio que tiene cancha de futbol, cancha de básquet, microfútbol, juegos para niños y máquinas para ejercicios. Con características similares está el parque La Guaca, ubicado en la carrera 40 a con Av. Primero de Mayo. Cerca al corredor del Metro se ubican los parques el Remanso y los Sauces.

Fotografía 5.2.3.85 Parque San Eusebio Fotografía 5.2.3.86 Parque La Guaca
Fuente: Google Maps

Aunque está a tres cuadras de la Av. Primero de Mayo, el parque de Ciudad Montes es muy importante para este sector y para la localidad. Este parque se ubica en lo que antiguamente fue la hacienda de Antonio Nariño. El parque cuenta con canchas de tenis, voleibol, baloncesto y fútbol, pista de atletismo y patinaje. Cuenta además con senderos peatonales y parque infantiles.

Fotografía 5.2.3.87 Casa museo Antonio Nariño
Fuente:
http://ciudadmontesparqueterritorio.blogspot.com.co/

Fotografía 5.2.3.88 Parque Ciudad Montes
Fuente:
www.flickr.com/photos/idtbogotaturi

Fuente: Consorcio Metro BOG, 2017

5.2.3.2.2.3.4 Vivienda

La zona tres tiene importantes sectores como el Tejar un barrio construido en la década del sesenta bajo la premisa de autoconstrucción, las viviendas han sido modificadas para dar paso a viviendas más grandes que las originales y locales comerciales. El barrio San Eusebio y Ciudad Montes de carácter residencial y cuyas viviendas se caracterizan por su amplitud, jardines y belleza, han dado paso a grandes locales construidos sobre los antejardines para exhibir muebles; también hay conjuntos de apartamentos como los de la Guaca. (Ver Fotografía 5.2.3.89)

Fotografía 5.2.3.89 Viviendas ubicadas Av. Primero de Mayo, entre Cra 68 y NQS
Fuente: Google Earth, 2017

5.2.3.2.2.3.5 Movilidad

La Zona Tres comprende la Av. Primera de Mayo desde la Carrera 69 B hasta la Av. NQS con Calle 8 Sur. Este sector tiene cuatro importantes corredores de movilidad, la Av. Carrera 68, Carrera 50, Av. NQS y Av. Primero de Mayo. Por estas vías transita transporte público tradicional (Busetas provisionales, SITP, taxis y colectivos) y transporte particular, y por la Av. NQS funciona TransMilenio.

A pesar de que son varias las rutas que transitan por la zona, los habitantes del sector indican que los problemas que se presentan se deben a que el SITP cambio o suprimió varias rutas tradicionales, lo que genera confusión en la gente a la hora de utilizar el sistema; así mismo, manifiestan que las rutas del SITP se demoran mucho. De este sector, solo las personas ubicadas cerca de la NQS pueden acceder al servicio de TransMilenio, aunque se quejan de la ubicación de la estación porque está lejos de las zonas residenciales y está en un sector inseguro especialmente en las noches.

De manera particular en cuanto a movilidad consideran que la carrera 50 es una buena opción de conectividad porque no tiene un alto flujo vehicular como en la Av. 68 y la NQS, aunque indican que en navidad hay congestión sobre la glorieta de la carrera 50 por los establecimientos comerciales que venden pavos. La movilidad por la Av. Primero de Mayo también presenta problemas en el tramo comprendido entre la carrera 50 y la NQS, este es el sector de los almacenes de muebles, allí existe invasión del espacio público por vehículos y camiones; aunque en los últimos meses la secretaria de Movilidad delimito el carril naranja para el servicio público, lo que genero el descontento de los comerciantes del sector.

En la Tabla 5.2.3.39, se presenta una descripción de la infraestructura vial y sistema de transporte de la zona Tres.

Tabla 5.2.3.39 Movilidad zona tres

Criterio	Características
Vías	Como vías secundarias a la Av. Primero de Mayo, los habitantes del sector destacaron las siguientes: • Transversal 79: Presenta congestión en horas pico. • Carrera 50: Presenta dificultades en la movilidad debido a la usencia de semáforos en las entradas y salidas de la glorieta. La comunidad afirma que en el mes de diciembre esta vía se congestiona significativamente debido a los establecimientos de venta de anchetas y pavos navideños que se ubican allí. • Carrera 68 I: No presenta dificultades en torno a la movilidad. • Carrera 52 A: Permite la conexión con la Av. Primera de Mayo desde el sur.

Criterio	Características
	Las personas que se movilizan por la Av. Primero de Mayo desde el occidente y desean tomar la Av. 68, deben ingresar al barrio Tejar por la Carrera 52 B, el cual presenta congestión vehicular ya que las vías no están estructuradas para sobre llevar la demanda de movilidad del sector.
Ciclovias/ bicicarriles/ ciclorutas	En la Zona Tres, la Av. Primero de Mayo no cuenta con ciclorutas o bici carriles. La Av. NQS, en su costado norte cuenta con cicloruta.
Transporte	La Av. Primero de Mayo, a la altura de la zona Tres cuenta con múltiples medios de trasporte como: SITP, buses alimentadores, taxis, buses y busetas urbanas y/o provisionales SITP, tracto mulas, vehículos particulares y motos. La Av. NQS, además de los medios de transporte anteriormente nombrados, cuenta con TransMilenio, esta estación moviliza a diario 10.617 pasajeros.
Paraderos de transporte público	En el costado sur de la Av. Primero de Mayo se encuentran aproximadamente 17 paraderos de SITP, correspondientes a las rutas 117, 120, 192, 252, 367, 465, 496, 552, 576, 577, 580, 740, 108, P3, C15, C97, entre otras. Así mismo, hacia el costado norte de la vía se encuentran alrededor de 14 paraderos de SITP, correspondientes a las rutas112, 117, 120, 192, 252, 367, 465, 577, P23, c110, entre otras. A la altura de la Av. NQS desde la Av. Primero de Mayo hasta la Calle 8 Sur, se encuentra ubicada la estación de Transmilenio SENA. Así mismo, en el costado occidental de la vía se encuentran ubicados cuatro paraderos de SITP, correspondientes a las rutas 59 A, C31, N04 y T136. Hacia el costado oriental se ubican dos paraderos de SITP, correspondientes a las rutas T163, 59 A, C31 y N04.
Puentes	Sobre la Av. Primero de Mayo se encuentra ubicados los siguientes puentes peatonales: • Carrera 68 D. • Entre la Carrera 52 C y 52 B. • Carrera 51 A junto al Canal Rio Seco. • Carrera 39 sobre el Rio Fucha. Adicionalmente, en la Av. 68 con Av. Primero de Mayo se ubica un puente vehicular. Sobre la Av. NQS con Diagonal 10 se ubica un puente peatonal, el cual permite el ingreso y salida de la estación de Transmilenio Sena y el cruce de la avenida.

Fuente: Consorcio Metro BOG, 2017

Fotografía 5.2.3.90 Av. Primera de Mayo con Av. Carrera 68
Fuente: Google Earth, 2017

Fotografía 5.2.3.91 Glorieta Av. Primera de Mayo con Carrera 50
Fuente: Google Earth, 2017

Fotografía 5.2.3.92 Av. Primera de Mayo con Av. NQS
Fuente: Google Earth, 2017

Fotografía 5.2.3.93 Av. NQS con Calle 8 Sur
Fuente: Google Earth, 2017

5.2.3.2.2.3.6 Identificación y localización de las actividades económicas

La zona tres se caracteriza por la venta de materiales, locales en arriendo para múltiples actividades, venta de muebles desde la Cra. 50 hasta la NQS y venta de repuestos y reparación de lavadoras desarrolladas a lo largo de cinco cuadras sobre la AV Primero de Mayo. El 80% de los locales comerciales de la zona son atendidos por empleados y el 20% por propietarios, en cuanto a la ocupación de las personas entre un 60% y 70% corresponde a contratación temporal. En la temporalidad de las actividades económicas, el horario de trabajo está dado de lunes a viernes

entre las 8 de mañana y las 7 de la noche, el sábado son realizadas las actividades hasta las 2 pm en algunos casos o con la jornada completa hasta las 6 pm. Existen registros de locales que laboran de domingo a domingo. Los comerciantes percibieron de manera negativa la construcción de andenes ya que quita área de trabajo a los locales y se suma a la falta de parqueaderos para los visitantes.

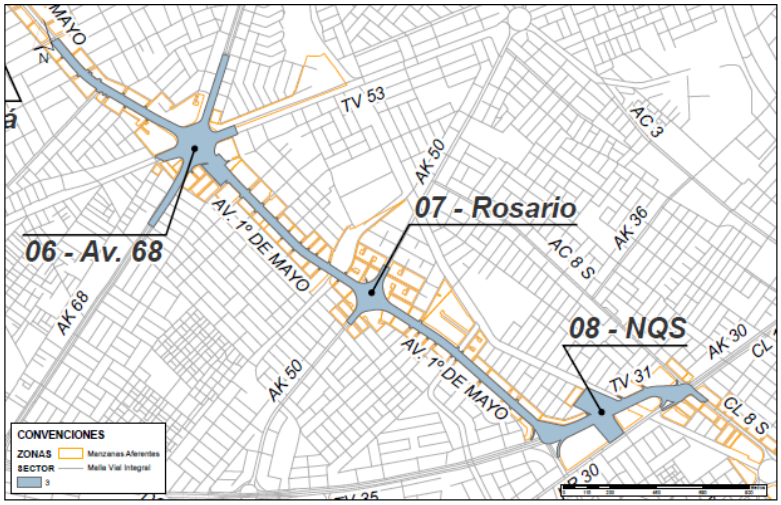


Figura 5.2.3.92 Avenida Carrera 68 hasta Av. NQS

Fotografía 5.2.3.94 Venta de muebles Av. Primero de Mayo con Cra. 50

Fotografía 5.2.3.95 Sector mixto Ciudad Montes, residencial y comercial

Fotografía 5.2.3.96 Av. Primero Con Av. NQS

Fuente: http//:www.google.com.co/maps

Las actividades económicas registradas a través de la encuesta dan cuenta de una continuación de actividades económicas sobre la Av. Primera Mayo, sobresaliendo la venta y reparación de muebles, la venta de repuestos de lavadoras, las ferreterías, talleres de mecánica y locales comerciales que prestan servicios a los usuarios y residentes. En la encuesta aplicada son observadas algunas de las actividades realizada en la zona.

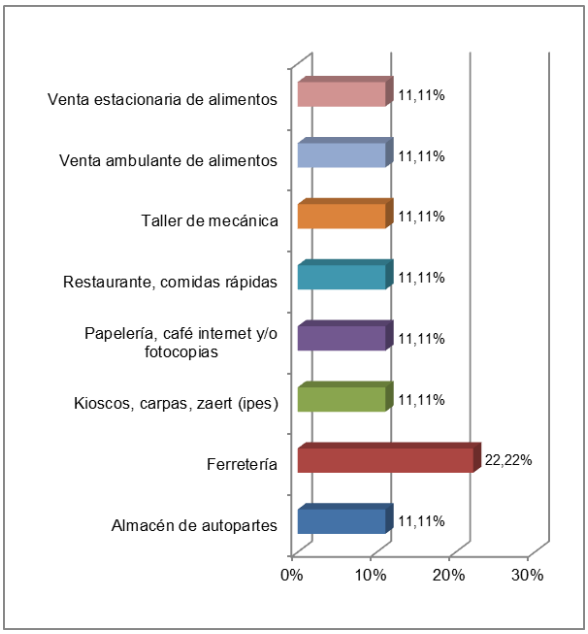
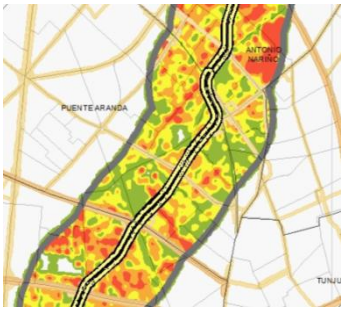


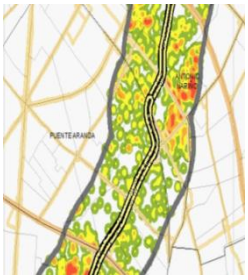
Figura 5.2.3.93 Participación de las actividades económicas en la Zona tres

Fuente: Consorcio Metro BOG, 2017

Las concentraciones de empresas según tamaños en la zona tres muestran diversidad en el tipo de actividades económicas desarrolladas. La Avenida Primero de Mayo sigue siendo referente de la zona, es atravesada por dos avenidas importantes la Cra 68 y la Cra 50. En las intersecciones se muestran actividades económicas de muebles, mecánica en general y prestación de bienes de servicios. En la zona se encuentra uno de los barrios tradicionales, Ciudad Montes que posee un sector residencial con amplia zonas verdes y actividades asociadas a los espacios recreativos. La mayor participación del a zona está entre las microempresas y pequeñas empresas.



Microempresas



Pequeñas empresas

Medianas empresas

Grandes empresas

Figura 5.2.3.94 Empresas registradas en Cámara de Comercio de Bogotá zona tres

En las actividades realizadas con comerciantes fue referenciada la cadena productiva de venta de materiales de construcción. Que funciona con la llegada de los productos por distribuidores de las diferentes marcas que son almacenados en bodegas ubicadas en las cuadras adyacentes a la Av. Primero Mayo y distribuidas en los diferentes locales que hacen ventas de mostrador o por contacto telefónico. Adicionalmente hace parte de la cadena el transporte que está organizado por sugerencia década establecimiento o gestionado por el comprador. En la cadena productiva de venta de muebles generalmente existen microempresas de tipo familiar que tiene pocos productos exhibidos y funcionan por encargo, la fabricación de los muebles puede desarrollarse en el mismo establecimiento o ser traído del sitio de fabricación hasta el punto de venta.

5.2.3.2.2.4 Zona Cuatro

5.2.3.2.2.4.1 Referente Histórico

Este sector alberga barrios residenciales y tradicionales de la ciudad como el barrio Santa Isabel, la Fragua y la Fraguita. Para la gente del sector, uno de los referentes históricos es la construcción del barrio Santander en 1939, con este barrio se da inicio a uno de los primeros barrios obreros de la ciudad. Otro referente es la urbanización de la hacienda Santa Isabel, entre 1940 y 1950, donde se construyó entre otros el barrio que lleva su nombre.

En 1958 se da inicio la construcción del barrio la Fragua, un barrio de autoconstrucción en el que jugó un papel muy importante el arquitecto German Samper y su esposa Yolanda Martínez. La Señora Yolanda decide gestionar con el Instituto de Crédito Territorial, la ayuda necesaria en dinero y terrenos para que familias pobres y con muchos hijos pudieran acceder a una vivienda digna. German Samper se encargó de los diseños, novedosos para la época, ya que diseño un barrio con calles peatonales, lo que permitió construir más casas de las que se habían pensado inicialmente.

En la década del sesenta la constructora Ospina y Cía., comienza el loteo de los terrenos de lo que en la actualidad es el barrio La Fraguita. En 1963 se inaugura la sede del SENA ubicada en la carrera 30, lo que posibilita el acceso de los jóvenes del sur occidente a formación técnica. Hacía 1970 se realizan las obras de canalización del rio Fucha lo que genera un cambio en el paisaje y en las condiciones sanitarias del sector.

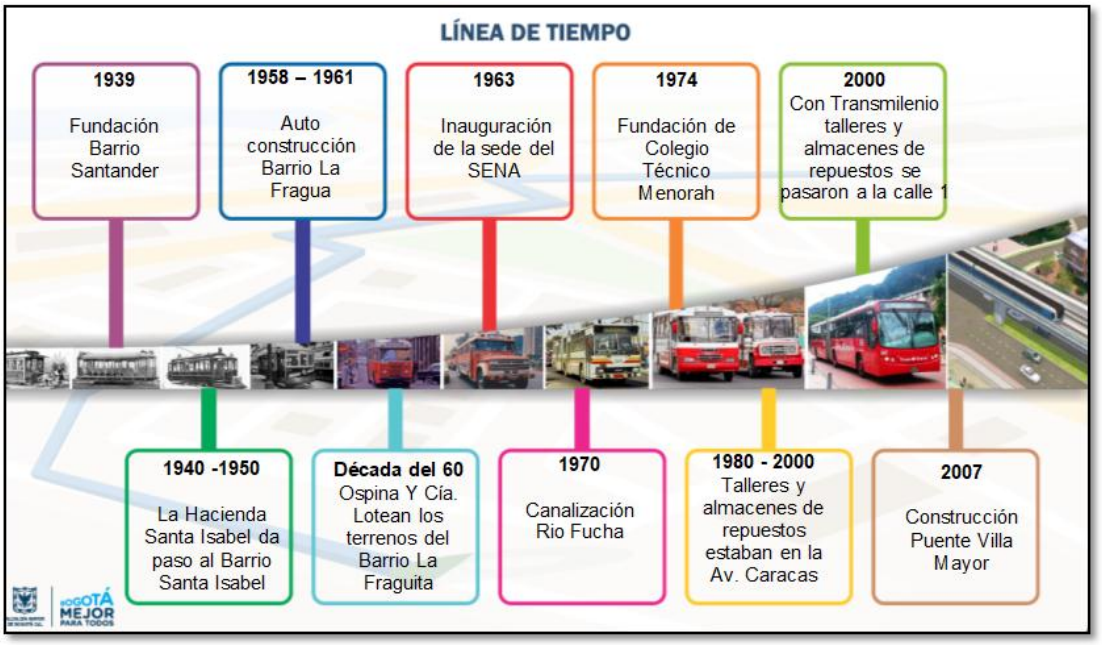


Figura 5.2.3.95 Línea del tiempo Comité 4
Fuente: CONSORCIO METRO BOG, 2017

Un referente fundamental del sector de la Calle 1, barrio Eduardo Santos, es la manzana educativa ubicada entre las carrera 19 y 19 C, allí se ubican importantes establecimientos educativos como la IED San Francisco de Asís, IED Eduardo Santos y IED técnica Menorah, este último fundado en 1974 y un referente educativo para el sector e incluso para Bogotá.

Fotografía 5.2.3.97 Museo de Artes Gráficas de la imprenta Nacional
Fuente: Google Maps

Fotografía 5.2.3.98 Edificio de laboratorio Quibi
Fuente: Google maps

Uno de los referentes más significativos para la zona, es el cambio paulatino y brusco que sufrió el sector de la calle 1; entre 1980 y el año 2000, los barrios la Fraguita, El Vergel, San Antonio y Eduardo Santos eran residenciales con muy pocas actividades comerciales. Pero con la construcción de TransMilenio por la Av. Caracas los negocios de repuestos y los talleres ubicados sobre está troncal se vieron obligados a trasladarse sobre la Calle 1, que cambio profundamente el sector y trajo consigo el deterioro que se percibe hoy en día. Otro referente para el sector es la construcción del Puente de Villa Mayor en el 2007, lo que ayudo a mejorar la movilidad de la zona.

Lo que se puede percibir en el barrio La Fragua es un fuerte sentido de pertenencia, debido principalmente a sus inicios; en contraste, el barrio Santa Isabel es un barrio diferente con una población de un estrato más alto, en el que no se evidencia con claridad los lazos comunitarios, debido a las características de las viviendas las cuales cuentan con grandes áreas que permiten su alquiler y generan renta a sus propietarios.

En esta zona la comunidad reconoce como sitios de interés cultural los colegios ubicados en la manzana educativa, el colegio de la Consolata, el Museo de Artes Gráficas de la imprenta Nacional, el edificio de laboratorio Quibi, la zona de los hospitales Santa Clara, La Misericordia, Centro dermatológico Federico Lleras Acosta y San Juan de Dios.

Fotografía 5.2.3.99 Centro dermatológico Federico Lleras Acosta

Fuente: Consorcio Metro BOG, 2017

Fotografía 5.2.3.100 Unidad residencial Hans Drews Arango

Fuente: Consorcio Metro BOG, 2017

Los barrios ubicados sobre la calle primera, no solo han sufrido el deterioro del sector por las dinámicas comerciales que se afincaron allí, sus habitantes también han perdido el arraigo y pertenencia por la llegada de nuevos propietarios que han cambiado las casas por locales y fábricas. El barrio Eduardo Santos más tradicional, se resiste a estos cambios y a través de la JAC y los habitantes más antiguos del sector, trata de conservar los espacios tradicionales del barrio, como el salón comunal y los parques.

5.2.3.2.2.4.2 Infraestructura educativa y de salud

La zona cuatro tiene un carácter más residencial a la altura de la calle octava, en este tramo solo hay dos IPS y el colegio Atanasio Girardot; al parecer las condiciones socioeconómicas de este sector que es estrato cuatro, incide en que los residentes se desplacen a otros sectores para acceder a servicios en salud y educación.

El sector de la Calle Primera es un importante nodo en servicios educativos y de salud. En el barrio Eduardo Santos se ubica la manzana educativa, allí funcionan los colegios San Francisco de Asís, Eduardo Santos y el Técnico Menorah, que atienden más de 1.000 niños en sus instalaciones, por lo cual, la calle Primera es fundamental para la movilidad de los niños que estudian en estos colegios. Cerca de la manzana educativa se ubica el colegio de religiosas La Consolata que también incide en la movilidad de la zona por las rutas escolares y las niñas que se movilizan por la mañana y en la tarde.

Otro importante nodo es el de la salud, a la altura de la Av. Caracas centre Calle Segunda y Segunda sur, se ubican algunos de los hospitales más importantes de la ciudad. Allí llegan a diario

miles de personas para acceder a servicios especializados de salud, como en el Centro Dermatológico Federico Lleras Acosta o en el hospital departamental La Misericordia, este último especializado en pediatría y ortopedia infantil, por lo cual es considerado el primer hospital pediátrico del país especializado en cáncer infantil. Los hospitales Santa Clara y La Samaritana son de relevancia en la atención especializada y urgencias. (Ver Tabla 5.2.3.40)

Tabla 5.2.3.40 Infraestructura educativa y de salud comité cuatro

Salud	Educación
En esta zona hay seis IPS, tres en el sector de la calle Octava sur, y los otros sobre la calle Primera. • Odonto Clinic • CCIP Soluciones radiológicas. Fotografía 5.2.3.101 IPS Odonto Clinic Fuente: Google Maps En la zona de la Calle Primera se ubican Fundasalud Clínica San Lucas y el Hospital de La Misericordia; bien de interés cultural. Fotografía 5.2.3.102 Hospital de La Misericordia Fuente: Consorcio Metro BOG, 2017 En la calle Primera sur con carrera 14b está ubicado el Hospital Santa Clara y sobre la Caracas con Calle Primera está el Centro Dermatológico Federico Lleras Acosta. Así mismo, sobre la Av. Caracas está la Dirección de sanidad de la Policía. Al costado Oriental de	En la zona correspondiente a este comité se evidencian diferencias, en la calle Octava sur solo hay una institución educativa, ya que es un sector más residencial. Más al oriente, por la calle Primera hay un sector importante reconocido por los habitantes como “Manzana educativa”, en la cual hay cuatro colegios y un gran flujo de estudiantes. En esa misma zona hay una sede del SENA- Centro de Tecnologías para Construcción y las Maderas. Colegios públicos: • IED Atanasio Girardot sede A y B • IED San Francisco de Asís • IED Eduardo Santos • Colegio Distrital Técnico Menorah Fotografía 5.2.3.104 IED Atanasio Girardot Fuente: Google Maps Fotografía 5.2.3.105 Colegio Técnico Menorah Fuente: http://colegio.redp.edu.co/menorah/ Colegios Privados: • Colegio Psicopedagógico De Educación Integral

la Av. Carcas está el San Juan de Dios, La Hortúa y la Samaritana. Este sector es conocido como los Hospitales por la infraestructura existente y su gran importancia a nivel distrital e incluso nacional, ya que reciben pacientes de todo el país. Fotografía 5.2.3.103 Centro Dermatológico Federico Lleras Acosta Fuente: https://masquemedicos.co	• Jardín Infantil Maternal La Casita Del Saber • Jardín Pedagógico El Tren De Mickey • Colegio Hermanas Misioneras De La Consolata Fotografía 5.2.3.106 Colegio Hermanas Misioneras de La Consolata Fuente: Consorcio Metro BOG, 2017

Fuente: Consorcio Metro BOG, 2017

La mayoría de edificaciones identificadas en el cuadro anterior están ubicadas en las manzanas aferentes al corredor, excepto la denominada Manzana educativa ubicada en el barrio Eduardo Santos, pero las actividades constructivas y los cierres viales pueden afectar la movilidad de los estudiantes de estos cuatro colegios, ya que según la información suministrada por la comunidad, son más de dos mil estudiantes que se movilizan por el sector, al inicio y finalización de la jornada escolar.

5.2.3.2.2.4.3 Infraestructura recreativa

En la zona cuatro hay ocho parques, la mayoría de estos de escala vecinal como el de Santa Isabel y el de la Fraguita. Se destaca el parque la Fragua que es de tipo zonal, ya que este tiene un polideportivo que se considera como un equipamiento especializado para la práctica deportiva. (Ver Tabla 5.2.3.41)

Tabla 5.2.3.41 Infraestructura recreativa zona cuatro

En el área de influencia de esta zona se localizan ocho parques, de estos cuatro están ubicados sobre la calle octava, el principal es el denominado Centro recreo deportivo La Fragua, este parque tiene un polideportivo, cancha de microfútbol, baloncesto, pista de patinaje y zona de juegos. Hay dos parques próximos más pequeños también denominados La Fragua, estos también tienen juegos y zonas deportivas. Y en Santa Isabel está ubicado el parque de los Borrachos.

Fotografía 5.2.3.107 Parque Polideportivo la Fragua
Fuente: Google Earth

Sobre la calle primera hay otros cuatros parques, estos son parques vecinales que cuentan con infraestructura deportiva, mobiliario urbano básico y zona de juegos para niños, de éstos se destaca el parque La Fraguita porque es el más grande.

Fotografía 5.2.3.108 Parque la Fraguita
Fuente: Google Maps

Fuente: Consorcio Metro BOG, 2017

5.2.3.2.2.4.4 Vivienda

La zona cuatro alberga las casas tradicionales de Santa Isabel, este es el único sector sobre el corredor donde el comercio no es tan numeroso, se conservan grandes casas de dos plantas con fachadas muy cuidadas. Sobre la Calle Primera, los sectores tradicionales del Eduardo Santos, el Vergel y la Fraguita han dado paso a locales para talleres y venta de repuestos lo que ha deteriorado notablemente la zona. En algunos puntos cerca de la Carrera 27, las casas han dado paso a edificios de apartamentos. Sobresalen las torres de apartamentos de Villa Carolina, sobre la Caracas con Calle Primera. (Ver Fotografía 5.2.3.109)

Fotografía 5.2.3.109 Viviendas ubicadas sobre la Calle Octava y Calle Primera
Fuente: Google Earth, 2017

5.2.3.2.2.4.5 Movilidad

La Zona cuatro va desde la Av. NQS con Calle Octava sur, pasando por la Calle Primera y finalizando en la Av. Caracas con Calle Segunda, siendo estas las vías principales del sector, la movilidad del sector se completa con la Carrera 27.Estas vías tienen una alta movilidad a pesar de que a la altura de la calle Octava, es un sector residencial del barrio Santa Isabel, la Calle Primera se ha convertido en un importante sector comercial de repuestos y talleres, lo que genera problemas de congestión vehicular por la invasión del espacio público.

Los residentes de la zona tienen la posibilidad de acceder a dos corredores de TransMilenio, al nivel del barrio Santa Isabel tienen la troncal de la NQS, aunque la queja constante de las comunidades es el desplazamiento hacía las estaciones que son muy lejos. El sector de la Calle Primera tiene acceso a la Troncal Caracas, pero en este sector los problemas de seguridad son muy fuertes lo que genera desconfianza para llegar a las estaciones.

Por la Calle Octava y Primera existe el servicio de SITP con varias rutas que remplazaron a las rutas del transporte tradicional y otras nuevas, aunque para los habitantes de la zona, estas son insuficientes.

En la Tabla 5.2.3.42, se presenta una descripción de la infraestructura vial y sistema de transporte de la zona Cuatro.

Tabla 5.2.3.42 Movilidad zona cuatro

Criterio	Características
Vías	La Calle Octava sur, desde la Av. NQS hasta la Glorieta de la Carrera 27 sur, presenta un adecuado flujo vehicular. La glorieta de la Carrera 27 sur, debido a la unión de las vías, presenta congestión vehicular, la cual se prolonga a lo largo de la Carrera 27 y la Carrera 26 A. A su vez, de acuerdo a lo manifestado por los habitantes del sector, la Calle 1 debido a la invasión del espacio público por parte de los talleres mecánicos del sector presenta congestión vehicular. Como vías principales del sector, los vecinos destacaron las siguientes: • Calle 1B: Permite la conexión directa de la Calle Primera hasta la Av. Carrera 30. • Carrera 27: A la altura de la glorieta presenta congestión vehicular. • Carrera 24: Presenta congestión vehicular debido al alto flujo de buses. • Transversal 22: Presenta congestión vehicular en horas pico. • Transversal 17: No presenta dificultades en la movilidad. • Calle 2: Presenta congestión vehicular en horas pico.
Ciclo vías/ bicicarriles/ ciclorutas	A pocas cuadras de la Calle Octava, exactamente entre la Calle 12 A sur y el Rio Fucha se ubica una cicloruta, la cual finaliza al llegar a la glorieta de la Carrera 27.
Transporte	Tanto la Calle Octava sur, como la Calle Primera cuenta con múltiples medios de trasporte como: SITP, taxis, buses y busetas urbanas y/o provisionales SITP, vehículos particulares y motos. El sector a la altura de la Av. NQS y Av. Caracas cuenta con TransMilenio.
Paraderos de transporte público	La Calle Octava sur, en su costado sur, cuenta con dos paraderos de SITP, correspondientes a las rutas 59A, 135, 496, SE6, C15, entre otras. Así mismo, en su costado norte cuenta con dos paraderos aproximadamente de SITP, correspondientes a las rutas 135, C15 y SE6. La Calle Primera, en su costado sur cuenta con ocho paraderos de SITP aproximadamente, correspondientes a las rutas 228, 674, SE6, 114A, 256, 621, 34, 60, 111, 614, entre otras. En el costado norte cuenta con seis paraderos de SITP aproximadamente, correspondientes a las rutas C29, SE6 y 228.
Puentes	No se ubican puentes vehiculares ni puentes peatonales a lo largo de las vías de la Zona cuatro.

Fuente: Consorcio Metro BOG, 2017

Fotografía 5.2.3.110 Calle 8 Sur
Fuente: Google Earth, 2017

Fotografía 5.2.3.111 Glorieta Av. Carrera 27
Fuente: Google Earth, 2017

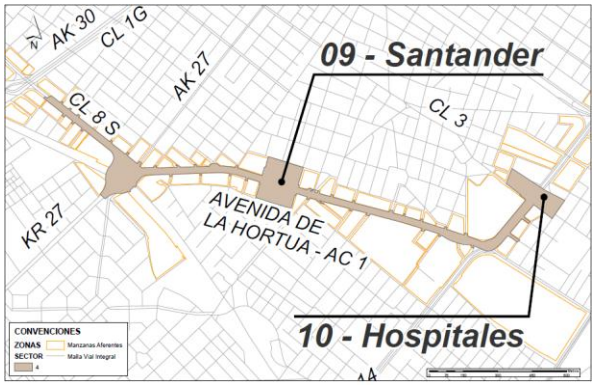
Fotografía 5.2.3.112 Calle 1 con Av. Caracas
Fuente: Google Earth, 2017

5.2.3.2.2.4.6 Identificación y localización de las actividades económicas

En la zona cuatro el sector de la calle 8 es residencial hasta la glorieta de la calle 1, inicia la venta de vehículos. Desde la Carrera 24 inicia la venta de repuestos de vehículos y talleres de mecánica sobre los dos costados. En las actividades de caracterización con comerciantes fueron identificados 200 locales con diversos tipos de ventas, una inmobiliaria, tres estaciones de servicio, un centro de diagnóstico automotriz, seis ferreterías, y 20 restaurantes. El comercio más consolidado en el sector es la venta y servicio relacionados con el sector automotriz.

La condición de la tenencia del área donde se realiza la actividad económica muestra que en el 70% de los casos son viviendas mixtas en arriendo (Habitación y actividad económica) el 70% de las personas que laboran en la zona tiene modalidades de contratación a término fijo, el salario oscila entre $1.200.000 a $2.000.000. Las jornadas de trabajo son diurnas de lunes a viernes jornada completa y media jornada el día sábado. (Secretaría Distrital de Desarrollo Económico, 2017)

Figura 5.2.3.96 Desde Av. NQS, Avenida Caracas con Calle 8ª sur hasta Avenida Calle 1ª



Fuente: Secretaría Distrital de Desarrollo Económico, 2017

La encuesta muestra la continuación de las actividades sobre la Calle 1 en donde se evidencia almacenes de autopartes, ventas de alimentos, talleres mecánicos y ferreterías.

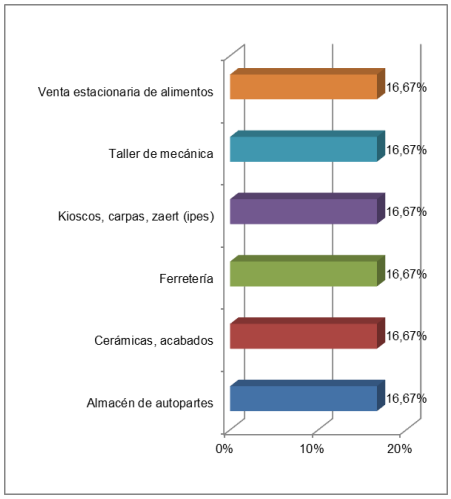


Figura 5.2.3.97 Participación de las actividades económicas en la Zona cuatro

Fuente: Consorcio Metro BOG, 2017

En cuanto a la aglomeración de empresas en la zona cuatro predominan las microempresas en concentraciones altas y medias sobre el eje de la Av. Caracas y la Calle 1. Las empresas pequeñas, medianas y grandes poseen una baja concentración.

Figura 5.2.3.98 Microempresas registradas en Cámara de Comercio
Fuente: Secretaría Distrital de Desarrollo Económico, 2017

5.2.3.2.2.5 Zona Cinco

5.2.3.2.2.5.1 Referente Histórico

Esta es una de las zonas antiguas de Bogotá constituida por barrios tradicionales como San Bernardo, La Capuchina, La Alameda, San Victorino, Voto Nacional, entre otros. Estos barrios se configuraron como barrios prestantes de Bogotá a mediados del siglo XIX, posteriormente en algunos de ellos como en el Voto Nacional, alrededor de la Plaza España se configuro el sector comercial de la zona. El declive y deterioro de estos barrios comienza con los hechos acontecidos el 9 de abril de 1948 llamado el “El Bogotazo”, lo que origina que las familias tradicionales y con mayores recursos económicos, asentadas en el sector abandonen sus casas y se vayan a otros sectores del norte de la ciudad en pleno crecimiento.

Figura 5.2.3.99 Línea del tiempo Comité 5
Fuente: CONSORCIO METRO BOG, 2017

De los hitos fundacionales de esta zona está la construcción de la iglesia de La Capuchina a finales del siglo XVIII, lo que configura al barrio del mismo nombre como un importante sector residencial, pero en la década del setenta comienza el declive del barrio. Entre 1902 y 1918 se construye la basílica del Sagrado Corazón de Jesús, también conocida como iglesia del Voto Nacional, esta iglesia se construyó con el propósito de pedir por el fin de la guerra de los 1.000 días. Esta iglesia fue diseñada y construida por el arquitecto Julián Lombana y se levanta al pie de la plaza de los Mártires y el obelisco que recuerda a los mártires de la independencia fusilados en la huerta de Jaime hoy plaza de los Mártires. En 1930 se iniciaron las obras para abrir la Av. Caracas, lo que ocasiono que el parque se dividiera en dos secciones, lo que a largo plazo favoreció el deterioro que desde la segunda mitad del siglo XX se registra en la zona.

El hito histórico que marco a la ciudad fue el asesinato de Jorge Eliecer Gaitán el 9 de abril de 1948, lo que originó una revuelta de grandes magnitudes llamado “El Bogotazo” que destruyó gran parte del centro de la ciudad. Debido a estos hechos, y como se mencionó anteriormente las familias que residían en el centro abandonaron la zona, lo cual posteriormente generó un deterioro paulatino en los barrios: Santa Inés, San Victorino, San Bernardo, Santa Fe, entre otros.

Fotografía 5.2.3.113 Plaza de Los Mártires y Voto Nacional, 1940

Fuente: El Cartucho Del Barrio Santa Inés al Callejón de la Muerte, 2010

Fotografía 5.2.3.114 Plaza de Los Mártires y Voto Nacional en la actualidad.

Fuente: Consorcio Metro BOG, 2017

En 1917 se construye la estación de La Sabana en el barrio La Favorita, que se configuró como un barrio residencial e industrial donde se ubicaban varios molinos de trigo como Harina El Lobo. En los alrededores de la estación se configuro un importante sector comercial que se complementó con la plaza de mercado ubicada en la Plaza España. Allí acudían personas de toda la ciudad para realizar sus compras, esta fue remplazada por la central de Corabastos lo que conlleva su cambio a venta de ropa usada. Entre 1970 y 1984, en inmediaciones de la plaza se ubicó el terminal de transporte intermunicipal, con el tiempo solo quedaron algunas empresas dedicadas a transporte de carga.

En el siglo XX, durante la década de los años 50's, la Av. Caracas se va configurando como un importante sector comercial y eje de la ciudad, sin embargo debido a la construcción de la troncal Caracas en la década de los años 80's y la construcción del sistema de transporte público TransMilenio por esta misma vía, las dinámicas se modifican el comercio se ve afectado por la falta de zonas para parquear. Esto genera que los almacenes se trasladen a otros sectores de la ciudad quedando edificaciones abandonados, deteriorando barrios como La Alameda.

En la memoria colectiva está anclado un hecho muy importante para la ingeniería del país, el traslado en 1974 del edificio de Cueco para dar paso a la Av. Calle 19. Así mismo, otro referente importante es la construcción del parque Tercer Milenio a principios del siglo XXI como parte de un proceso de renovación urbana del centro de la ciudad. Este parque se construyó sobre el barrio Santa Inés que fue un importante barrio residencial y que después albergo "El Cartucho" uno de los sectores más peligrosos de la ciudad.

Fotografía 5.2.3.115 Estación de la Sabana
Fuente: https://co.pinterest.com/

Fotografía 5.2.3.116 ASAB, Universidad Distrital
Fuente: http://mapio.net

Para los habitantes de esta zona los sitios de interés cultural son variados, la iglesia de la Capuchina, el edificio de Telecom, algunos edificios y construcciones del barrio Santa Fe, la Estación de la Sabana, el Instituto Técnico Central, algunas casonas del barrio La Favorita, la Iglesia de los Mártires y el edificio Peraza, el primer edificio con ascensor de la ciudad.

5.2.3.2.2.5.2 Infraestructura educativa y de salud

La zona cinco es un área comercial con algunos sectores que presentan problemas de seguridad, por lo cual, no es una zona donde sea común la presencia de infraestructura en salud; sobre el corredor hay dos IPS, un centro de atención para habitantes de calle que ofrece a esta población entre otros servicios, consulta médica, odontológica y de prevención. En esta zona se ubica el Instituto de Medicina Legal y en la UPZ Sabana están ubicados el Hospital San José y la Clínica Centenario que tienen incidencia en la oferta hospitalaria de la ciudad.

A nivel educativo, en este sector se ubican colegios tradicionales como el Instituto Técnico Central La Salle y el Instituto San Bernardo De La Salle, a pesar de su ubicación en zonas que presentan problemas de seguridad son establecimientos de renombre y tradición que tienen en sus instalaciones a cientos de niños que provienen de distintas zonas de la ciudad. El IED Santa Inés, antiguamente estaba en inmediaciones del cartucho y atendía a niños del sector, hoy es el único recuerdo que queda del antiguo y tradicional barrio Santa Inés, que a principios del siglo XX, albergaba parte de la elite bogotana. (Ver Tabla 5.2.3.43)

Tabla 5.2.3.43 Infraestructura educativa y de salud comité cinco

Salud	Educación
En la Av. Caracas con calle 4 intuiciones que ofrecen servicios de salud, hay un Centro para la Atención de Habitantes de Calle y en el costado sur del Parque Tercer Milenio se ubica el Instituto Nacional de Medicina Legal.	Sobre el corredor de la Caracas y manzanas cercanas se ubican dos colegios distritales y dos colegios privados y un jardín infantil. Colegios públicos: • IED Santa Inés • Colegio Distrital Antonio José Uribe • Instituto Técnico Central La Salle Colegios privados: • Instituto San Bernardo De La Salle • Jardín Infantil María Margarita

Fotografía 5.2.3.117 Instituto Nacional de Medicina Legal
Fuente: Consorcio Metro BOG, 2017

- Colegio De Las Mercedes

Fotografía 5.2.3.118 Instituto Técnico Central La Salle
Fuente: http://herenciamia.org/bogota

Fotografía 5.2.3.119 Colegio de Las Mercedes
Fuente: Google Maps

En este sector se ubican dos universidades y dos entidades de educación superior:

- Facultad de Artes ASAB (Universidad Distrital)
- Universidad INCCA
- Sena Centro de Gestión Administrativa
- San Mateo Educación Superior

Demás se ubica una sede del SENA- Centro de Servicios Administrativos

En el Instituto Técnico Central funciona en las noches la Escuela Tecnológica que ofrece programas técnicos.

Fuente: Consorcio Metro BOG, 2017

La mayoría de estas instituciones del sector educación y salud están ubicadas sobre el corredor o en las manzanas aferentes, por lo cual se pueden ver afectadas por los cierres viales, al igual que el Instituto Técnico Central La Salle, aunque este se ubica a dos cuadras de la Av. Caracas. No hay información de afectación directa sobre alguna de estas edificaciones.

5.2.3.2.2.5.3 Infraestructura recreativa

Las características particulares de la zona cinco hacen que este no sea un sector muy residencial, por lo cual en el área de influencia solo hay dos parques. El deterioro de gran parte de la zona ha generado sectores inseguros y abandonados, por lo cual es más característica la presencia de sectores comerciales. El parque del barrio San Bernardo es de tipo vecinal, mientras que el parque Tercer Milenio es de escala metropolitana. Este último hizo parte del proceso de renovación urbana del centro, está construido sobre el antiguo cartucho, pero a pesar de la infraestructura que ofrece no es muy visitado, debido a la percepción de inseguridad que lo campaña.

Dentro del área de influencia de esta zona, se identificaron solo dos parques, esto se debe a que un área importante está destinada al comercio y otros sectores se caracterizan por ser barrios antiguos que han sufrido un grave deterioro. El parque metropolitano Tercer Milenio es el punto de referencia más grande de la zona, este parque tiene una extensión de 16,5 hectáreas y está ubicado en la localidad de Santa Fe, barrio Santa Inés, antigua zona de “el Cartucho”. Cuenta con pista de patinaje, pista de cars, cancha de baloncesto y microfútbol, y ciclorutas. También cuenta con parque infantil, fuentes, plazoletas, parqueadero y portal interactivo ETB. El otro parque que se encuentra en la zona es el del barrio San Bernardo que presenta problemas de deterioro y ocupación de habitantes de calle.

Fotografía 5.2.3.120 Parque Metropolitano Tercer Milenio
Fuente: http://www.elequipomazzanti.com/es/proyecto/parque-tercer-milenio/

Fotografía 5.2.3.121 Parque barrio San Bernardo
Fuente: Google Maps

5.2.3.2.2.5.4 Vivienda

La zona Cinco es la que presenta más problemáticas entorno al tema de vivienda, ya que el común denominador son casas y edificios deteriorados, en algunos casos abandonados u ocupados por habitantes de calle; históricamente estos barrios fueron importantes en la ciudad ya que allí residieron importantes personajes de la vida pública bogotana y prestantes familias capitalinas de finales del siglo XIX y de principios del siglo XX. Sobre el trazado se ubican los primeros edificios de oficinas y apartamentos construidos en el Barrio Santa Fe.

El barrio La Alameda y Capuchina albergaron las sedes de Telecom y el diario El Siglo, ahora muestran deterioro y abandono especialmente en los edificios ubicados sobre la Av. Caracas; mientras que en el sector de San Victorino solo se encuentran centros comerciales sin ninguna estética arquitectónica.

De los conjuntos residenciales ubicados en la zona, sobresalen Campo David construido sobre el antiguo Hospital psiquiátrico de Cundinamarca y el conjunto residencial Hans Drews Arango que gano una Mención de Honor en la II Bienal de Arquitectura Colombiana y es considerado Bien de Interés Cultural. (Ver Fotografía 5.2.3.122)

Fotografía 5.2.3.122 Viviendas ubicadas sobre la Av. Caracas, entre calles 2 y 28
Fuente: Google Earth, 2017

5.2.3.2.2.5.5 Movilidad

La zona cinco va a lo largo de la Av. Caracas desde la Calle Segunda hasta la Calle 28. Otras vías importantes en la zona son la Calle Sexta, Calle 19 y Calle 26. La Av. Caracas es uno de los corredores de movilidad más importantes de la ciudad, ya que es la primera línea del sistema TransMilenio y una de las que más pasajeros movilizan a diario.

El principal medio de transporte en la zona es el sistema BRT (TransMilenio) por la Av. Caracas y la calle 26. En otras vías secundarias, tales como la Calle Sexta y Calle 19, hay tránsito de buses, busetas urbanas, buses SITP, buses provisionales SITP, taxis y transporte particular.

La calle 19 y calle 26 son importantes corredores de movilidad hacía el centro de la ciudad. La Calle 26 cuenta con el servicio del sistema Transmilenio, mejorando la movilidad de los ciudadanos. La Calle 19 presenta mayor represamiento debido a que es la alternativa principal en sentido oriente occidente para ingresar al centro de la ciudad, por esta vía transitan varias rutas del SITP, transporte urbano tradicional, taxis y carros particulares.

Los grandes problemas que afronta este corredor son de seguridad debido a la presencia de habitantes de calle y las zonas de tolerancia del barrio Santa Fe, San Bernardo y la Favorita. Igualmente, el sector comercial de San Victorino genera caos vehicular y peatonal, especialmente los miércoles y sábados cuando se desarrolla “el madrugón”, el cual es un evento en el que el comercio inicia en horas de la madrugada cerca de las 3:00 a.m. con ofertas y descuentos.

En la Tabla 5.2.3.44, se presenta una descripción de la infraestructura vial y sistema de transporte de la zona Cinco.

Tabla 5.2.3.44 Movilidad zona cinco

	Características
Vías	Los habitantes del sector refieren que la Av. Caracas, en cualquiera de sus puntos presenta dificultades en la movilidad debido a que solo cuenta con dos carriles en cada uno de sus costados para el paso de vehículos diferentes al TransMilenio. Adicionalmente, debido a que no cuenta con bicicarriles o ciclo rutas cercanas, los conductores de bicicletas transitan por la vía. Por otro lado, los ciudadanos resaltan la presencia de los habitantes de calle a lo largo de la troncal, quienes se suman a las variables que afectan la movilidad en el sector ya que frecuentemente cruzan la avenida imprudentemente. Los hurtos, ya sean a peatones o a los vehículos que transitan por el sector, representan una de las mayores preocupaciones de los habitantes del sector. A lo largo de la Av. Caracas los residentes destacan las siguientes vías: • Calle 2: Congestión vehicular ocasional. Permite acceso a Carrera 10. • Calle 3: Permite acceso a Av. Caracas desde la Carrera 10. • Av. Calle 6: No presenta dificultades en la movilidad. Cuenta con el paso de TransMilenio. • Calle 13: Ocasionalmente presenta congestión vehicular, invasión del espacio público y alto flujo de transeúntes. Cuenta con el paso del TransMilenio. • Av. Calle 19: Presenta congestión vehicular debido a los múltiples medios de transporte que transitan en la vía. Los habitantes del sector refieren que en los semáforos se presentan constantemente hurtos. • Calle 22: Congestión vehicular ocasional. • Calle 24: Facilita la movilidad hacia el oriente de la ciudad. • Calle 26: Es una de las principales vías de la ciudad. Presenta congestión vehicular en horas picos. Cuenta con el paso del sistema TransMilenio.
Ciclovias/	En la Zona Cinco se encuentran varias ciclorutas.

	Características
bicicarriles/ ciclorutas	• Carrera 10 en ambos costados de la vía. Finaliza en la Calle 6. • Carrera 12 en el costado occidental de la vía, desde la Calle 13 hasta la Calle 25 en la Plazoleta la Rebeca. • Calle 6 por el separador de la vía. Finaliza en la Av. Caracas desde el occidente. • Calle 24 en el costado norte de la vía. • Calle 13 en el costado sur de la vía. Finaliza en la Av. Caracas desde el occidente. • El parque Tercer Milenio se encuentra rodeado por una cicloruta.
Transporte	El principal medio de transporte de la Av. Caracas es el sistema TransMilenio, sin embargo en las vías secundarias, intermedias o arteriales de la zona cinco hay tránsito de buses y busetas urbanas, buses SITP y buses provisionales SITP. Adicionalmente, tanto en la Av. Caracas como en las vías arteriales o secundarias que conectan con esta, se denota tránsito de taxis, vehículos particulares, camiones, carretillas, motocicletas, bicicletas, etc.
Paraderos de transporte público	A lo largo de la troncal de la Av. Caracas se encuentran ubicadas las siguientes estaciones de TransMilenio: Hospital, Tercer Milenio, AV. Jiménez, Calle 19, Calle 22 y Calle 26. Las estaciones AV. Jiménez, Calle 19 y Calle 26 son las que presentan mayor flujo de usuarios.
Puentes	No se ubican puentes vehiculares ni puentes peatonales a los largo de las vías de la Zona cuatro. Sin embargo, la Calle 26 cuenta un deprimido que permite el paso de la Av. Caracas sobre ella.

Fuente: Taller Comité ciudadano zona Cinco, 2017

Fotografía 5.2.3.123 Av. Caracas con Calle 6

Fuente: Google Earth, 2017

Fotografía 5.2.3.124 Av. Caracas con Calle 13

Fuente: Google Earth, 2017

Fotografía 5.2.3.125 Av. Caracas con Calle 19
Fuente: Google Earth, 2017

Fotografía 5.2.3.126 Av Caracas con Calle 26
Fuente: Google Earth, 2017

5.2.3.2.2.5.6 Identificación y localización de las actividades económicas

En las tres primeras calles de la Av. Caracas se encuentra el sector hospitalario que concentra los siguientes centros: Hospital la Misericordia, Clínica Federico Lleras, Hospital Santa Clara, Hospital San Juan de Dios, Instituto Cancerológico, Hospital La Samaritana, Hospital Materno Infantil. Estos centros generan un mercado relacionado con la venta de artículos hospitalarios (prótesis, muletas, insumos médicos, dotaciones, material para procedimientos médicos etc.) y de droguería hospitalaria especializada.

Fotografía 5.2.3.127 Hospital La Misericordia Av. Caracas-Calle 1
Fuente: Consorcio Metro BOG, 2017

Desde la calle 3 hasta la calle 6 con Av. Caracas, se encuentra un comercio mixto de repuestos para vehículos y zonas residenciales. Entre la calle 6 y la calle 10 se encuentra el parque Tercer Milenio, Entre la calle 10 y la calle 13 se encuentra el sector comercial de San Victorino. Entre la calle 13 y la calle 19 se encuentra el sector de venta de plásticos y artículos para motocicletas. Entre la calle 19 y la calle 22 se encuentran unas dinámicas sociales de alto impacto tales como prostitución, venta de sustancias psicoactivas y delincuencia, al igual que la venta de flores en las inmediaciones del Cementerio Central. Por último, entre la calle 26 y la calle 28 se ubica un sector residencial.

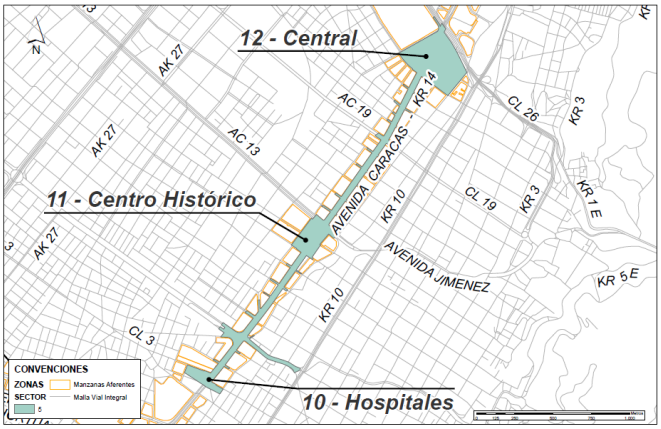


Figura 5.2.3.100 Avenida Calle 1ª con Av. Caracas hasta Calle 26
Fuente: Secretaría Distrital de Desarrollo Económico, 2017

El sector que se describe a continuación hace parte de la denominada ‘‘sabana nieves”, la cual limita al oriente con la carrera octava, el barrio la Veracruz, la AV. Jiménez y la carrera tercera. Al norte, limita con la calle 26, hasta su intersección con la carrera 16, y prolongándose hasta el barrio San Victorino. Al occidente limita con la Avenida Ciudad de Quito, y al sur con la Calle Cuarta y la Diagonal Sexta, cerrando a la altura del barrio Santa Bárbara. (IPES, 2013)

Sobre la Avenida Caracas se encuentra la sub zona de dotaciones, caracterizada por la presencia de establecimientos productivos dedicados a la manufactura de dotaciones institucionales. Esta sub zona se encuentra delimitada al norte por la calle 19 y al sur hasta la Avenida Jiménez, entre la Avenida Caracas y la calle 10. La dinámica de las ventas resulta heterogénea al interior de la zona.

También se encuentra la sub zona de la confección, en ella se ubica un conjunto de edificaciones sobre el eje de la calle 12 entre carreras 8 y 13, al sur con la Plaza de San Victorino, en la que se ofrecen servicios de manufactura.

El 62% de las unidades productivas vende en promedio menos de cinco millones de pesos al mes, mientras que 5% vende más de cincuenta millones. Una unidad productiva vende en promedio 15,9 millones de pesos al mes. (IPES, 2013)

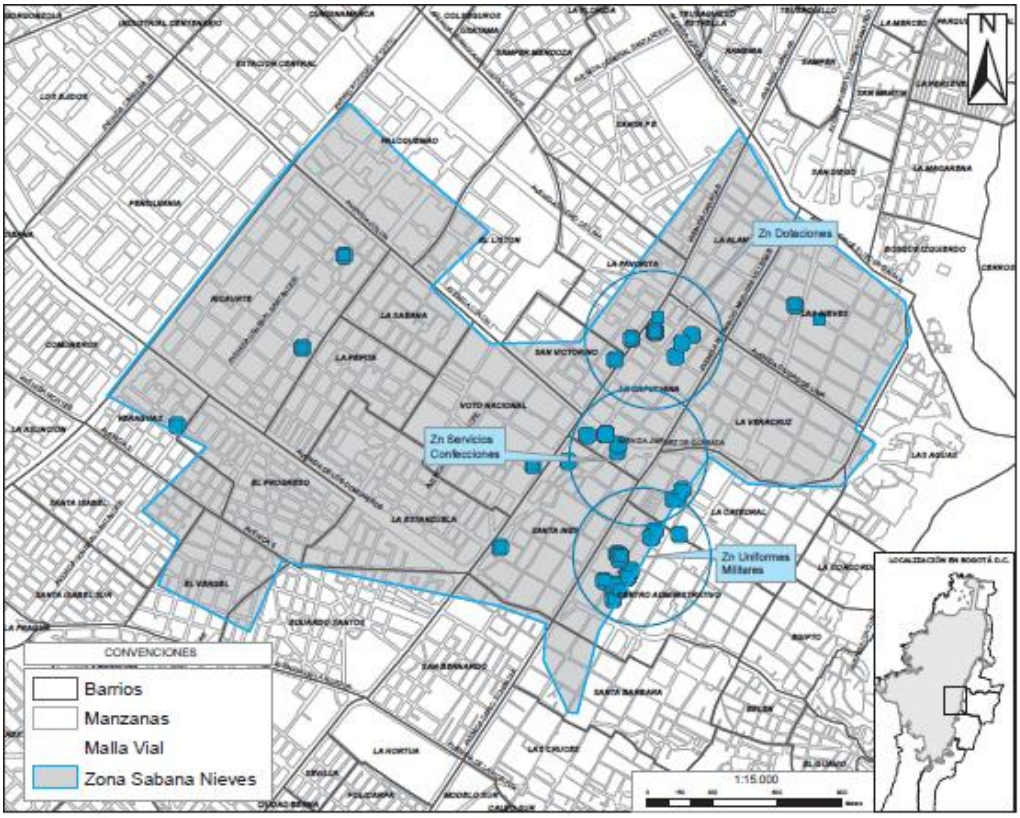


Figura 5.2.3.101 Av. Caracas en la zona “Sabana Nieves” tomado de IPES 2013
Fuente: IPES, 2013

Parte de estos negocios generan problemas de movilidad, tanto para transeúntes como para los vehículos. Esto debido a que los andenes de la Av. Caracas tienen poco espacio y las ventas estacionarias se ubican en las intersecciones de las calles o en algunos tramos invadiendo carril en la vía.

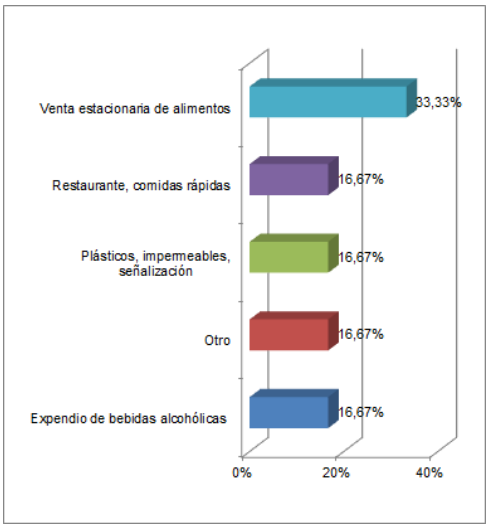


Figura 5.2.3.102 Participación de las actividades económicas en la Zona cinco
Fuente: Consorcio Metro BOG, 2017

En la plazoleta de la calle 26 con Av. Caracas se ubica la venta de flores, arreglos florales y frutales debido a la proximidad con el Cementerio Central. De la misma manera, se encuentra la venta de bebidas calientes, cigarrillos, alimentos preparados y frutas (IPES, 2016). En recorridos realizados en abril de 2017 por la entidad, se identificaron 11 vendedores informales.

Figura 5.2.3.103 Cementerio Central Plazoleta 26- venta de Flores
Fuente: Google maps 2017

5.2.3.2.2.6 Zona Seis

5.2.3.2.2.6.1 Referente Histórico

La zona seis incluye importantes barrios y sectores tradicionales de la ciudad, como Teusaquillo, Quinta Camacho, Chapinero, entre otros. Para los asistentes a la reunión varios de los hitos históricos de la zona están relacionados con actividades constructivas.

A finales del siglo XIX, se construyó el ferrocarril del norte, actual Av. Caracas, que conecta la ciudad con los municipios del norte. También se construye la iglesia de Lourdes; un elemento arquitectónico significativo para la zona, al igual que la iglesia de la Porciúncula (construida entre 1918 y 1940).

Hacía 1910 se retiran los rieles del tren para dar paso a la Av. Caracas, lo que se asocia a una ciudad moderna, ya que para algunos el ferrocarril era obsoleto y viejo, asociado a lo antiguo. En el lineamiento de ciudad moderna se construye la Av. Chile para generar desarrollo para este sector. Estas obras de la ciudad moderna traen consigo el cierre del parque el Lago, referente importante de los residentes de la zona durante muchos años.

Fotografía 5.2.3.128 Estación del tren Chapinero
1918
Fuente: http://www.panoramio.com

Fotografía 5.2.3.129 Parque Lago Gaitán, 1950
Fuente: https://co.pinterest.com/

Durante el siglo XX, entre la década de los años 20 y 30, comienza la urbanización del sector comprendido entre la calle 26 y 45. El arquitecto Karl Brunner plantea un nuevo modelo de ciudad con nuevos escenarios en contraposición de la tradicional ciudad colonial. Sobresalen los barrios Teusaquillo construido por la firma Tulio Ospina entre 1927 y 1948, esta zona se caracterizó por las construcciones en las que se apreciaba todo el repertorio estilístico del momento, que incluían influencias neocoloniales, francesas e inglesas, ésta última por influencia de los arquitectos chilenos Casanovas & Manheim. La firma Tulio Ospina también construyo el barrio Armenia entre 1934 y 1941, el cual se encuentra entre la calle 26, la diagonal 28 y al occidente por la Avenida Caracas. En este sector vivieron varios inmigrantes alemanes, entre ellos los arquitectos Paul Studer, Hermman Grunbaum y Herbert Rauprich, responsables de la construcción de varias edificaciones que allí se conservan. (BOG, 2017)

Este sector no solo era residencial, allí también se ubicaba el hipódromo de la Magdalena, que en 1944 se trasladó al sector de Sears, hoy en día Galerías. Entre 1972 y 1073 se trasladan las instalaciones de la cervecería Bavaria que hasta ese momento se ubicaban en el barrio San Diego.

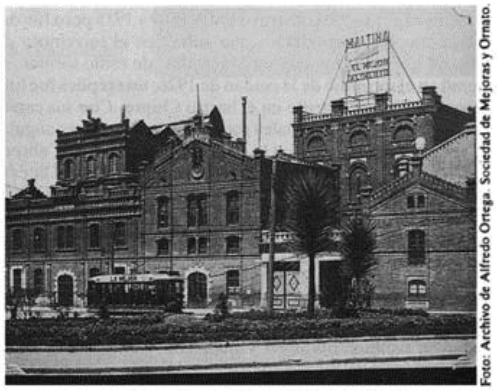
Durante la década de los años 70's comienza con el cambio de residencial a comercial de estos barrios sobre el corredor de la Avenida Caracas; y es en esa misma época donde comienza el deterioro de estos barrios, ya que algunas familias se trasladan a otros sectores de la ciudad.

Figura 5.2.3.104 Línea del tiempo Comité 6
Fuente: CONSORCIO METRO BOG, 2017

Figura 5.2.3.105 Línea del tiempo Comité 7
Fuente: CONSORCIO METRO BOG, 2017

En la década de los años 50's sobre la Av. Caracas, se amplió para dar paso a una avenida que permitiera la movilidad y la conexión entre sur y norte. En las décadas posteriores se siguió transformando, hasta que la década de los años 80's, se construyó la troncal de la Caracas, un cambio radical, ya que trajo consigo el deterioro de la zona comercial y residencial sobre la Av. Caracas.

En 1995 se da uno de los hechos más significativos para la zona de Teusaquillo, se genera la declaratoria de conservación lo que permitirá que muchas de las construcciones de este sector y otros cercanos como Quinta Camacho, Chapinero, entre otros, se salven de procesos de demolición.



Fotografía 5.2.3.130 Cervecería Bavaria 1940
Fuente: https://co.pinterest.com/

Fotografía 5.2.3.131 Parque Central Bavaria
Fuente: Consorcio Metro BOG, 2017

Desde la década de los años 70's, este sector va dejando de ser una zona residencial para pasar a una zona comercial y de servicios. En 1982 se instalan las primeras compraventas en la Av. Caracas a la altura de la calle 60. En la década del 90, empiezan a quedar casas y edificios abandonados debido a los costos altos de mantenimiento, lo que genera un nuevo mercado de finca raíz en el que estas casonas son compradas y demolidas para dar paso a edificios, parqueaderos y moteles. Los vecinos más recientes de la zona son las instituciones educativas que se han instalado aprovechando el espacio de estas construcciones antiguas o han construido edificios nuevos. Se destaca la Universidad Cooperativa que ha rescatado varias edificaciones de Teusaquillo de la ruina y el abandono.

Para los residentes de esta zona, los sitios de interés cultural abarcan barrios como Teusaquillo, Armenia, La Magdalena, Palermo, Santa Teresita, Sucre, Quinta Camacho, Chapinero y Sagrado corazón.

5.2.3.2.2.6.2 Infraestructura educativa y de salud

La zona seis es la que alberga mayor número de infraestructura en salud y educación, llegando a considerarlo como un importante nodo de servicios, generando una alta afluencia de personas, influyendo en la dinámica comercial y en la movilidad.

En salud, se ubican 65 IPS sobre el importante corredor de la Av. Caracas o en sus inmediaciones. Sobresale el sector de la Calle 34, donde hay varias clínicas de planificación, atención materna y pruebas de embarazo, sobresaliendo Profamilia. En esta zona se destacan las clínicas La Magdalena y Marly.

En cuanto a educación, es la zona que más instituciones educativas tiene a lo largo de todo el trazado. Cuenta con una sede del SENA, un colegio oficial (IED Manuela Beltrán), 19 colegios privados e importantes universidades como la Universidad Cooperativa de Colombia y la Universidad Católica de Colombia. (Ver Tabla 5.2.3.45)

Tabla 5.2.3.45 Infraestructura educativa y de salud comité seis

<table>
<tr><th>Salud</th><th>Educación</th></tr>
<tr>
<td>El sector correspondiente a este comité presenta un número de IPS mucho mayor al de las otras zonas, con 65 instituciones. También se encuentran la clínica la Magdalena, la Clínica Marly y el hospital de Chapinero en el área de influencia.

Fotografía 5.2.3.132 Hospital de Chapinero

Fuente: Google Earth

De las IPS, hay que destacar la presencia de Profamilia que es una entidad privada que brinda servicios especializados en salud sexual y salud reproductiva
.
 </td>
<td>A lo largo del corredor correspondiente a esta zona, hay nueve universidades, se destacan La Cooperativa con tres sedes y la católica con dos. Por otra parte, hay 21entidades de educación superior y una sede del SENA.
En cuanto a colegios, hay 19 de carácter privado, entre los que se destacan:
• Liceo Latinoamericano
• Colegio De María Auxiliadora
• Corporación Educativa San Agustín
• Colegio Boston
• Colegio Latino Francés
• Nuevo Colegio Bucaramanga
• Colegio de La Universidad Cooperativa de Colombia
• Gimnasio Granadino

Y del IED Manuela Beltrán de carácter distrital.

Fotografía 5.2.3.133 Liceo Latinoamericano
Fuente: Google Earth

Algunas universidades ubicadas en la zona:
• Universidad Distrital Francisco José de Caldas
• Universidad Cooperativa de Colombia
• Universidad Católica de Colombia
• ESAP Sede Teusaquillo
• UNAD
• Universidad del Área Andina.</td>
</tr>
</table>

	 Fotografía 5.2.3.134Universidad Cooperativa Fuente: Consorcio Metro BOG, 2017. Instituciones de Educación Superior: • Corporación Universal de Investigación y Tecnología • Corporación Universitaria CENDA • Politécnico Indoamericano • Fundación Universitaria-INPAHU • Corporación Centro de Estudios Artísticos y Técnicos • Corporación Jon F. Kennedy • Centro De Capacitación Ltda. (Cencabo) • Instituto Politécnica Colombiana • CAMPOALTO También se encuentra ubicada en esta zona una sede del SENA – Centro de Gestión comercial y teleinformática.

Fuente: Consorcio Metro BOG, 2017

Las instituciones educativas mencionadas en la tabla anterior, están ubicadas en su mayoría sobre el corredor o la manzana aferente, por lo cual van a tener afectaciones viales por los cierres. En el caso de la clínica la Magdalena, Clínica Marly y el Hospital de Chapinero, estos no están sobre el corredor pero por su cercanía pueden sufrir problemas de acceso y movilidad para los pacientes durante la construcción.

5.2.3.2.2.6.3 Infraestructura recreativa

La zona seis se considera un importante sector comercial y de servicios. Entre la calle 26 y 45, se encuentra la zona de Teusaquillo y sus barrios de conservación caracterizados por la riqueza de su arquitectura y al ser todavía una zona residencial hay algunos parques vecinales y de bolsillo. Se destaca el Parque Central Bavaria como parte de un proyecto de renovación urbana para la zona de Centro Internacional. Entre la calle 58 y la calle 76, los parques son de bolsillo, espacios que son utilizados por los transeúntes o empleados de la zona para descansar. (Ver Tabla 5.2.3.46)

Tabla 5.2.3.46 Infraestructura recreativa zona 6

En la zona correspondiente al comité seis hay cuatro parques, de estos parques, el más grande es el parque Armenia que cuenta con zonas verdes, cancha de microfútbol y zona de juegos para niños.

Fotografía 5.2.3.135 Parque Armenia
Fuente: Google Maps

Los otros parques son el Pony y el del barrio La Magdalena, estos son más pequeños y se les denomina como parques de bolsillo, tienen zonas de juegos para niños y zonas verdes con bancas. Estos son espacios para el disfrute de los residentes, transeúntes y sobre todos los trabajadores de la zona, ya que allí se sientan a descansar a la hora del almuerzo.

Fotografía 5.2.3.136 Parque Pony

Fotografía 5.2.3.137 Parque La Magdalena

Fuente: Google Maps

El parque Central Bavaria situado en el Centro Internacional, este fue un importante proyecto de renovación urbana adelantado en los años noventa. Este parque se construyó en los terrenos que ocupó la tradicional fábrica de cerveza Bavaria, cuenta con una superficie de 70.000 m², 20.000 de ellos destinados a zonas verdes.

Este parque se divide en dos zonas: Manzana uno y Manzana dos, las cuales cuentan con tres niveles en los cuales se ubican bloques de vivienda familiar, torres de oficinas y locales comerciales. Se aprovecharon las antiguas cavas de la cervecería, así como las edificaciones comerciales y de oficinas que poseía. El parque cuenta con varias plazas como la del arte, la cultura, la plaza del café, de comidas y el parque de los Romerones que está localizado en el centro de este complejo. Existen amplias zonas verdes, cascada, fuentes de agua, arborización, jardines y zonas de parqueo. (Instituto Distrital de Turismo, 2017).

Fotografía 5.2.3.138 Parque Central Bavaria
Fuente: Google Maps

A partir de la calle 53 hasta la calle 72 se identificaron tres parques, estos parques de bolsillo, son espacios verdes muy pequeños con algunos juegos para niños, dedicados a la recreación contemplativa y pasiva.

Fotografía 5.2.3.139 Parque ubicado en la Calle 65 con Cra 15
Fuente: Google Maps

Fotografía 5.2.3.140 Plazoleta ubicada sobre la Av. Caracas en inmediaciones de la Plazoleta de las Flores
Fuente: Consorcio Metro BOG, 2017

Fuente: Consorcio Metro BOG, 2017

5.2.3.2.2.6.4 Vivienda

En la Zona Seis se ubican algunos de los barrios casi en su totalidad cuenta con Bienes de interés cultural. Sobresalen las construcciones del barrio Teusaquillo y Armenia. Algunas de estas casonas fueron trasformadas en locales comerciales o fueron demolidas para dar paso a torres de apartamentos. Sobresale el conjunto del Parque Central Bavaria compuesto por torres de apartamentos y locales comerciales donde el principal material es el ladrillo para lograr coherencia con los edificios de la antigua fábrica de Bavaria.

A lo largo de la Av. Caracas se alzan edificios unitarios de apartamentos, casas y edificios abandonados entre la Calle 58 y 60. Edificios para instituciones y universidades como la Universidad del Área Andina y el Parlamento Andino. Ninguna de las construcciones guarda uniformidad estilística. (Ver Fotografía 5.2.3.141)

Fotografía 5.2.3.141 Viviendas ubicadas sobre la Av. Caracas, entre calles 28 y 72
Fuente: Google Earth

5.2.3.2.2.6.5 Movilidad

Esta zona abarca desde la Calle 28 hasta la Calle 76, a lo largo de la Av. Caracas; siendo el principal corredor de movilidad. Otras vías de relevancia son la calle 32, calle 34, calle 45, calle 53, calle 63, calle 72 o Av. Chile y Calle 76.

Sobre este corredor el principal medio de transporte es TransMilenio. En este sector están algunas de las estaciones intermedias que más pasajeros mueven a diario, Marly (40.143 pasajeros/diarios), Calle 63 (38.909 pasajeros/diarios), Calle 72 (38.635 pasajeros/diarios), Calle 45 (32.253 pasajeros/diarios) y Calle 76 (31.716 pasajeros/diarios) (TransMilenio S.A, 2016). Estas estaciones presentan problemas en horas pico, debido a que carece de capacidad para recibir y albergar la cantidad de pasajeros que llegan a éstas.

Sobre este corredor se ubica una de las zonas comerciales y de servicios más importantes de la ciudad como Chapinero y la Av. Chile. Se destaca la zona de universidad, y área empresarial de Teusaquillo, y la zona comercial que se ha configurado a partir de la calle 60 hacía el norte sobre la Av. Caracas.

Por las vías secundarias, hay tránsito de buses y busetas urbanas, buses SITP y buses provisionales SITP, taxis y transporte particular, lo que genera congestión debido a que estas vías no tienen la capacidad para un alto flujo vehicular; además las zonas de parqueo se han establecido sobre las calles ante la imposibilidad de parquear sobre la Av. Caracas, lo que genera problemas de invasión del espacio público.

En la Tabla 5.2.3.47, se presenta una descripción de la infraestructura vial y sistema de transporte de la zona Seis.

Tabla 5.2.3.47 Movilidad zona cinco

	Características
Vías	Los residentes del sector refieren que la Av. Caracas regularmente presenta congestión vehicular, principalmente en los puntos donde se encuentra con vías arteriales. Las vías que la comunidad destaca son: • Calle 32: No presenta dificultades en torno a la movilidad. Sin embargo refieren que el paso peatonal sobre la Av. Caracas detiene el paso de los vehículos que giran hacia el norte. • Calle 34: No presenta dificultades en torno a la movilidad. • Diagonal 40 A: No presenta dificultades en torno a la movilidad. • Calle 45: Por los diversos medios de transporte que se transitan por esta vía y los paraderos de SITP el flujo rápido del tráfico se ve interferido. • Calle 53: Presenta congestión vehicular, principalmente en horas pico. • Calle 57: Presenta congestión vehicular en horas pico. • Calle 60: No presenta dificultades significativas en su movilidad. • Calle 63: Presenta congestión vehicular debido al alto número de medios de transporte que transitan por la vía. En horas pico la cogestión se intensifica. • Calle 64: No presenta dificultades significativas en su movilidad. • Calle 67: No presenta dificultades significativas en su movilidad. • Calle 72: Presenta congestión vehicular a la altura del cruce por la Av. Caracas. Principalmente en horas pico. • Calle 76: Usualmente presenta cogestión vehicular.
Ciclovias/ bicicarriles/ ciclorutas	En la Zona seis se encuentran varias ciclorutas: • Carrera 13 en el costado oriental de la vía, desde la Calle 31 hasta la Calle 63. • Carrera 11 en el costado occidental, desde la Calle 64 hasta la Calle 106. • Calle 53 en el costado norte de la vía. Finaliza en la Carrera13
Transporte	El principal medio de transporte de la Av. Caracas es TransMilenio; sin embargo en las vías secundarias, intermedias o arteriales de la zona Seis hay tránsito de buses y busetas urbanas, buses SITP y buses provisionales SITP. Adicionalmente, tanto en la Av. Caracas como en las vías arteriales o secundarias que conectan con esta, se denota tránsito de taxis, vehículos particulares, camiones, carretillas, motocicletas, bicicletas, etc.
Paraderos de	A lo largo de la troncal de la Caracas, correspondiente a la zona Seis, se encuentran

	Características
transporte público	ubicadas las siguientes estaciones de TransMilenio: Profamilia, Calle 39, Calle 45, Marly, Calle 57, Calle 63, Flores, Calle 72 y Calle 76. Estas estaciones presentan un alto volumen de usuarios. En horas pico suelen presentar dificultades en el ingreso y salida de estas mismas.
Puentes	No se ubican puentes vehiculares ni puentes peatonales a los largo de las vías de la Zona seis.

Fuente: Taller Comité ciudadano zona Seis, 2017

Fotografía 5.2.3.142 Av. Caracas con Calle 32

Fuente: Google Earth, 2017

Fotografía 5.2.3.143 Av. Caracas con Diagonal 40 A

Fuente: Google Earth, 2017

Fotografía 5.2.3.144 Av. Caracas con Calle 45
Fuente: Google Earth, 2017

Fotografía 5.2.3.145 Av. Caracas con Calle 53
Fuente: Google Earth, 2017

Fotografía 5.2.3.146 Av. Caracas con Calle 57
Fuente: Google Earth, 2017

Fotografía 5.2.3.147 Av. Caracas con Calle 63
Fuente: Google Earth, 2017

Fotografía 5.2.3.148 Av. Caracas con Calle 72
Fuente: Google Earth, 2017

Fotografía 5.2.3.149 Av. Caracas con Calle 76
Fuente: Google Earth, 2017

5.2.3.2.2.6.6 Identificación y localización de las actividades económicas

La zona seis posee sectores que van desde la Av. Caracas con calle 28 hasta la Calle 72 en donde se encuentran en sector financiero y de bancos, centros médicos, centros educativos y comercio mixto, Desde la calle 67 a 72 se encuentran varios institutos educativos y venta de productos para el agro. Desde la calle 66 a 53 se encuentra la venta de ropa usada, casas comerciales o compraventas, venta de lámparas y maletas, zona de mariachis y bares, productos veterinarios, la Av. Caracas entre la Calle 39 a la 34, seguido del sector de universidades y otro tipo de centros educativos con presencia de almacenes de grandes superficies de distintas empresas.

El IPES identificó entre la Calle 72 y la Calle 85, desde la Avenida caracas hasta la Carrera 15 un total de 275 vendedores que hacen presencia en el sector ya sea de manera ambulante o estacionaria. El 74% de los vendedores no se encuentra avalado como vendedor informal.

El 98% de los vendedores entrevistados manifestaron querer continuar con sus actividades sobre el espacio público ya que los libera de obligaciones económicas por la actividad desarrollada.

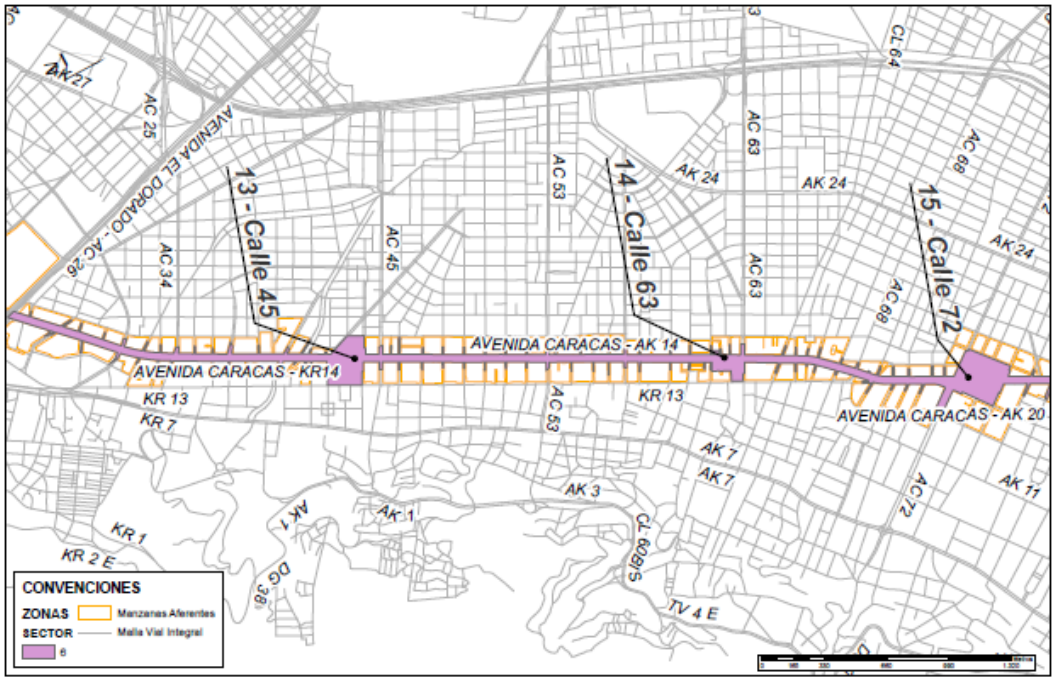


Figura 5.2.3.106 Sectores comerciales compraventas y mariachis costado Oriental Av. Caracas
Fuente: Secretaría Distrital de Desarrollo Económico, 2017

Universidad Cooperativa Calle 39

Universidad Católica Calle 45

SENA Calle 54

Compraventas calle 53

Inicio sector Mariachis Calle 54-56

Fotografía 5.2.3.150 Instituciones educativas sobre la Av. Caracas
Fuente: Consorcio Metro BOG, 2017

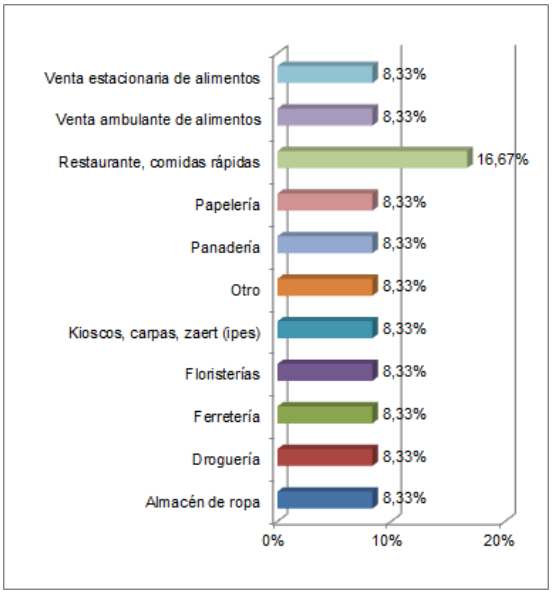
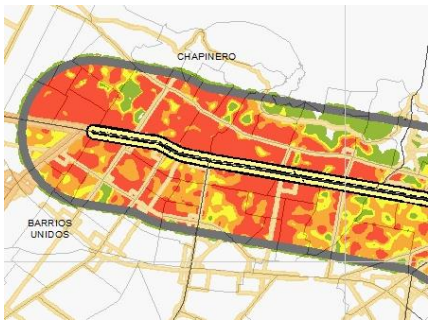
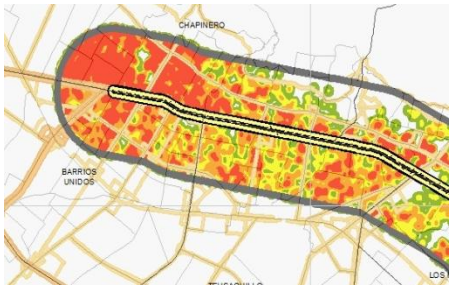


Figura 5.2.3.107 Participación de las actividades económicas en la Zona seis
Fuente: Consorcio Metro BOG, 2017

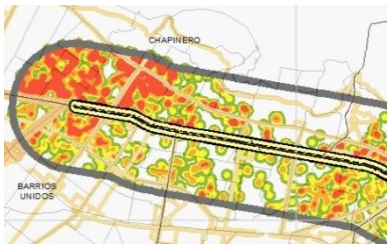
En las aglomeraciones por tamaño, las empresas de los sectores cercanos a la Av. Caracas muestran concentraciones medias y altas para todos los tipos de tamaño micro, pequeña, mediana y grande. En el caso de las microempresas en el trazado es observable una concentración alta en ambos costados y cuadras adyacentes. En la base de datos de aglomeraciones realizada por la Cámara de Comercio en el año 2012 para el sector Chapinero Country existe un aglomeración de productos informáticos concentrados entre la Av. Caracas y la Carrera 15.



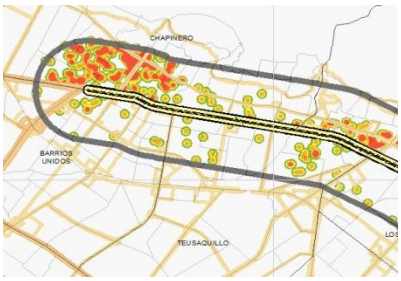
Microempresas



Pequeñas empresas



Medianas empresas



Grandes empresas

Figura 5.2.3.108 Empresas registradas en Cámara de Comercio de Bogotá zona seis
Fuente: Secretaría Distrital de Desarrollo Económico, 2017

Los servicios profesionales y publicidad son los que más se aglomeran en el corredor que va desde el centro internacional en la UPZ Las Nieves, atraviesa Chapinero y llega hasta la UPZ el Chicó en el Norte de la ciudad, corresponden

5.2.3.2.3 Dimensión Cultural

A continuación se mencionarán los bienes de interés cultural localizados directamente sobre el corredor, así como sobre el área de las estaciones.

Es importante mencionar que el área sobre la que se desarrolla el siguiente aparte corresponde a:

- 300 metros a la redonda en las zonas de posible implantación de las estaciones de metro
- Una manzana en cada costado Las manzanas inmediatas a la línea en los tramos entre estaciones.

5.2.3.2.3.1 El patrimonio de la ciudad

El artículo 123 del Decreto 190 de 2004 describe que el Patrimonio Cultural de la ciudad está: *"(…) constituido por los bienes y valores culturales que poseen un especial interés histórico, artístico, arquitectónico, urbano, arqueológico, testimonial y documental, además de las manifestaciones musicales, literarias y escénicas y las representaciones de la cultura popular".*

De esta manera el artículo 125 del presente Decreto define los componentes del Patrimonio Construido de la ciudad:

1. Los Sectores de Interés Cultural (SIC), constituidos por:

- *a. Sectores Antiguos: Corresponden al Centro Tradicional de la ciudad que incluye el Centro Histórico declarado Monumento Nacional, y a los núcleos fundacionales de los municipios anexados: Usaquén, Suba, Engativá, Fontibón, Bosa y Usme.*
- *b. Sectores con desarrollo individual: Corresponden a determinados barrios, construidos en la primera mitad del siglo XX, formados por la construcción de edificaciones individuales de los predios, que conservan una unidad formal significativa y representativa del desarrollo histórico de la ciudad, con valores arquitectónicos, urbanísticos y ambientales.*
- *c. Sectores con vivienda en serie, agrupaciones o conjuntos: Corresponde a barrios o sectores determinados de casas o edificios singulares de vivienda, construidos en una misma gestión, que poseen valores arquitectónicos, urbanísticos y ambientales, y son representativos de determinada época del desarrollo de la ciudad.*

2. Los Inmuebles de Interés Cultural (IIC), constituidos por:

- *a. Inmuebles localizados en áreas consolidadas: Corresponde a inmuebles localizados fuera de los sectores de interés cultural, que por sus valores arquitectónicos, artísticos o históricos merecen ser conservados. Incluye los Bienes de Interés Cultural del ámbito nacional (BICNAL).*
- *b. Inmuebles localizados en áreas no consolidadas: Corresponde a inmuebles que se encuentran aislados de los contextos consolidados, localizados en el territorio del Distrito Capital, que poseen valores arquitectónicos, artísticos y ambientales. Incluye los Bienes de Interés Cultural del Ámbito Nacional (BICNAL).*

3. Los monumentos conmemorativos y objetos artísticos. Constituidos por elementos y obras de arte, localizados en el espacio público, que por conmemorar hechos de la historia de la ciudad, o por sus valores artísticos o históricos, merecen ser conservados. Incluye los Bienes de Interés Cultural del ámbito nacional.

4. Los caminos históricos y bienes arqueológicos. Constituidos por los caminos reales y de herradura, senderos localizados generalmente en el área rural, y bienes arqueológicos que poseen valores históricos y culturales.

Además de lo anterior, el artículo 4 del Decreto 606 de 2001 define la clasificación de los Bienes de Interés Cultural de orden distrital según sus categorías de intervención:

1. *Conservación Integral. Aplica a los inmuebles que cuentan con valores culturales excepcionales, representativos de determinadas épocas del desarrollo de la ciudad y que es necesario conservar como parte de la memoria cultural de los habitantes.*
2. *Conservación Tipológica. Aplica a los inmuebles que poseen valores arquitectónicos, de organización espacial y de implantación predial y urbana, que los hacen parte de un contexto a conservar por su importancia en el desarrollo arquitectónico y urbanístico de la*

ciudad y que son representativos de tipos arquitectónicos de la época en que se construyeron.

3. *Restitución:*

a. *Parcial. Aplica a los predios que fueron ocupados por inmuebles considerados como de conservación por normas anteriores y que en vigencia de éstas fueron intervenidos sustancialmente, en contravención de las mismas.*

b. *Total. Aplica a los predios que fueron ocupados por inmuebles considerados como de conservación por normas anteriores y que en vigencia de éstas fueron demolidos, en contravención de las mismas.*

Figura 5.2.3.109 Patrimonio Construido de la Ciudad
Fuente: Consorcio METRO BOG, 2017

Una vez realizado el inventario, fue posible identificar siete Bienes de Interés Cultural del ámbito Nacional: 459 Bienes de Interés Cultural del ámbito Distrital: cinco Sectores de Interés Cultural y 36 Bienes Muebles, ver Anexo 5.2.3.5.

En la Figura 5.2.3.110 se presenta el mapa de georeferenciación de los BIC de orden Nacional y Distrital y los Bienes muebles.

Figura 5.2.3.110 Bienes de Interés Cultural localizados en la zona de influencia Directa del Metro, ver Anexo 5.2.3.6
Fuente: Instituto Distrital de Patrimonio Cultural

En la Tabla 5.2.3.48 se presenta el listado de los Bienes de Interés Cultural de orden Nacional.

Tabla 5.2.3.48 Listado de BIC de orden Nacional

Número	Nombre upz	Nombre barrio	Direccion catastral	Dirección declaratoría	Observaciones
1	Ciudad Jardín	Hortua	KR 10 1 59 SUR	Carrera 10 No. 1-99 / Carrera 10 No. 1-59 sur	Conjunto La Hortua. Hospital San Juan de Dios. Hospital San Juan de Dios e Instituto Materno Infantil./Declarado junto con el Instituto Materno Infantil Monumento Nacional mediante la Ley 735 de febrero 27 de 2002. Zona de influencia Resolución 2728 de
2	Las Nieves	La Capuchina	KR 13 14 69	KR 13 14 69	AA Declara: Decreto 2850 del 26 de noviembre de 1984 Delimita Área de influencia: Resolución 1359 del 24 de mayo de 2013. Academia Superior de Artes de Bogotá. Antigua Sede de la Biblioteca Metropolitana Antonio Nariño
3	La Sabana	Voto Nacional	CL 10 14 15	Carrera 14 No. 9-55, Calle 10 No. 14-15	Dirección de Reclutamiento del Ejército. Antiguo Batallón Guardia Presidencial. Antigua Escuela de Medicina. Antigua Escuela de Ciencias Naturales y Medicina./ Declarado Monumento Nacional por el Decreto Nacional 2390 de septiembre 26 de 1984.
4	La Sabana	Voto Nacional	KR 15 10 57	Calle 10 No.15-02/04/28/30	Iglesia Voto Nacional / Basílica Menor del Voto Nacional / Basílica Menor del Sagrado Corazón de Jesús
5	La Sabana	Voto Nacional	CL 9 15 04	Calle 9 No. 15-04	En proceso de inclusión. Edificio de la Morgue

6	Chapinero	Marly	AK 14 46 64	AK 14 46 64	AA Declara: Resolución 1773 del 25 de octubre de 2007. Delimita Área de influencia: Resolución 1359 del 24 de mayo de 2013. Edificio Sede Automóvil Club de Colombia
7	Las Nieves	La Capuchina		KR 13 14 23	AA Declara: Decreto 1584 del 11 de agosto de 1975. Iglesia de La Capuchina
8	Chico Lago	Lago Gaitán	Cruce entre la AV. Caracas y la calle 80 (espacio público separador)		Escultura ecuestre del Libertador en bronce. Declarada como Bien de Interés Cultural del ámbito Nacional mediante Resolución 395 del 22 de marzo de 2006.

Fuente: Dirección de Patrimonio, 2017

De acuerdo a lo anterior, las zonas con mayor concentración de Bienes de Interés Cultural en Zona de Influencia del metro corresponden a las siguientes estaciones.

- E-12 Calle 10-11, zona 5
- E-13 Calle 26, zona 5
- E-14 Calle 45, zona 6
- E-16 Calle 72, zona 6

Se concluye que los bienes de interés cultural localizados en el AID del proyecto se encuentran sobre la Avenida Caracas entre la Calle 1ª y la Calle 72; correspondiendo a las zonas 5 y 6 de la proyección del trazado.

De acuerdo a lo anterior, para poder identificar el patrimonio construido sobre esta avenida resulta indispensable conocer su historia y el papel de la misma dentro del desarrollo urbano de la ciudad.

La Avenida Caracas inicio en el Monumento a Héroes, el cual se encuentra ubicado en la calle 80, hacia el norte esta gran Avenida se convierte en la Autopista Norte. La Avenida Caracas discurre de norte a sur, en cuanto a la nomenclatura corresponde la Carrera 14 y se mantiene así desde calle 1ª, luego cambia su nomenclatura a Carrera 15, 16 y 18, llegando hasta el barrio Marco Fidel Suárez, luego cambia de dirección para tomar la calle 51 hasta llegar al barrio Gran Yomasa donde termina en la calle 84 sur.

La Avenida Caracas es quizá la vía que más intervenciones urbanísticas ha sufrido a lo largo de su historia, en el cual es posible identificar los siguientes hitos históricos:

- A finales del siglo XIX en un trazado paralelo a la Carrera 13 se proyecta la línea del Ferrocarril del Norte; cuyo trazado servirá para la construcción de la posterior Avenida Caracas.

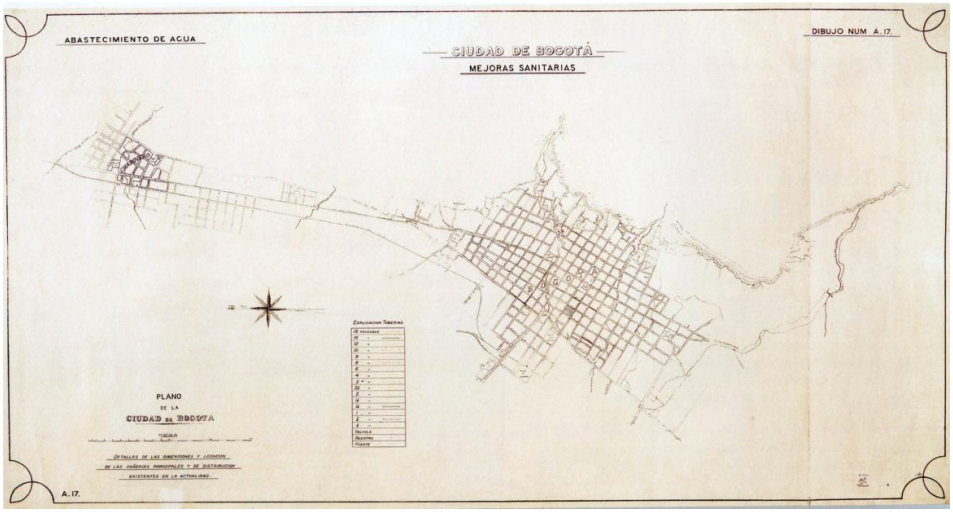
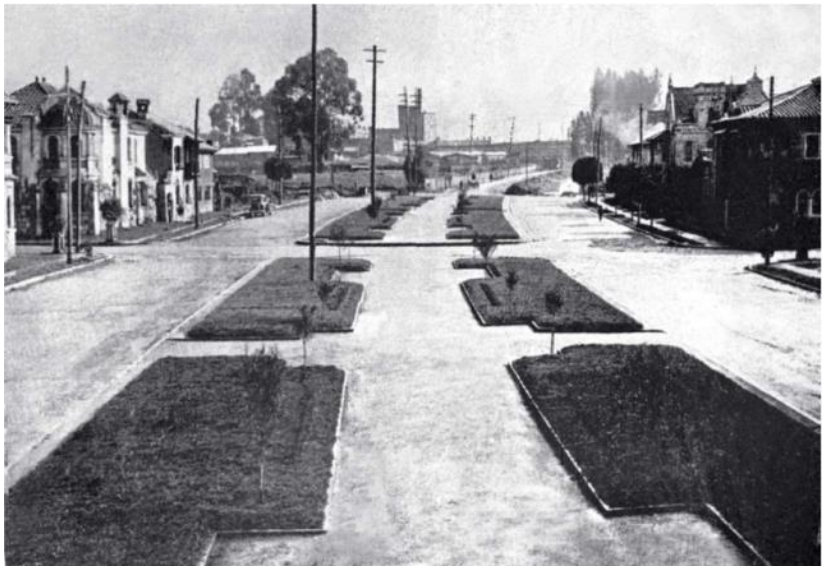


Figura 5.2.3.111 Trazado del Ferrocarril del Norte.
Fuente: Cuéllar, Marcela. Mejía, Germán. Atlas Histórico de Bogotá. Cartografía 1791-2007. Editorial Planeta. 2007

- Durante las décadas de 1920 y 1940 se inicia la consolidación del sector; en el cual la firma Tulio Ospina (actual Ospinas & Cía) en cabeza del arquitecto austriaco Karl Brunner conciben una serie de urbanizaciones entre la Calle 26 y la Calle 47, proyectando una

amplia avenida peatonal rodeada de árboles que atravesaba la ciudad de norte a sur. *"(…) La Avenida Caracas fue la primera vía de grandes dimensiones, en lo que respecta a su ancho, que tuvo la ciudad para el tráfico de vehículos y peatones. Su diseño inicial para el tramo comprendido entre la Calle 26 y la Calle 47estaba concebido como una avenida con dos calzadas divididas por un gran separador, con amplios andenes y antejardines a lado y lado de las calzadas. Los urbanizadores de barrios como Teusaquillo y Santa Teresita, conscientes de la importancia de la vía para la valorización de sus predios, cedieron los terrenos necesarios para su ampliación"* (__Bogotá, Vuelo al pasado. 2010). Además de lo anterior, mediante el acuerdo 53 de 1933 se ordenó denominar esta vía como la Avenida Caracas.



Fotografía 5.2.3.151 Aspecto de la Avenida Caracas. 1935
Fuente: Registro Municipal año LV No. 69 al 72. 31 de Diciembre de 1935

- Durante dicho periodo (1920 – 1950) se desarrollan en el sector las siguientes urbanizaciones a lo largo de la vía:
-
    - Teusaquillo (1927- 1948). Firma Tulio Ospina
    - Palermo (1934- 1946). Firma Tulio Ospina
    - Armenia (1934- 1941). Firma Tulio Ospina
    - Santafé (1937). Firma Tulio Ospina
    - Quinta Camacho (1943). Firma Wiesner & Co. Ltda.

- Durante las décadas de 1940 y 1950 se prolonga la Avenida Caracas desde la Calle 26 hasta la Calle 1, cuya ampliación implicó la demolición parcial o total de inmuebles, tales como la demolición parcial de la Antigua Escuela de Medicina diseñada por el arquitecto francés Gastón Lelarge y la reducción de la Plaza de los Mártires frente a la Iglesia del Voto Nacional. Los siguientes planos muestran un comparativo del trazado de la Avenida en 1944 y 1954.

Figura 5.2.3.112 Comparativo del trazado de la Avenida Caracas entre 1944 y 1954
Fuente: Cuéllar, Marcela. Mejía, Germán. Atlas Histórico de Bogotá. Cartografía 1791-2007. Editorial Planeta. 2007

Fotografía 5.2.3.152 Obras de apertura de la Av. Caracas sobre el sector de los Mártires. Ca. 1945
Fuente: Grupo Facebook. Fotos Antiguas de Bogotá

- En 1967 se realizó la ampliación de la avenida, pasando de dos a cuatro carriles vehiculares y retirando los pasajes peatonales y los jardines. Durante este periodo y hasta la década de 1980 funcionaron el sistema de trolebuses y buses generando problemas de movilidad.
- Durante la alcaldía del alcalde Andrés Pastrana se optó por la implementación de la Troncal de la Caracas. *"(…) El 20 de mayo de 1990 los bogotanos, por primera vez, vieron cómo los buses transitaban de forma ordenada por los carriles centrales y paraban solamente en los paraderos ubicados en el separador central. La primera fase del proyecto, que iba de la calle octava a la 51, contó con 28 paraderos y alrededor de 60 rutas distintas. Igual que en el actual sistema de TransMilenio, cada estación tenía mapas que señalaban los recorridos. En los separadores se colocaron unas especies de púas que tenían como objetivo impedir que los peatones pasaran por el medio de la vía.*
  Sin embargo, el aparente orden duró poco. Al final los bogotanos y conductores, desacostumbrados a las normas cívicas, terminaron irrespetando los paraderos y dañando la infraestructura con el fin de cruzar las calles a como diera lugar. La Caracas se convirtió en un cementerio de latas y muros destruidos"[7].
  Además de lo anterior, la implementación de la Troncal de la Caracas implicó la tala de árboles sobre los separadores, para la construcción de paraderos de buses, además de la instalación de púas para evitar pasos inseguros de peatones; sin embargo dichas obras además de generar inseguridad, deterioraron el paisaje urbano de la ciudad.
- En el año 2000 bajo la primera gestión del alcalde Enrique Peñalosa, se proyectó el sistema de TransMilenio; cuya primera línea fue trazada por la Avenida Caracas. El sistema consistió en la construcción de estaciones centrales de uso exclusivo a lo largo de la vía, en el cual llegan buses biarticulados. Si bien el sistema funcionó bien durante sus primeros años, cabe mencionar que a medida que las troncales han aumentado, más personas acceden al servicio generando una oferta menor que su demanda, especialmente en horas pico.

Teniendo en cuenta el estudio histórico y el inventario de Bienes de Interés Cultural sobre la Zona de Influencia del trazado del Metro, fue posible identificar cinco Unidades Urbanas de Patrimonio, las cuales son:

- Unidad 1: Hospitales (ubicada en límites de la zona 3 y 4)
- Unidad 2: San Victorino (ubicada en la zona 5)
- Unidad 3: Barrio Santafé (Ubicada en la zona 5)
- Unidad 4: Cementerio Central (ubicada en la zona 5)
- Unidad 5: Sectores de Interés Cultural de desarrollo individual. Dichos sectores corresponden a los barrios Armenia, Sagrado Corazón, Teusaquillo, La Magdalena, Palermo, Sucre y Quinta Camacho. (Zona 5 y 6)

5.2.3.2.3.2 Unidad Uno. Hospitales

Este sector se destaca por la presencia de una serie de equipamientos de tipo hospitalario con cobertura regional y nacional, que a su vez son considerados como Bienes de Interés Cultural, tales como el Hospital San Juan de Dios, Santa Clara, La Hortúa, el Centro Dermatológico Federico Lleras Acosta y el Hospital de la Misericordia. (BOG, 2017) "*El conjunto se comenzó a*

[7] Peña, Camila. La Avenida Caracas, de la alameda al metro. http://www.elespectador.com/impreso/bogota/articuloimpreso111272-avenida-caracas-de-alameda-al-metro

configurar a finales del siglo XIX en este sector entonces periférico de la ciudad, donde se disponía de condiciones apropiadas para los enfermos y, según los preceptos de la época, alejado de la población sana" (__Bogotá, Vuelo al pasado. 2010).

Fotografía 5.2.3.153 Cruce de la Avenida Caracas con Calle 1ª. 1947
Fuente: Bogotá, Vuelo al pasado. 2010

5.2.3.2.3.3 Unidad Dos. San Victorino

En el siglo XVIII la ciudad estaba dividida en cuatro barrios: La Catedral, Santa Bárbara, Las Nieves y San Victorino. Este último estaba ubicado en la entrada occidental de la ciudad, que conducía a Honda y de ahí al Mar Caribe, convirtiéndose en un punto de concentración de viajeros, comerciantes y artesanos. La figura muestra la subdivisión de barrios de la ciudad durante el periodo colonial.

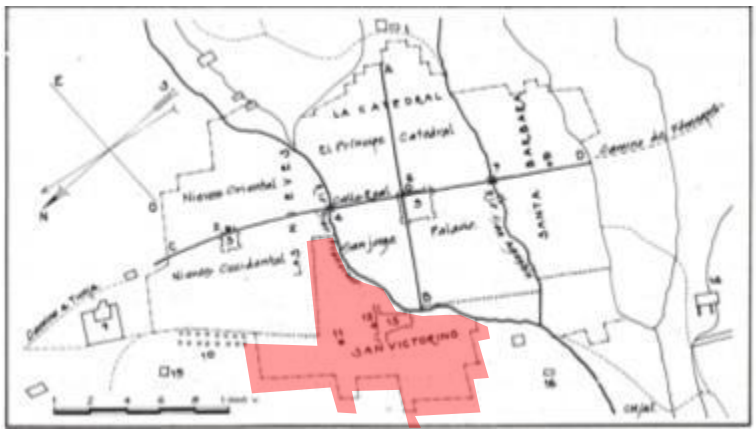


Figura 5.2.3.113 Subdivisión de Barrios de Santafé. Siglo XVIII
Fuente: Santafé, Capital del Nuevo Reino de Granada. 1987.

En la figura se presenta un plano de 1910 en el que se registran las líneas del tranvía existentes en la ciudad para esa época, en este se observa la existencia de una línea entre la Plaza de Bolívar y la Estación de Tren, que se denominada como Línea de Occidente, que pasaba por la Plaza de los

Mártires. Esta conexión evidencia un alto tráfico entre las Plazas, que se perdió posteriormente tras la construcción de las Avenidas Caracas y 10ª. (BOG, 2017)

Fotografía 5.2.3.154 Plano de Bogotá. 1910
Fuente: Atlas Histórico de Bogotá. Cartografía 1791-2007.

Durante el siglo XX San Victorino fue objeto de múltiples intervenciones urbanísticas, estas intervenciones fueron proyectadas con el propósito de mejorar las alternativas de movilidad para la ciudad, estas intervenciones cambiaron radicalmente un sector tradicional de la ciudad.

“Primero, la Avenida Caracas lo separó de la Plaza España y de la Estación de la Sabana. Luego, en los años cincuenta, la construcción de la Carrera 10ª cercenó Santa Inés y creó una frontera entre San Victorino y la Plaza de Bolívar. Después, la ampliación de la Avenida Jiménez lo separó de la Capuchina y por último, la construcción de la Avenida 6ª convirtió a San Victorino en una isla urbana, donde surge El Cartucho”. (Zambrano, F. 2006).

El sector de San Victorino posee un gran valor histórico, al haber sido nodo comercial y de pasajeros hasta el mediados del siglo XX, testigo de batallas y fusilamientos. A pesar del deterioro urbano que ha sufrido durante la segunda mitad del siglo XX hasta la actualidad, aún presenta edificaciones representativas, tales como la antigua Facultad de Medicina, diseñada por el arquitecto francés Gastón Lelarge, la basílica consagrada al Voto Nacional, construida a finales del siglo XIX y el obelisco en conmemoración de los mártires ejecutados en el sitio conocido durante la época de la independencia como “La Huerta de Jaime”.

5.2.3.2.3.4 Unidad Tres. Barrio Santa Fe

La Firma Tulio Ospina & Cía. Ltda., construyó en 1937 el barrio de Santa Fe, localizado entre la Avenida Caracas y la Carrera 25 y las Calles 22 y 25. El proyecto contemplaba la construcción de viviendas, pequeñas industrias y edificios para arrendar, estos predios eran más pequeños que en otros sectores, lo que permitió que el proyecto se pudiera financiar. En sus inicios, en el sector se acento la comunidad judía que había llegado a la ciudad durante la guerra. (BOG, 2017)

Figura 5.2.3.114 Publicidad de venta de lotes de la urbanización Santa Fe. Ca. 1936

Fuente: Urbanismo, arquitectura y patrimonio. Panamericana formas e impresos. 2008

Fotografía 5.2.3.155 Edificio Barrio Santa Fe

Fuente: Consorcio Metro BOG, 2017

La importancia del barrio Santa fe radica en la construcción de edificios de apartamentos, cuya tipología arquitectónica era una novedad para una ciudad caracterizada por las grandes viviendas de tipo colonial y republicano.

5.2.3.2.3.5 Unidad Cuatro. Cementerio Central

El Cementerio Central fue proyectado por el ingeniero militar Domingo Esquíaquí a finales de 1785; sin embargo su construcción no se inició sino hasta 1832. *"(…) El sector oriental del Cementerio Central presenta en* su cuerpo central, un trazado elíptico, en cuya avenida central y sus cercanías están enterrados la mayoría de los personajes ilustres de la historia de Colombia. Criptas, mausoleos de familias ilustres, ermitas y monumentos conforman la necrópolis donde se encuentran verdaderas obras de arte de importantes escultores como Tenerani y Sighinolfi". (bogotaturismo, 2017)

La importancia del Conjunto funerario de Santafé reside en que es testimonio de la tipología de jardines – cementerio concebido en Europa durante los siglos XVIII y XIX y que se implementó en los cementerios de la ciudad, durante los siglos XIX y primera mitad del siglo XX. Declarado como Bien de Interés Cultural del Ámbito Nacional mediante Decreto 2390 de 1984. Y mediante el Decreto 396 de 2003, el Distrito declara el Conjunto funerario de Santafé (compuesto por el Cementerio Central, hebreo y británico) como Bienes de Interés Cultural. (BOG, 2017)

Fotografía 5.2.3.156 Cementerio Central
Fuente: http://www.bogota.gov.co/article/cementerio-central

5.2.3.2.3.6 Unidad Cinco. Sectores de interés cultural con desarrollo individual

Mediante los Decretos 190 de 2004 y 606 de 2001 se definen los Sectores de Interés Cultural con desarrollo individual de la siguiente manera: *"(…) corresponden a determinados barrios, construidos en la primera mitad del siglo XX, formados por la construcción de edificaciones individuales de los predios, que conservan una unidad formal significativa y representativa del* desarrollo histórico de la ciudad, con valores arquitectónicos, urbanísticos y ambientales". (BOG, 2017)

Los sectores de interés cultural con desarrollo individual localizados en la zona de influencia del Metro son:

- SIC Teusaquillo, compuesto por los barrios Armenia, Teusaquillo, La Magdalena, Palermo y Santa Teresita.
- SIC Sucre. Barrio construido entre la Avenida Calle 40 y la Calle 42 y las Carreras 13 y Avenida Caracas.
- SIC Quinta Camacho.
- SIC Sagrado Corazón. Barrio construido entre la Carrera 13 y la Avenida Caracas y las Calle 34 y 40 durante la década de 1930. Su nombre se debe a que sobre el costado oriental del barrio frente al Parque Nacional se hallaba el Colegio del Sagrado Corazón.

"Los sectores de interés cultural corresponden a un manifiesto urbanístico impulsado por el arquitecto Karl Brunner con el fin de generar nuevos escenarios para la ciudad en contraposición de la tradicional ciudad colonial. Este urbanismo fue desarrollado de manera planeada; sistema novedoso teniendo en cuenta que desde la implantación de las leyes de indias durante el periodo de conquista del territorio de la Nueva Granada, no se habían desarrollado en la ciudad otros planes concepción de ciudad." (BOG, 2017)

Fotografía 5.2.3.157 Barrio Teusaquillo, 1950
Fuente: https://co.pinterest.com

Fotografía 5.2.3.158 Casona ubicada en la Calle 45
Fuente: Consorcio Metro BOG, 2017

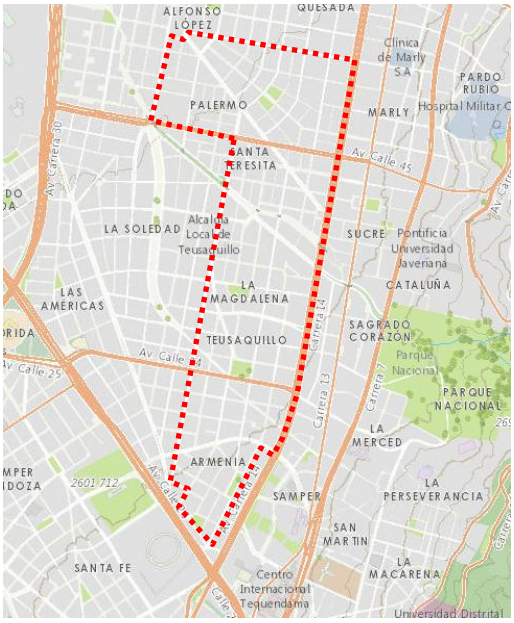


Figura 5.2.3.115 Delimitación del SIC de Teusaquillo
Fuente: Consorcio METRO BOG a partir de cartografía de http://mapas.bogota.gov.co/

El barrio Teusaquillo construido por la firma Tulio Ospina entre 1927 y 1948. *"(…) la urbanización estaba definida por la Avenida Caracas y la carrera 19 al oriente, así como por la Avenida 28. (…) se construyeron quintas que apelaron todo el repertorio estilístico del momento, que incluyó influencias neocoloniales, francesas e inglesas, tendencia ésta última que se desarrolló bajo la influencia de los arquitectos chilenos Casanovas & Manheim"* (__ Ospinas. 75 años. Urbanismo, arquitectura y patrimonio. 2008).

El barrio Palermo construido por la firma Tulio Ospina entre 1934 y 1946. *"(…) situada entre las calles 45 y 49 y las Carreras 15 y 22. (…) el barrio Palermo es uno de los mejores ejemplos de la nueva concepción urbana que introdujo en Bogotá el austriaco Karl Brunner. (…) El trazado de Brunner estuvo definido por el cubrimiento del río Arzobispo, así como por la introducción de un*

trazado radiado que conformó las manzanas de modo irregular" (__ Ospinas. 75 años. Urbanismo, arquitectura y patrimonio. 2008).

El barrio Armenia construido por la firma Tulio Ospina entre 1934 y 1941. *"(…) se encuentra limitado al norte por Teusaquillo, al sur por la Calle 26 y la diagonal 28, al oriente por la Avenida Caracas y al occidente por la Urbanización Las Mercedes.(…) En este lugar llegaron a vivir varios inmigrantes alemanes, algunos de ellos arquitectos, como Paul Studer, Hermman Grunbaum o Herbert Rauprich, quienes fueron responsables por la construcción de varias edificaciones que allí se conservan"* (__ Ospinas. 75 años. Urbanismo, arquitectura y patrimonio. 2008).

- SIC Sagrado Corazón. Barrio construido entre la Carrera 13 y la Avenida Caracas y las Calle 34 y 40 durante la década de 1930. Debió su nombre debido a que sobre el costado oriental del barrio frente al Parque Nacional se hallaba el Colegio del Sagrado Corazón.

Fotografía 5.2.3.159 Barrio Sagrado Corazón. 1936

- SIC Sucre. Barrio construido entre la Avenida Calle 40 y la Calle 42 y las Carreras 13 y Avenida Caracas.

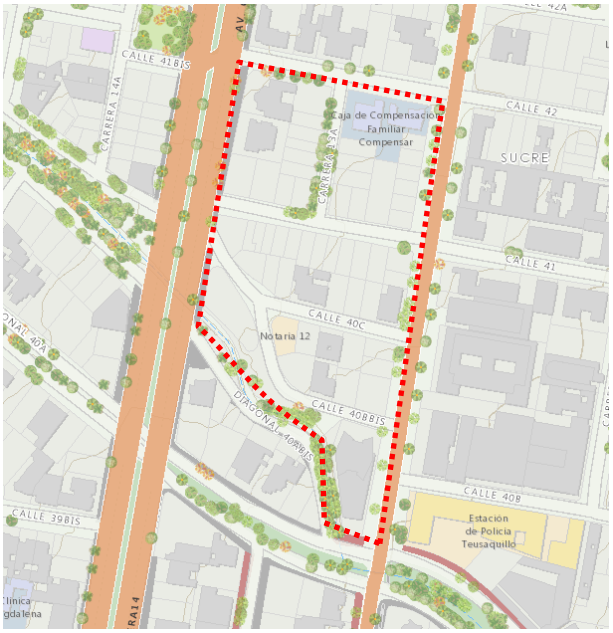


Figura 5.2.3.116 Delimitación del SIC Sucre
Fuente: Consorcio METRO BOG a partir de cartografía de http://mapas.bogota.gov.co/

- SIC Quinta Camacho

Localizado entre las Calles 67 y 72 y la Carrera Séptima y Avenida Caracas. Diseñado por la firma Herrera Carrizosa hermanos, sobre la antigua de Enrique Camacho Leyva. *"La gran mayoría de las casas de Quinta Camacho eran sacadas de manuales de arquitectura, postales y revistas que llegaban al país. Eran hechas a la medida de los clientes, por lo general intelectuales de clase media, liberales que buscaban una forma de vida alternativa menos atada a los usos y costumbres tradicionales", explica la arquitecta Silvia Arango"*[8].

[8] https://ligeradeequipaje.com/2012/12/13/un-barrio-de-estilo-europeo/

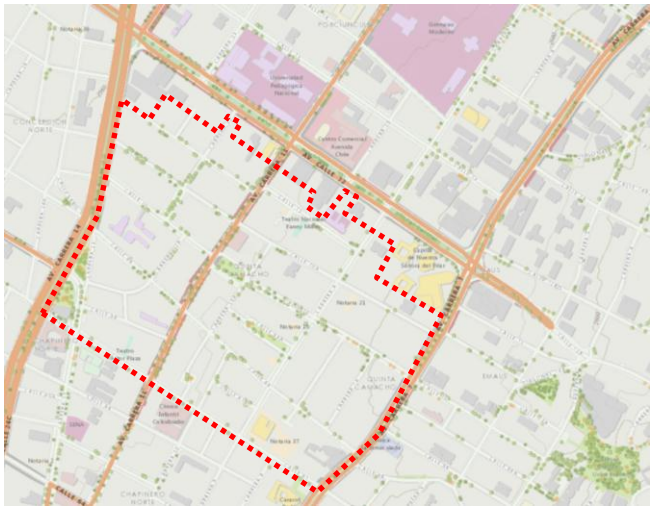


Figura 5.2.3.117 Delimitación del SIC Quinta Camacho
Fuente: Consorcio METRO BOG a partir de cartografía de http://mapas.bogota.gov.co/

Los sectores de interés cultural corresponden a un manifiesto urbanístico impulsado por el arquitecto Karl Brunner con el fin de generar nuevos escenarios para la ciudad en contraposición de la tradicional ciudad colonial. Cabe entender además que este urbanismo fue desarrollado de manera planeada; sistema novedoso teniendo en cuenta que desde la implantación de las leyes de indias durante el periodo de conquista del territorio de la Nueva Granada, no se habían desarrollado en la ciudad otros planes concepción de ciudad.

Recomendaciones normativas

Para los Bienes de Interés Cultural, se recomienda tener en cuenta las siguientes recomendaciones con el fin de generar el Plan Director para el diseño del trazado del Metro:

1. El capítulo V del Decreto 606 de 2001 fija las normas aplicables para la intervención de predios colindantes con Bienes de Interés Cultural:

   ARTÍCULO 18º. PREDIO COLINDANTE. Para efectos de este Decreto, un predio colindante con un Inmueble de Interés Cultural, es aquel que comparte un lindero común lateral con éste.
   Los predios colindantes con Inmuebles de Interés Cultural se rigen por las normas sobre usos y edificabilidad establecidos por la norma específica del sector en que se localicen, con excepción de lo definido para ellos, de manera particular, en el presente Decreto.
   Los predios que colindan con el lindero posterior de los Inmuebles de Interés Cultural, se rigen por la norma del sector en que se localizan. La excavación de sótanos o semisótanos contra el lindero del Inmueble de Interés Cultural debe estar a una distancia mínima de 5m. del paramento de éste.
   ARTÍCULO 19º. EMPATES Y AISLAMIENTOS. En las edificaciones que se desarrollen en predios colindantes con Inmuebles de Interés Cultural se puede optar por el empate o el aislamiento de éstos.

Cuando el Inmueble de Interés Cultural tenga aislamientos sobre el lindero del inmueble que se pretende desarrollar, la edificación colindante debe aislarse, en las dimensiones establecidas a continuación:

Tabla 5.2.3.49 Plan Parcial Nodo norte

Altura propuesta	Aislamiento mínimo exigido
Hasta 2 pisos	3.50 metros
De 3 a 5 pisos	5.00 metros
Más de 5 pisos	7.00 metros

Cuando el predio colindante tenga menos de 10.50 m de frente, no se obliga a dejar aislamiento y debe adoptar, como altura máxima, la del Inmueble de Interés Cultural.
En caso de que el inmueble colindante se localice entre dos Inmuebles de Interés Cultural aislados, y la dimensión del frente de la construcción resulte inferior a 7 metros, se debe dejar aislamiento lateral en uno solo de sus costados y aplicar lo dispuesto en el inciso anterior.

Cuando el Inmueble de Interés Cultural no tenga aislamiento en el lindero del inmueble que se pretende desarrollar, la nueva edificación puede aislarse en las dimensiones establecidas con anterioridad, o empatarse con el inmueble de Interés Cultural, hasta alcanzar su altura y, luego, aislarse en las dimensiones mencionadas anteriormente, sin sobrepasar la altura permitida en el sector normativo correspondiente. Habrá empate con Inmuebles de Interés Cultural, cuando la construcción del predio colindante adopta una volumetría que tiene en cuenta la del Inmueble de Interés Cultural y no genera culatas sobre éste.

Cuando el Inmueble de Interés Cultural presente retrocesos en el lindero del inmueble que se pretende desarrollar, la edificación colindante debe aislarse, según las dimensiones anteriormente establecidas, o retrocederse empatando estrictamente con el Inmueble de Interés Cultural, hasta alcanzar su altura y luego aislarse en las dimensiones mencionadas anteriormente, sin sobrepasar la altura permitida en el sector normativo correspondiente.

ARTÍCULO 20º. PARAMENTO DE CONSTRUCCIÓN Y AISLAMIENTO POSTERIOR. Los inmuebles colindantes que se empaten con el Inmueble de Interés Cultural deben adoptar el paramento y el aislamiento posterior de éste, en una dimensión mínima de 3.00 m en ambos planos de fachada y luego plantear las dimensiones de antejardín y aislamiento posterior exigidas por la norma del sector correspondiente. En caso de que el inmueble colindante se aísle del Inmueble de Interés Cultural, podrá adoptar el paramento y aislamiento posterior establecidos por la norma del sector, en todo el plano de las fachadas.

ARTÍCULO 21º. PATIOS. Los patios de los inmuebles colindantes que se empaten con los Inmuebles de Interés Cultural, deben coincidir con los de éstos últimos, sin generar culatas respecto del Inmueble de Interés Cultural y en las dimensiones mínimas que defina la norma del sector respectivo.

ARTÍCULO 22º. VOLADIZOS. Se permiten, de acuerdo con las exigencias establecidas en el sector normativo respectivo, siempre y cuando la nueva edificación se encuentre aislada del Inmueble de Interés Cultural. Se permite también, cuando el Inmueble de Interés Cultural tenga voladizo, en cuyo caso, el voladizo de la nueva edificación debe adoptar la

misma altura y dimensión, sin generar culatas, siempre y cuando el sector normativo lo permita.

ARTÍCULO 23º. CULATAS. Toda culata que se genere contra un Inmueble de Interés Cultural, debe tratarse con el mismo material de la fachada.

ARTÍCULO 24º. SEMISÓTANO Y SÓTANO. Se permite la excavación de sótanos y semisótanos, según lo establecido en la norma del sector, a una distancia mínima de 5 m del Inmueble de Interés Cultural.

ARTÍCULO 25º. NORMAS SUPLETORIAS. Para todos los demás aspectos normativos no previstos en la presente reglamentación, los predios colindantes con Inmueble de Interés Cultural se rigen por lo establecido en la norma del sector correspondiente.

2. El numeral 1 del artículo 382 del Decreto 190 de 2004 define las intervenciones en Sectores de Interés Cultural: *"(…) Las intervenciones en los bienes de interés cultural, así como las obras nuevas que se realicen en sectores de interés cultural, deben propender por la conservación de las características morfológicas del sector y en particular del espacio público. Por tanto, deben tener en cuenta los ritmos, proporciones, materiales y composición de las fachadas, cubiertas, paramentos, aislamientos, antejardines, andenes y en general los elementos que conforman la morfología del sector".*

3. La Resolución 1359 de 2013 expedida por el Ministerio de Cultura se establece la Zona de Influencia de los Bienes de Interés Cultural del Ámbito Nacional; definida como el área: *"comprendida por 100 metros lineales contados a partir de la finalización del área afectada, por cada una de sus fachadas, hasta formar un polígono, y toma predios completos en los casos en que estos se vean afectados parcialmente. En caso de intersecar cursos de agua, se incluye la ribera opuesta".* Además de lo anterior, el artículo 19 del Decreto 763 de 2009 define el concepto de Zona de Influencia entendido como: *"(…) la demarcación del contexto circundante o próximo del inmueble, necesario para que los valores del mismo se conserven. Para la delimitación de la zona de influencia, se debe realizar un análisis de las potencialidades y de las amenazas o riesgos que puedan afectar al bien, en términos de paisaje, ambiente, contexto urbano o rural e infraestructura".*

   De esta manera cabe indicar que los proyectos realizados en Zona de Influencia de Bienes de Interés Cultural deberán tener visto bueno del Ministerio de Cultura. Además se recomienda realizar un estudio de valoración de cada BICNAL y de esta manera determinar la afectación que el proyecto tendrá sobre cada inmueble.

4. Mediante Resolución 0995 de 2016 se aprueba el Plan Especial de Manejo y Protección (PEMP) del Hospital San Juan de Dios, en el cual se definió el Área Afectada y la Zona de Influencia del BIC. De acuerdo a lo anterior, se recomienda revisar si la implantación de la Estación E-11 Hospitales y las edificaciones planteadas para embarque y desembarque se encuentra en Zona de Influencia del PEMP; y de ser positivo se recomienda acatar las disposiciones definidas en el PEMP (Restricciones de altura, índices de ocupación y construcción, entre otras).

5.2.3.2.3.7 Diagnostico cultural

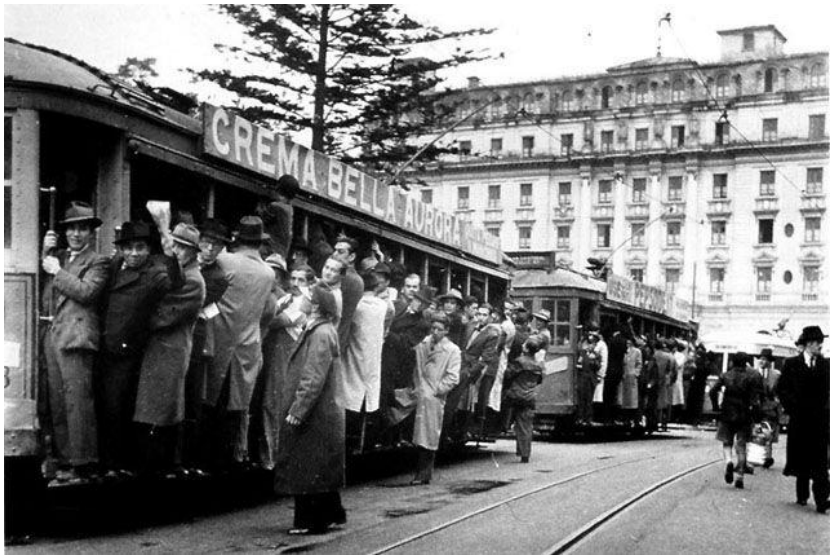
En el presente apartado se trataran elementos que permitirán generan un diagnóstico de cultura ciudadana relacionado con la percepción del espacio público y el uso de medios de transporte en

el Área de Influencia del proyecto; para esto se tuvieron en cuenta diferentes documentos estructurados en torno a los temas de interés en la ciudad de Bogotá, los cuales respaldan las información obtenida a través de los diferentes espacios de participación promovidos por el equipo de gestión social durante estructuración técnica de la Primera Línea del Metro de Bogotá. Adicionalmente se acudió a la Encuesta Bienal de Culturas (EBC) del año 2015, realizada por los Gobiernos Distritales desde el año 2001, la cual tiene como fin indagar a la población residente de la ciudad de Bogotá en torno a sus conocimientos, practicas, actitudes y valoraciones culturales en relación consigo mismos, con el "otro", con el Estado, con la ciudad, entre otros. Para la versión del año 2015, la EBC conto con una muestra de 15.674 personas.

Para garantizar una adecuada y fácil compresión de las líneas que se esbozan en el presente apartado, se establece el siguiente orden en las temáticas anteriormente referenciadas: i) La movilidad en Bogotá y ii) Cultura ciudadana.

5.2.3.2.3.7.1 Movilidad

En los últimos 100 años la ciudad de Bogotá paso de tener 100 mil habitantes a 8 millones de habitantes en su territorio, históricamente la ciudad ha contado con varios modelos de transporte, así como múltiples proyectos de desarrollo vial enfocados al mejoramiento y ampliación de la malla vial.



Fotografía 5.2.3.160 Tranvía de Bogotá – 1918

Fuente:https://www.google.com.co/search?q=historia+del+tranvia+en+bogota&newwindow=1&source=lnms&tbm=isch&sa=X&ved=0ahUKEwjru4PmnJHXAhVBYiYKHdpeDW0Q_AUICigB&biw=1366&bih=651#imgrc=d3iNVZqccIkROM:&spf=1509121803277

Las dificultades en torno a la movilidad se materializan en los tiempos de frecuencia de las rutas, los cuales son demasiado extensos, causando colapsos en estaciones, paraderos y buses (SITP, TransMilenio o público). A su vez, debido a los múltiples medios de transporte que se movilizan en la ciudad, la fluidez del tráfico se disminuye de forma sustancial, alargando así los tiempos de recorridos.

El Plan Maestro de Movilidad, estructurado en el año 2006, afirma que el trasporte, tanto individual como colectivo, presenta ineficiencias debido a que opera en condiciones de sobreoferta, lo que facilita mayores congestionamientos en las vías, desgaste del pavimento, accidentalidad, contaminación, deterioro y desvalorización de los corredores con alta concentración de rutas.

Lastimosamente, estas dificultades han configurado ciertos patrones de comportamientos en los ciudadanos, los cuales van a ser retomados en el apartado de cultura ciudadana, en donde la intolerancia, el irrespeto, la ilegitimidad por el estado, la agresiones verbales y físicas, entre otros, se han llegado a naturalizar y aceptar de forma colectiva en estos contexto.

Es importante resaltar que la movilidad sostenible es un derecho de las personas, que debe contribuir a mejorar la calidad de vida de estas mismas, y se encuentra respaldado por el Decreto 319 de 2006.

El transporte público es concebido como una de las bases de la ciudad; es este el que le permite a los bogotanos y no bogotanos realizar sus labores del diario vivir, por tanto, es importante llevar a cabo estrategias que obedezcan a la población y a sus requerimientos de forma definitiva.

En cuanto al uso de los diferentes medios de transporte, a continuación se muestran los porcentajes de uso de los diferentes medios de transporte en las 9 localidades que se verán impactadas por el paso de la Primera Línea del Metro de Bogotá.

Tabla 5.2.3.50 Uso de medios de transporte por localidad

	A pie	SITP	TM	Bus, buseta colectivo	Carro particular	Taxi
Chapinero	10,3%	9,8%	29,8%	8,3%	24,9%	6,1%
Santafé	22,5%	15,6%	30,7%	11,2%	4,3%	4,1%
Bosa	11,0%	17,6%	26,8%	22,4%	5,8%	2,6%
Kennedy	17,8%	9,4%	29,4%	15,5%	11,6%	1,1%
Barrios Unidos	14,7%	12,6%	31,7%	12,2%	13,9%	1,8%
Teusaquillo	14,5%	9,4%	27,9%	9,7%	27,1%	2,4%
Los Mártires	15,8%	14,7%	33,5%	16,2%	8,3%	2,5%
Antonio Nariño	19,8%	6,2%	29,4%	19,8%	15,1%	2,4%
Puente Aranda	11,2%	18,8%	19,3%	18,2%	19,4%	2,1%

Fuente: Secretaria Distrital de Movilidad

En la Tabla 5.2.3.50, resaltado con rojo se puede observar el medio de transporte predilecto por los ciudadanos: TransMilenio, excepto en la localidad de Puente Aranda, donde por poca diferencia con respecto al TransMilenio, el sistema de trasporte predilecto es el carro particular.

Adicionalmente, se puede afirmar lo siguiente:

- La Localidad de los Mártires es la que más hace uso del Sistema TransMilenio con un 33.5%.
- El carro particular en las Localidades de Santa fe y Bosa es el medio de transporte que menos se usa con un 4.3% y 5.8% respectivamente.
- La Localidad de Teusaquillo es la que más hace uso del carro particular con un 27.1%, teniendo en cuenta que el estrato 4 es el predominante en el sector.
- La localidad de Chapinero con respecto a las otras localidades es la que más hace uso del taxi con un 6.1%

- En la Localidad de Bosa, es donde más se hace uso del bus, la buseta o el colectivo con un 22,4%
- La Localidad de Santa Fe con respecto a las otras localidades es en donde más se moviliza a pie con un 22.5%
- La Localidad de Puente Aranda es la que más hace uso del SITP con un 18,8%

5.2.3.2.3.7.2 Cultura ciudadana

Con respecto a esta temática, es importante tener claridad en torno a las estrategias que actualmente se están implementando por parte del gobierno distrital, de manera que aquellas variables que deben ser atendidas durante la etapa de construcción y operación en relación con la cultura ciudadana sean vistas y tratadas en manera armónica con lo planteado por el Distrito.

Actualmente la ciudad de Bogotá, en el marco del cumplimiento del Programa de Gobierno y del Plan de Desarrollo “Bogotá Mejor para Todos” y la incorporación de la trasformación cultural como eje transversal de este mismo, cuenta con la Dirección de Cultura Ciudadana, área funcional de la Secretaría de Cultura Recreación y Deporte responsable de fortalecer el enfoque de cultura ciudadana en la gestión pública, a través de la articulación, acompañamiento y orientación de estrategias de transformación cultural y formulación, implementación y seguimiento de la política pública relacionada con el tema, que realice la Administración Distrital.

En el marco de la construcción y puesta en marcha de la Primera Línea del Metro, resulta sumamente relevante el tema de la cultura ciudadana, ya que, como se dijo anteriormente, las diferentes dinámicas que se generan en lo que concierne al transporte público de la ciudad, han quebrantado los principios de cultura ciudadana, puesto que se han priorizado comportamientos agresivos, intolerantes, entre otros, para sobre llevar, paradójicamente, las dificultades del contexto.

Se pretende una nueva mirada por parte de los ciudadanos en torno al transporte público y a su vez se espera que los repertorios conductuales se transformen en pro de espacios de paz y de cultura ciudadana. Lo cual a su vez, pretende que estos buenos comportamientos trasciendan a escenarios más allá de los que concierne al trasporte público, ya que, de acuerdo a lo evidenciado por la EBC 2015, el espacio público no es concebido de forma positiva.

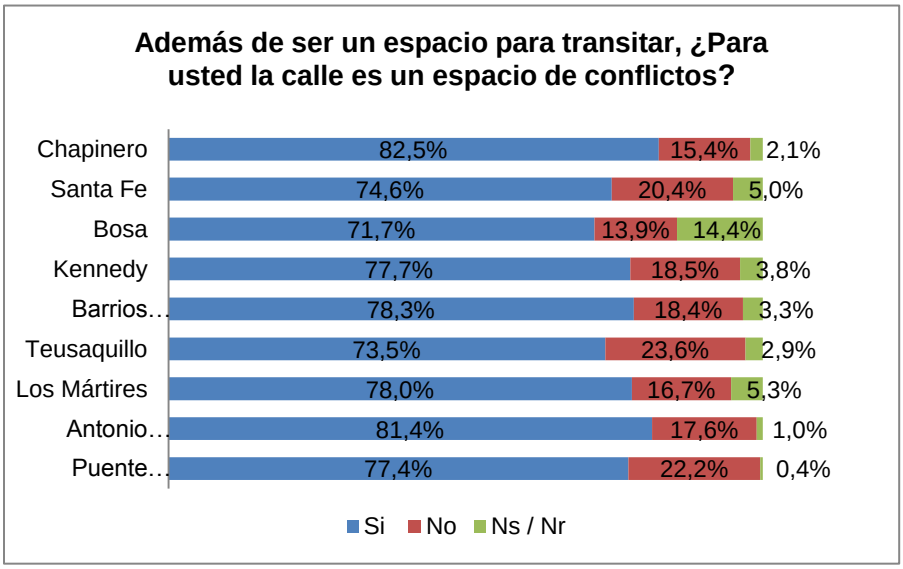


Figura 5.2.3.118 ¿La calle es un espacio de conflictos?
Fuente: EBC 2015 - SCRD-Observatorio de Culturas

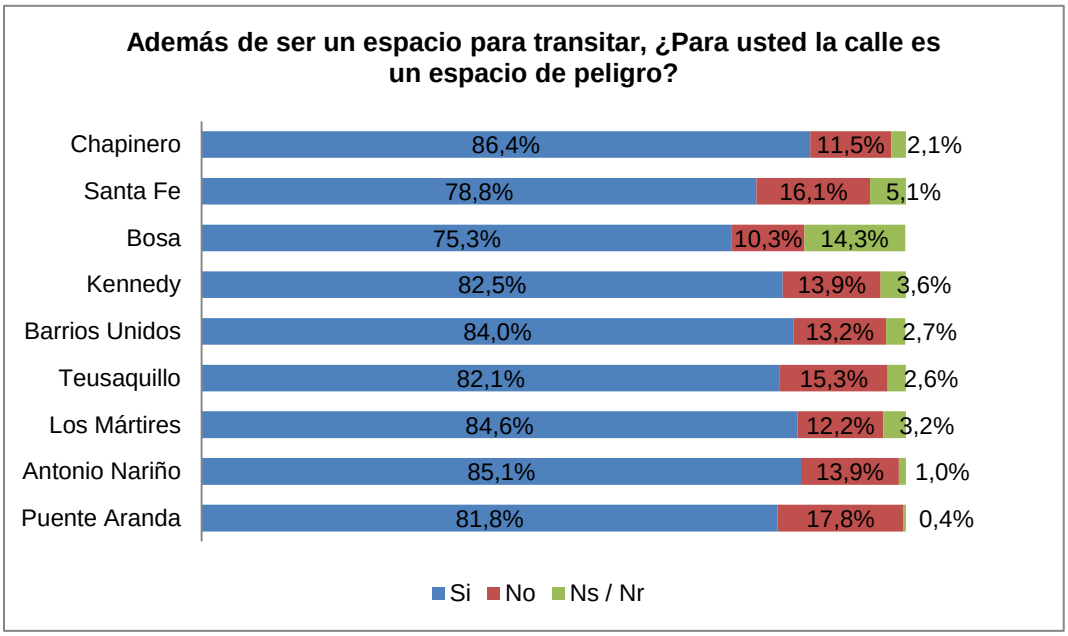


Figura 5.2.3.119 ¿La calle es un espacio peligroso?
Fuente: EBC 2015 – SCRD - Observatorio de Culturas

Con respecto a la Figura 5.2.3.118 y la Figura 5.2.3.119 se evidencia que la calle no es concebida por los ciudadanos de las localidades del AII como espacios seguros, lo cual genera insatisfacción por la ciudad. En cuanto a la percepción de la calle como un espacio peligroso se destaca la localidad de Chapinero con un 86.4%, sin embargo, es importante resaltar que los valores porcentuales de las localidad oscilan entre 75 % y 86%, lo cual indica que las variaciones en torno a estas percepciones no son significativamente variables, pero si elevadas.

En este punto es importante resaltar que las localidades de Puente Aranda, Mártires y Santa Fe y Chapinero cuentan en sus territorios con presencia de habitantes de calle, lo cual ha generado

rechazo por parte de las comunidades y piden a la administración que con la llegada del metro esta problemática, en lugar de potenciarse, disminuya.

Es importante resaltar que el rechazo por parte de las comunidades a sus territorios genera a futuro cierto desarraigo, y si esta problemática se ve potenciada por la llegada del metro, la falta de sentido de pertenencia trascenderá a este último, suscitando en las comunidades conductas inadecuadas, tal como se ha venido presentado.

Así mismo, la localidad de Chapinero puntea nuevamente en la concepción de la calle como un espacio de conflictos. Se podría afirmar que esta puntuación se debe a la vida nocturna que promueve la localidad, ya que en este sector de la ciudad se ubican múltiples bares, discotecas, entre otros; sin embargo, los valores porcentuales de la diferentes localidades en este aspecto no tienen una variación significativa entre sí, oscilando entre el 71.7% y 82.5.

Sin embargo, y de forma paradójica, tal y como lo muestran las tablas 1.3 y 1.4, la calle sigue siendo vista por los ciudadanos como espacios culturales, de expresión artística y de encuentro, lo cual debe ser un factor favorable durante la construcción y puesta en marcha del metro, ya que al promoverse este tipo de actividades se estaría generando de forma alterna sentido de pertenecía y compromiso por el metro. Las estaciones, el viaducto y los trenes deben ser concebidos por la ciudadanía como espacios propios, que requieren de su cuidado y aprecio.

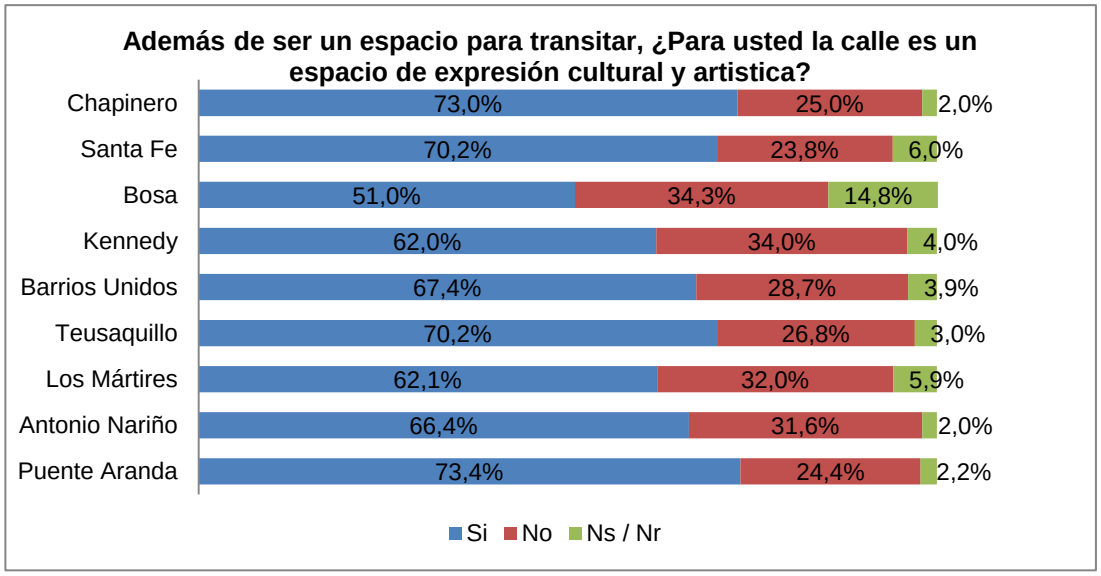


Figura 5.2.3.120 ¿La calle es un espacio de expresión cultural y artística?
Fuente: EBC 2015 - SCRD-Observatorio de Cultura

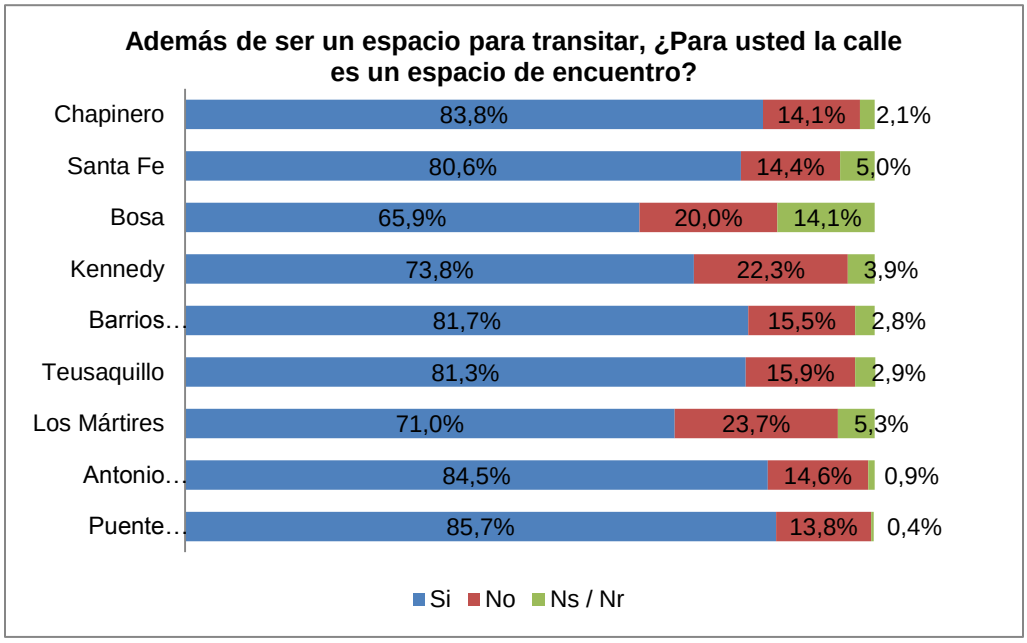


Figura 5.2.3.121¿La calle es un espacio de encuentro?
Fuente: EBC 2015 - SCRD-Observatorio de Culturas

5.2.3.2.3.7.3 Comunidades Étnicas

En cuanto a la presencia de comunidades étnicas en el área del proyecto, se solicitó certificación del proyecto al Ministerio del Interior, quien mediante la certificación número 0894 del 29 de agosto de 2017 señala: Que no registra presencia de comunidades Indígenas, Minorías y Rom en el área del proyecto: "ESTRUCTURACIÓN TÉCNICA DEL TRAMO I DE LA PRIMERA LÍNEA DEL METRO DE BOGOTÁ" Ver Anexo 5.2.3.4.

5.2.3.2.4 Dimensión Político Administrativa

La presencia de organizaciones sociales o comunitarias a nivel del territorio es muy fuerte, especialmente en zonas donde se ha consolidado un fuerte trabajo comunitario

En la Tabla, se presenta la información de las JAC ubicadas a lo largo del corredor del Metro. Esta información fue suministrada por IDPAC.

Como parte del trabajo que se adelantó con la comunidades se identificaron las organizaciones, sociales, comunitarias y demás grupos de interés destacados en cada una de las zonas durante el estudio. Con estos datos se elaboró el directorio por zonas.

Tabla 5.2.3.51 JAC presentes en el trazado del Metro

Zona	Barrio	Teléfono	Presidente
1	Jazmín Occidental	4536107	María Flor Alba Espinosa
	Tintalito II sector	3162560353/2991204	Arnaldo Ramírez
	Las Vegas	3162560353/2991204	Blanca C Gómez

Zona	Barrio	Teléfono	Presidente
	Horizonte Occidental	5716147	José Forero
	Villa Nelly	S.I.	Luis P Sepúlveda
	La María	4941488	Fanny Aura Velásquez
	Aristóteles Onassis	3112434251	Eduardo Romero Cruz
2	Abraham Lincoln	2732768/4501839	Ricardo Londoño
	Palenque	2733583	Gonzalo Serrato
	Santa Martha de Pastrana	4035339	Myriam Correa
	Los Periodistas	2645835, 4519910	Leidy Carrillo
	Súper manzana 6	2730031	Pedro Nel Angulo
	California	2732088	Flor María Becerra
	Súper manzana Cervantes	4516737	Jenny Buitrago
3	Carvajal	4034224/4204463	Jhon Jairo Hernández
	El Tejar	2383127/7411016	Mario Riveros
	Ciudad Montes	2031130	Edgar Rodriguez
	San Eusebio	7202180	Jorge E Parra
	El Remanso	7277595	Carlos Eduardo Portilla
	Urbanización La Llanura	4137986	Jorge Buitrago
	La Guaca	6040835-3107751584	Luz Leidy Vanegas
	Alcalá	2300970	Francisco Fonseca
	Santa Isabel Occidental	2770275	María Socorro Aparicio
	Eduardo Santos	S.I.	Clara Díaz
	Santa Isabel II centro	4074563	Blanca Moreno
4	Caracas	5615990	Mario Vargas
	San Bernardo	2463087	Samuel Amezquita
	La Fragua	4748323	Maritza Teresa Corso
	Sevilla	2800111/4097812	Maria Camila García
5	Santa Inés Centro	6088223	Arsenio Orozco
	Granjas de San Pablo	3665753	Juan Carlos García
	La Estanzuela	5664766	Carlos Eliécer Barriga
	San Victorino, Capuchina, La Favorita	2438432	Héctor Eduardo López
	Alameda Centro		Helena Gallo Bernal

Fuente: IDPAC, actualizado a 2017

Así mismo, a partir de la información suministrada por el IDPAC, se identificaron algunas ONG y organizaciones con presencia a nivel local, como se puede observar en la Tabla 5.2.3.52.

Tabla 5.2.3.52 ONG y organizaciones presentes en el AID

Localidad	ONG y organizaciones
Bosa	Mujeres de Bosa, Alcohólicos Anónimo, 13 de abril, Fundación Trabajando por Colombia, Corporación Artística y Cultural Mascada, Fundación Rema,

Localidad	ONG y organizaciones
	Fundación Ver el buen Samaritano, Fundación Corazón valiente, Fundación social sueño de vida, Fundación Ar Kanguen ONG, Fundación social Guauba.
Kennedy	Asociación Promotora Social Comunitaria, Mesa de organización de mujeres de Kennedy,
Puente Aranda	Fundación mujeres sin Frontera, Centro Social Nazaret, Fundación Femenina, Fundación Amanecer, Alcohólicos Anónimos Santa Isabel, Centro único de recepción de niños, Fundación armonía y vida, Centro de rehabilitación para adultos ciegos,
Antonio Nariño	Fundación Gabriela Mistral, Escuela de fútbol Águilas Doradas, Fundación dejando Huella, la casa del peregrino, Centro de Integración familiar la Maria, Enlace vital, Fundación el refugio Animal, Fundación Caminos de libertad, alcohólicos Anónimos Sexto convención, Fundación una esperanza para vivir Mejor, Fundación Hogares Claret
Mártires	Asociación mujeres y madres abriendo caminos, Fundación Vida Nueva, corporación integral los mártires, Casa del actor, Fundación 3D, Fundación de líderes comunitarios de acción, Alcohólicos Anónimos, grupo la Esperanza, Asociación Creemos en ti, Fundación nueva cultura, Confederación de trabajadores de Colombia, Fundación caminos de libertad, Asociación ecológica de Colombia,
Santa Fe	CINEP, CEPAL, INCI, Fundación Neme, Asociación del Trabajo Interdisciplinario, Líderes de Santafé,
Teusaquillo	Corporación casa de la juventud, Red de mujeres productivas, Asociación cristiana de jóvenes, Kolping, Casa de la mujer Trabajadora,
Chapinero	Circulo de LGBT, Corporación unión de mujeres, Abuelas, madres y amigas de LGBTI, Corposeptima, Red de mujeres productivas, Asociación mujeres del río,
Barrios Unidos	Red de mujeres productoras, Corporación talleres de capacitación y desarrollo de esperanza, Fundación testimonio de vida y reconciliación, Fundación En Vol Vert-Colombia, Fundación Nuevo Liderazgo, Fundación Lazos hermanos, Fundación Festival Art, Maima, ONG Fundación Paer, Fundación luz Esperanza, ACF y WCA, Centro Cultural Colombo Peruano, Fundación Los santos Ángeles, Fundación FIDES.

Fuente: IDPAC, https://www.civico.com/bogota

De acuerdo con la información presentada así como la experiencia obtenida en desarrollo de los diferentes espacios de participación a continuación se enuncian las diferentes organizaciones sociales y comunitarias así como las organizaciones y entidades del Distrito que pueden tener mayor incidencia durante en proyecto en la implementación de las diferentes estrategias de relacionamiento y divulgación.

Juntas de Acción comunal: Junta de Acción Comunal es una corporación cívica sin ánimo de lucro compuesta por los vecinos de un lugar, que aúnan esfuerzos y recursos para procurar la solución de las necesidades más sentidas de la comunidad.

La J.A.C se conforma con el nombre legal o en su defecto el usual de su territorio, seguido del municipio a que este último pertenezca y la Junta cuyo territorio esté dentro de la capital de la República, a más del nombre de su territorio agregarán la zona y las palabras "Bogotá". (Alcaldía de Kennedy, 2016)

Durante la etapa de factibilidad tanto los directivos como miembros de estas organizaciones tuvieron una participación activa, por lo cual es importante retomar los contactos y espacios para futuras etapas.

Corpopatrimonio: Es una organización que ha abanderado la lucha por el cuidado y protección de espacios arquitectónicos en la localidad de Teusaquillo, debido a que consideran que no solo son casas sino también son parques tradicionales que requieren un cuidado y una normatividad especial. (hsbnoticias, 2017) Esta organización participo en los diferentes espacios de participación que se generaron con el proyecto.

Veeduría del Metro de Bogotá: La veeduría del metro de Bogotá fue constituida mediante Resolución No. DCPL 21-419. A lo largo del proceso adelantado en los lineamientos de participación de la etapa de factibilidad se convocó y busco la integración de sus miembros en los diferentes espacios de participación.

Comités de Participación Zonal: Durante el desarrollo del proyecto se conformaron los comités de participación zonal, en cada una de las seis zonas y debido a la longitud de la zona seis de conformaron dos y un comité específico para comerciantes. Estos comités a la fecha cuentan con reconocimiento y cohesión en torno al proyecto.

Entidades del Distrito: Durante la etapa de factibilidad se adelantaron reuniones con representantes de los diferentes sectores del Distrito con el objetivo de dar a conocer el proyecto y coordinar una intervención integral y articulada en la etapa deconstrucción. La participación de las entidades fue activa mediante la entrega de información para la caracterización del corredor, así como aportes al proyecto en las diferentes áreas.

Como parte de los productos se creó un directorio institucional que cuenta con los registros de datos de contacto de las organizaciones mencionadas. Ver Anexo 5.2.3.8

5.2.3.2.5 Dimensión Económica

Los procesos de toma de información primaria hacen referencia a la obtención de datos específicos respecto de las actividades económicas de los sectores servicios, comercio e industria desarrolladas a lo largo del eje trazado, para lo cual se diseñaron y aplicaron dos instrumentos identificados como *Censo Indirecto del Comercio Formal e Informal*, una versión inicial para aplicar durante los Comités Zonales y una versión modificada de éste mismo para aplicar a una muestra determinada de comerciantes sobre el corredor, ver Anexo 5.2.3.3.

El recorrido sobre el trazado permitió identificar el tipo de actividades económicas desarrolladas en el AID lo que permitió distribuirlas de forma relativamente homogénea. En el desarrollo de la dimensión económica se hace la clasificación de acuerdo con los Códigos CIIU vigentes para Colombia. El procedimiento se basó en la Metodología de la Investigación de Sampier, Collado y Baptista (2010) para determinar la Población del estudio, que se reduce a todas las actividades formales e informales realizadas sobre el trazado.

Tabla 5.2.3.53 Actividades económicas - Población Censo

Actividad económica	**Número de establecimientos o actividades inventariadas**						
	Zona 1	**Zona 2**	**Zona 3**	**Zona 4**	**Zona 5**	**Zona 6**	**Subtotal**
Vendedor ambulante	76	73	56	12	41	27	285
Vendedor estacionario	88	67	71	23	73	62	384
Kioscos, Carpas, Zaert (IPES)	117	45	51	16	48	24	301
Restaurante, comidas rápidas	48	49	31	12	37	69	246

Actividad económica	Número de establecimientos o actividades inventariadas						
	Zona 1	Zona 2	Zona 3	Zona 4	Zona 5	Zona 6	Subtotal
Panadería, cafetería, fuente de soda, frutería, cafés, postres	48	40	16	6	13	18	141
Expendio de bebidas alcohólicas (Bares, tabernas, cantinas, grillé, licoreras)	43	17	22	11	22	25	140
Bicitaxistas	96	61	20	0	0	0	177
Floristerías	3	8	3	2	3	49	68
Servicios de transporte, aglomeraciones de taxistas	1	3	16	10	0	8	38
Funerarias, salas de velación	0	0	0	0	0	4	4
Supermercados grandes superficies	10	11	15	7	3	15	61
Tienda de barrio, granero, supermercado pequeño, víveres, rancho, alimentos funcionales, tiendas naturistas	32	24	13	9	0	12	90
Cerámicas, acabados (Drywall, cocinas integrales), depósito de materiales de construcción, pinturas	160	39	22	12	0	4	237
Carnicería, avícolas, salsamentaría	24	18	0	0	0	9	51
Cabinas telefónicas, recargas, tu llave	40	43	7	7	6	16	119
Ventas de rifas, chance, lotería	16	17	13	6	2	10	64
Almacén de ropa, calzado, bolsos, deportivos, perfumería	32	9	4	0	13	33	91
Almacén de miscelánea, cacharrería, piñatería, maletas, librerías, talabartería, similares	20	7	3	0	0	18	48
Plásticos, impermeables, señalización	0	4	0	11	48	0	63
Venta de artesanías y elementos típicos	0	3	0	0	8	0	11
Papelería, café internet y/o fotocopias, impresiones, plotter	12	26	15	8	6	152	219
Droguería, droguería hospitalaria	24	16	18	6	7	20	91
Ferretería, eléctricos, grifería, ornamentación	80	27	23	36	12	40	218
Insumos agropecuarios, tiendas de y para mascotas	2	5	0	0	8	13	28
Taller de reparación de electrodomésticos. Equipos de oficina	24	19	13	8	0	0	64
Bodegas de reciclaje, chatarrerías, materiales de demolición	56	11	0	0	17	0	84
Almacén de autopartes, repuestos	72	31	52	76	13	0	244
Taller de mecánica, lavadero de carros, montallantas, aceites, exostos, radiadores	96	59	27	81	6	11	280
Estación de servicio	14	7	8	6	3	8	46

Actividad económica	Número de establecimientos o actividades inventariadas						
	Zona 1	Zona 2	Zona 3	Zona 4	Zona 5	Zona 6	Subtotal
Hotel, hostal, apartahotel, residencias, moteles, amoblados	11	4	3	0	22	17	57
Cancha de tejo, billares, gallera, canchas sintéticas	7	0	5	0	0	0	12
Centro vacacional, centro recreativo, zona de camping, parque de diversiones, club social, casas de banquetes	0	0	0	0	0	0	0
Salas de belleza, peluquerías	0	11	0	0	2	9	22
Entidades bancarias, financieras, seguros	2	3	4	2	0	13	24
Centro comercial, Pasaje comercial	2	0	0	0	2	2	6
Casas de cambio, compraventas	3	2	0	0	12	2	19
Agencias de viajes	0	0	0	0	0	4	4
Mensajería	3	3	7	3	0	3	19
Teatro, Centro cultural, galerías	0	0	0	0	0	0	0
Edificios en obra, salas de ventas	4	2	0	0	1	2	9
Concesionario de carros y motos	5	1	0	0	1	13	20
Venta de bicicletas, almacén de repuestos	15	8	0	0	0	0	23
Parqueaderos públicos	4	5	5	6	3	12	35
Gimnasio, centros de entrenamiento, spa	1	3	0	0	0	6	10
Clínicas odontológicas, ópticas	4	1	0	0	0	10	15
Lavandería	2	3	0	0	0	0	5
Inmobiliaria	1	0	0	0	0	0	1
Tatuajes, piercing	16	12	0	0	4	8	40
Almacenes de música	0	0	0	0	0	6	6
Almacenes de tapetes, cortinas, marquetería, maderas	4	4	0	0	0	14	22
Laboratorio clínico	0	0	0	0	0	3	3
Muebles (Fábrica y vitrinas)	8	2	0	0	0	2	12
Plazas de Mercado	0	0	0	0	0	0	0
Bodegas, Industrias	56	8	0	0	6	0	70
Subtotal	1382	811	543	376	442	773	4327
Total	4327						

Fuente: Consorcio Metro BOG 2017

Posterior al levantamiento del inventario general de población, se determinó empleando el Método de Muestreo Probabilístico Estratificado[9], el tamaño de la muestra a la que se le aplicaría el Censo de acuerdo con la Ecuación 5.2.1 y Nivel de confianza del 90. En estudios sociales se trabaja con más frecuencia una confianza del 95%, no obstante por la disponibilidad de información específica proveniente de las entidades distritales como la Secretaría de Desarrollo Económico, los hallazgos de este censo harán un trabajo complementario.

$$n = \frac{Z^2 p q N}{N E^2 + Z^2 p q}$$

Ecuación 5.2.1 Tamaño de la muestra Censo Indirecto del Comercio Formal e Informal

Fuente: Procesado por Consorcio Metro BOG con base en Metodología de la Investigación 2010

Dónde:

Z: Desviación estándar
p: % Éxito
q: % Fracaso (1 – p)
N: Universo
E: % Error
n: Tamaño de la muestra
N.C: Nivel de confianza

NIVEL DE CONFIANZA	NIVEL DE ERROR	VARIANZA
90%	10%	1,62
91%	9%	1,71
92%	8%	1,79
93%	7%	1,85
94%	6%	1,9
95%	5%	1,96
96%	4%	2,12
97%	3%	2,25
98%	2%	2,38
99%	1%	2,58

Figura 5.2.3.122 Nivel de Confianza y Desviación Estándar

Fuente: Procesado por Consorcio Metro BOG con base en Metodología de la Investigación 2010

Dicha técnica permitió dividir la población en diferentes subgrupos o estratos, que para éste caso corresponden a las seis zonas mencionadas anteriormente, y después permitió seleccionar a los

[9]El uso de ésta técnica de investigación tiene ventajas respecto a otros métodos estadísticos en tanto puede probar de forma representativa hasta a los subgrupos más pequeños y más inaccesibles de la población, es decir, los extremos de la población. Asimismo, tiene una precisión estadística más elevada en comparación con el muestreo aleatorio simple debido a que la variabilidad dentro de los subgrupos es menor en comparación con las variaciones cuando se trata de toda la población, por lo anterior exige un tamaño de muestra menor.

sujetos finales de forma proporcional por tipo de establecimiento o actividad económica en cada una de las zonas así:

Tabla 5.2.3.54 Tamaño de la muestra Censo Indirecto del Comercio Formal e Informal del AID

Estratos	No. De Actividades	Fracción de asignación	Tamaño muestra de estrato
Zona 1: Desde el Canal Cundinamarca, Portal Américas hasta Carrera 80 (Av. Abastos)	1382	32%	21
Zona 2: Desde la Carrera 80 (Av. Abastos) hasta Avenida 68	811	19%	12
Zona 3: Avenida 68 hasta Av. NQS	543	13%	8
Zona 4: Desde Av. NQS, Avenida Caracas con Calle Octava sur hasta Avenida Calle 1a	376	9%	6
Zona 5: Avenida Calle 1a con Avenida Caracas hasta Calle 26	442	10%	7
Zona 6: Avenida Caracas desde la Calle 28 hasta la Calle 76	773	17%	12
TOTAL	**4327**	100%	66

Fuente: Procesado por Consorcio Metro BOG 2017

De forma simultánea a este proceso se estructuró el Censo en el software de libre acceso KoboToolbox a través de la herramienta específica KoboCollect, para facilitar la toma de información en campo a través de dispositivos móviles. Después de verificar la funcionalidad del instrumento en KoboCollect se procedió a la aplicación del censo a los establecimientos determinados en el muestreo y que fueron seleccionados al azar en cada zona por el equipo de profesionales. El muestreo tiene una confianza del 90%. Posterior a la aplicación del censo a 66 sujetos, se exportaron los datos del KoboToolbox en formato Excel y se normalizaron para su posterior procesamiento y análisis.

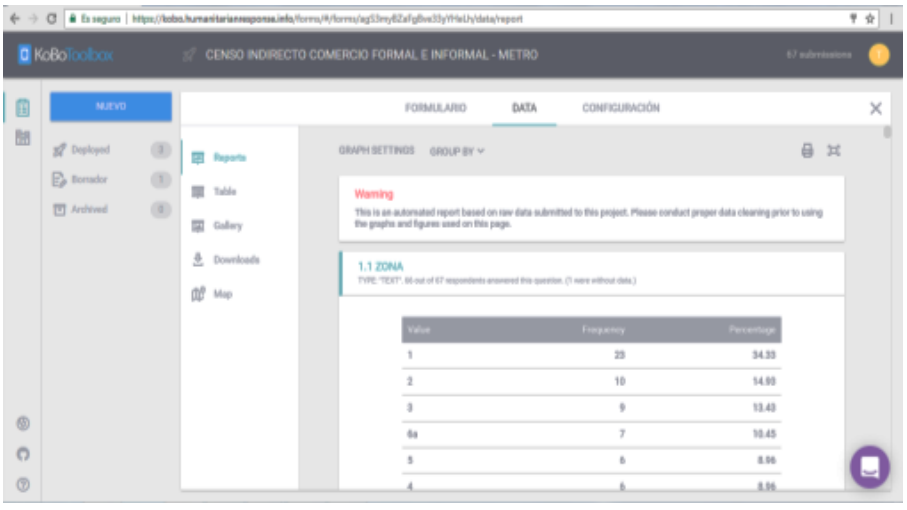


Figura 5.2.3.123 Base de datos Censo Indirecto Comercio Formal e Informal – KoboToolbox 2017

Fuente: Consorcio Metro BOG 2017

Para el análisis se excluyeron las instituciones educativas y las entidades financieras primero, porque fueron identificadas en la dimensión espacial segunda, por el tipo de transacciones que realizan y tercera, por la dificultad de capturar la misma información que para las actividades incluidas. No obstante, es importante señalar que definitivamente dinamizan otros sectores económicos y se mencionarán de acuerdo con la necesidad.

Sección	División	Descripción
A	01-03	Agricultura, ganadería, caza, silvicultura y pesca
B	05-09	Explotación de minas y canteras
C	10-33	Industrias manufactureras
D	35	Suministro de electricidad, gas, vapor y aire acondicionado
E	36-39	Distribución de agua; evacuación y tratamiento de aguas residuales, gestión de desechos y actividades de saneamiento ambiental
F	41-43	Construcción
G	45-47	Comercio al por mayor y al por menor; reparación de vehículos automotores y motocicletas
H	49-53	Transporte y almacenamiento
I	51-56	Alojamiento y servicios de comida
J	58-63	Información y comunicaciones
K	64-66	Actividades financieras y de seguros
L	68	Actividades inmobiliarias
M	69-75	Actividades profesionales, científicas y técnicas
N	77-82	Actividades de servicios administrativos y de apoyo
O	84	Administración pública y defensa; planes de seguridad social de afiliación obligatoria
P	85	Educación
Q	86-88	Actividades de atención de la salud humana y de asistencia social
R	90-93	Actividades artísticas, de entretenimiento y recreación
S	94-96	Otras actividades de servicios
T	97-98	Actividades de los hogares en calidad de empleadores; actividades no diferenciadas de los hogares individuales como productores de bienes y servicios para uso propio
U	99	Actividades de organizaciones y entidades extraterritoriales

Figura 5.2.3.124 Clasificación CIIU Rev. 4

Fuente: Revisión 4 adaptada para Colombia DANE 2017

Para homogenizar y comparar la información con las bases de datos nacionales y distritales, se muestra en la Tabla 5.2.3.55 la distribución con base en la Clasificación Industrial Internacional Uniforme de todas las Actividades Económicas - CIIU Revisión 4.

Tabla 5.2.3.55 Clasificación de las actividades económicas censadas según CIIU Rev. 4

Actividades económicas desarrolladas	División - CIIU REV. 4	Clase - CIIU REV. 4
Kioscos, carpas, zaert (Ipes)	Alojamiento y servicios de comida	Actividades de servicios de comidas y bebidas
Tienda de barrio, granero, supermercado pequeño, víveres, rancho, alimentos funcionales, tiendas naturistas	Comercio al por mayor y al por menor; reparación de vehículos automotores y motocicletas	Comercio al por menor (incluso el comercio al por menor de combustibles), excepto el de vehículos automotores y motocicletas
Venta estacionaria de alimentos	Alojamiento y servicios de comida	Actividades de servicios de comidas y bebidas
Ferretería, eléctricos, grifería, ornamentación	Comercio al por mayor y al por menor; reparación de vehículos automotores y motocicletas	Comercio al por menor (incluso el comercio al por menor de combustibles), excepto el de vehículos automotores y motocicletas

Actividades económicas desarrolladas	División - CIIU REV. 4	Clase - CIIU REV. 4
Expendio de bebidas alcohólicas (bares, tabernas, cantinas, grillé, licoreras)	Comercio al por mayor y al por menor; reparación de vehículos automotores y motocicletas	Comercio al por menor (incluso el comercio al por menor de combustibles), excepto el de vehículos automotores y motocicletas
Almacén de ropa, calzado, bolsos, deportivos, perfumería, similares	Comercio al por mayor y al por menor; reparación de vehículos automotores y motocicletas	Comercio al por menor (incluso el comercio al por menor de combustibles), excepto el de vehículos automotores y motocicletas
Almacenes de tapetes, cortinas, marquetería, maderas	Comercio al por mayor y al por menor; reparación de vehículos automotores y motocicletas	Comercio al por menor (incluso el comercio al por menor de combustibles), excepto el de vehículos automotores y motocicletas
Taller de mecánica, lavadero de carros, montallantas, aceites, exostos, radiadores	Comercio al por mayor y al por menor; reparación de vehículos automotores y motocicletas	Comercio, mantenimiento y reparación de vehículos automotores y motocicletas, sus partes, piezas y accesorios
Plásticos, impermeables, señalización	Industria manufacturera	Fabricación de productos de caucho y de plástico
Restaurante, comidas rápidas	Alojamiento y servicios de comida	Actividades de servicios de comidas y bebidas
Bicitaxi	Transporte y almacenamiento	Transporte de pasajeros
Floristerías	Comercio al por mayor y al por menor; reparación de vehículos automotores y motocicletas	Comercio al por menor (incluso el comercio al por menor de combustibles), excepto el de vehículos automotores y motocicletas
Droguería, droguería hospitalaria	Comercio al por mayor y al por menor; reparación de vehículos automotores y motocicletas	Comercio al por menor (incluso el comercio al por menor de combustibles), excepto el de vehículos automotores y motocicletas
Papelería, café internet y/o fotocopias	Industria manufacturera	Actividades de impresión y de producción de copias a partir de grabaciones originales
Panadería, cafetería, fuente de soda, frutería	Elaboración de productos alimenticios	Elaboración de productos de panadería
Bodegas, industria	Industria manufacturera	Industria manufacturera
Taller de reparación de electrodomésticos. Equipos de oficina	Fabricación de aparatos y equipo eléctrico	Fabricación de aparatos de uso doméstico
Cabinas telefónicas, recargas, tu llave	Información y comunicaciones	Otras actividades de telecomunicaciones
Venta ambulante de alimentos	Alojamiento y servicios de comida	Actividades de servicios de comidas y bebidas
Cerámicas, acabados (Drywall, cocinas integrales), depósito de materiales de construcción, pinturas	Comercio al por mayor y al por menor; reparación de vehículos automotores y motocicletas	Comercio al por menor (incluso el comercio al por menor de combustibles), excepto el de vehículos automotores y motocicletas
Almacén de miscelánea, cacharrería, piñatería, maletas, librerías, talabartería, similares	Comercio al por mayor y al por menor; reparación de vehículos automotores y motocicletas	Comercio al por menor (incluso el comercio al por menor de combustibles), excepto el de vehículos automotores y motocicletas
Bodegas de reciclaje, chatarrerías, materiales de demolición	Industria manufacturera	Distribución de agua; evacuación y tratamiento de aguas residuales, gestión de desechos y actividades de saneamiento ambiental

Actividades económicas desarrolladas	División - CIIU REV. 4	Clase - CIIU REV. 4
Almacén de autopartes, repuestos	Comercio al por mayor y al por menor; reparación de vehículos automotores y motocicletas	Comercio, mantenimiento y reparación de vehículos automotores y motocicletas, sus partes, piezas y accesorios
Hotel, hostal, aparta hotel, residencias, moteles, amoblados	Alojamiento y servicios de comida	Alojamiento

Fuente: Procesado por Consorcio Metro BOG con base en Revisión 4 adaptada para Colombia DANE 2017

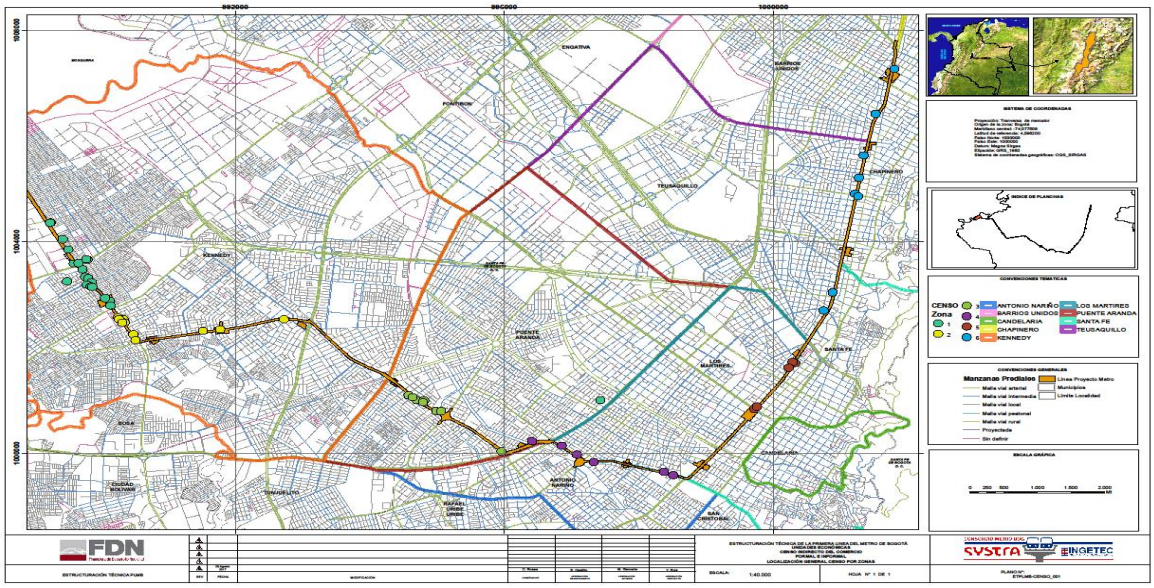
Se caracterizaron 23 actividades económicas y el resultado final del tratamiento de datos se resume en la Tabla 5.2.3.56. La selección de la actividad se hizo de forma proporcional dada por la participación de la misma dentro de cada zona.

Tabla 5.2.3.56 Actividades económicas censadas por Zona (Muestra)

Actividades económicas	Zona 1	Zona 2	Zona 3	Zona 4	Zona 5	Zona 6	Total
Almacén de autopartes y repuestos	1	1	1	1			4
Almacén de miscelánea, cacharrería, piñatería, maletas, librerías, talabartería, similares	1						1
Almacén de ropa, calzado, bolsos, deportivos, perfumería, similares	1					1	2
Almacenes de tapetes, cortinas, marquetería, maderas						1	1
Bicitaxi	1	1					2
Bodegas de reciclaje, chatarrerías, materiales de demolición	1						1
Bodegas, industria	1						1
Cabinas telefónicas, recargas, tu llave	1	1					2
Cerámicas, acabados (Drywall, cocinas integrales), depósito de materiales de construcción, pinturas	2	1	1	1			5
Droguería, droguería hospitalaria	1					1	2
Expendio de bebidas alcohólicas (bares, tabernas, cantinas, grillé, licoreras)	1				1		2
Ferretería, eléctricos, grifería, ornamentación	1		1	1		1	4
Floristerías						1	1
Hotel, hostal, aparta hotel, residencias, moteles, amoblados					1		1
Kioscos, carpas, zaert (Ipes)	2	1	1	1	1	1	7
Panadería, cafetería, fuente de soda, frutería	1	1				1	3
Papelería, café internet y/o fotocopias		1				1	2
Plásticos, impermeables, señalización					1		1
Restaurante, comidas rápidas	1	1	1		1	2	6
Taller de mecánica, lavadero de carros, montallantas, aceites, exostos, radiadores	1	1	1	1			4

Actividades económicas	Zona 1	Zona 2	Zona 3	Zona 4	Zona 5	Zona 6	Total
Taller de reparación de electrodomésticos. Equipos de oficina	1						1
Tienda de barrio, granero, supermercado pequeño, víveres, rancho, alimentos funcionales, tiendas naturista	1	1					2
Venta ambulante					1		1
Venta ambulante de alimentos	1	1	1			1	4
Venta estacionaria de alimentos	1	1	1	1	1	1	6
Total general	21	12	8	6	7	12	66

Fuente: Consorcio Metro BOG 2017



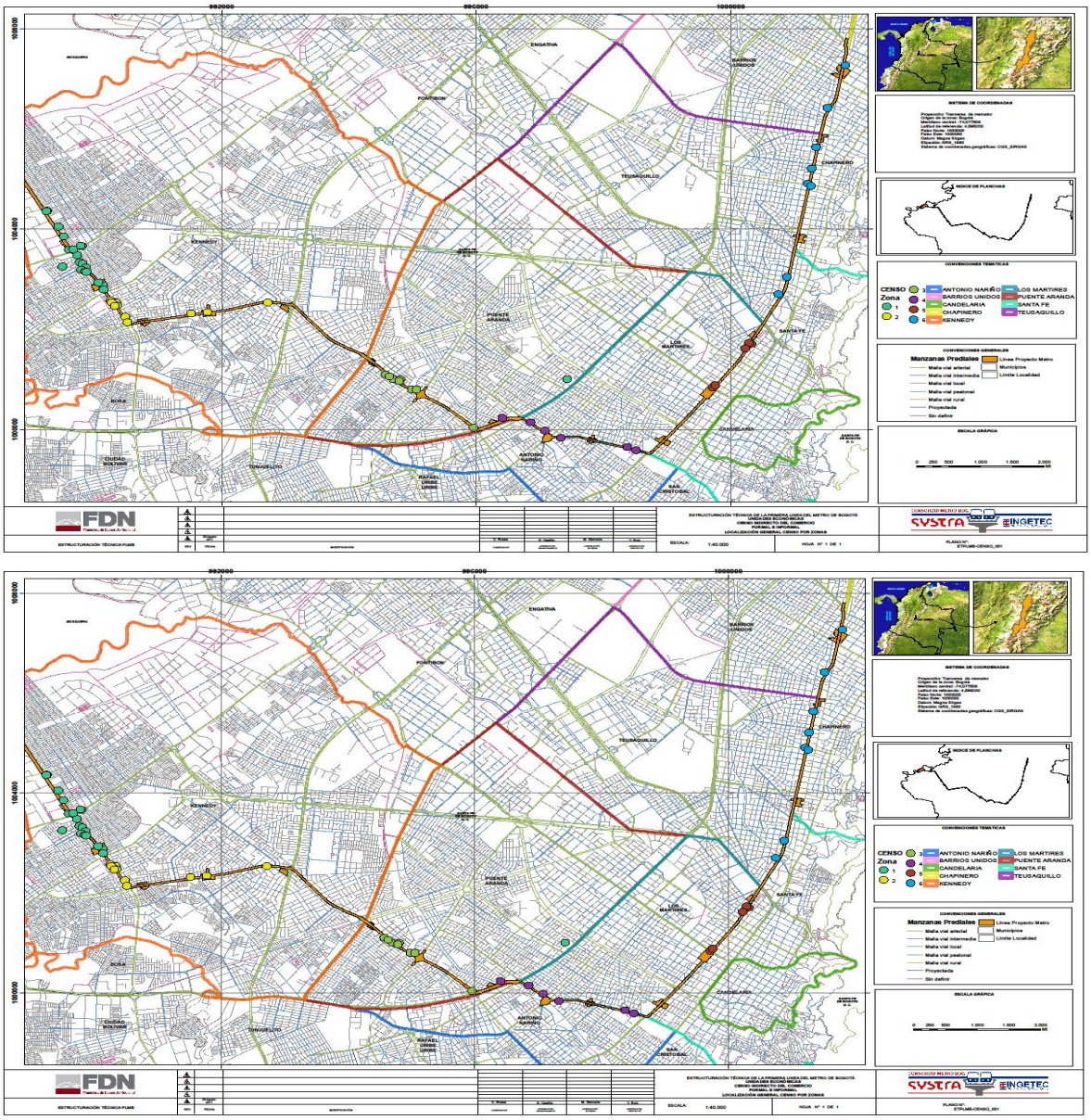


Figura 5.2.3.125 Localización de las unidades económicas Censo Indirecto del Comercio Formal e Informal del AID

5.2.3.2.6 Población sujeto de reasentamiento

El Plan de Reasentamiento, acorde con lo señalado en la resolución 1023 de 2017, tiene como objetivo principal mitigar y compensar los impactos generados a la población sujeto de intervención, por el desplazamiento involuntario, o la afectación total o parcial de los inmuebles requeridos para el desarrollo de la Primera Línea del Metro de Bogotá.

Objetivo General

Establecer un proceso de gestión social integral para la población cuyos predios se afectarán de manera total o parcial en el proceso de desarrollo de la Primera Línea del Metro de Bogotá, y que les permita el restablecimiento de sus condiciones de vida y/o mejorarlas.

En este sentido, el tipo de afectaciones que tendrá la población que reside y ocupa los predios, del área de influencia directa, así como los ocupantes de espacio público en sus modalidades de estacionarios y permanentes, determinarán la metodología y contenidos del Plan de Reasentamiento. Este nivel de información, se obtendrá con la realización del censo, el diagnóstico socioeconómico, la identificación de impactos y medidas de manejo. No obstante en esta aparte se presentara un panorama general de la población sujeto de reasentamiento en tres partes:

Población Sujeta de Reasentamiento por el trazado de la PLMB

Esta información sobre la población a reasentar en todo el trazado de la PLMB se sustrae varias fuente: i) análisis las características de la zona; ii) ejercicio de caracterización preliminar[10] realizada mediante la técnica de Observación no participante y Observación participante selectiva del cual se obtuvieron datos sobre el número de construcciones, el tipo de construcción (pisos, usos, tipo de actividades económicas), y una aproximación de las Unidades Sociales (hogares, socio económicas y económicas) que deben ser reasentadas; iii) información censal y diagnóstico socioeconómica elaborado por IDU para el primero grupo de inmuebles a gestionar[11] (129).

En relación con la identificación de unidades sociales ocupantes del espacio público en calidad de vendedores informales, este aparte presenta la información de la caracterización preliminar realizada por el IPES, en el marco del Convenio 033 de 2017 suscrito con la EMB.

5.2.3.2.6.1 Población Sujeta de Reasentamiento por el trazado de la PLMB

De acuerdo con el trazado de la Primera Línea del Metro de Bogotá, se requerirá adquirir un total de 1.465 inmuebles, pero considerando que 3 de ellos destinados a la localización de las subestaciones eléctricas están aún en estudio, en este aparte y en los capítulos 7 Impactos y 8 Gestión Ambiental y Social, nos referiremos a los inmuebles que ya están definidos y sobre los cuales se iniciarán procesos de adquisición predial, los cuales suman 1.462.

Tabla 5.2.3.57 Relación de las características principales de las áreas de influencia directa e indirecta del trazado de la PLMB.

Zona	Área de Influencia Directa	Área de Influencia Indirecta
Zona 1	Residencial - Comercial	Residencial
Zona 2	Residencial – Comercial – Equipamiento Público y Privado –Industria	Residencial - Comercial

[10] Se describe como una caracterización preliminar, ya que se empleó una técnica básica de identificación predial, sujeta a ajustes una vez se establezca el censo, el diagnostico socioeconómico, el estudio de títulos, avalúos y demás estudios que permitirán con exactitud determinar la población sujeta de reasentamientos, acorde con las diferentes modalidades a emplear durante el proceso de gestión social.

[11] Inmuebles correspondientes a los predios priorizados para liberar el trazado para la construcción de viaducto en las cuatro curvas principales del mismo.

Zona 3	Residencial –Comercial	Residencial - Comercial
Zona 4	Residencial – Comercial	Residencial - Comercial
Zona 5	Residencial- Comercial –Equipamiento Privado	Residencial - Comercial
Zona 6	Residencial- Comercial – Equipamiento Privado	Residencial - Comercial

Fuente: Elaboración EMB – Gerencia de Comunicaciones y Ciudadanía, 2018

En el universo de predios que se afectarán de manera total o parcial, predominan los usos residenciales y el comercio a escala barrial o local; esto es las localidades de Kennedy, Teusaquillo, Antonio Nariño y Barrios Unidos; con variantes por sectores en los que se identificó mayor confluencia de equipamiento privado y comercio a gran escala e inclusive industrias como en las localidades de Puente Aranda, Mártires y Santa Fe.

La construcción que se identificó como más común fue tipo casa con un 66%, de estas una considerable proporción con usos comerciales en primeros pisos, específicamente aquellas situadas sobre los frentes viales. Un 13% edificios, aparentemente sin régimen de propiedad horizontal dado las características como número de pisos, deterioro de inmuebles, usos comerciales o mixtos.

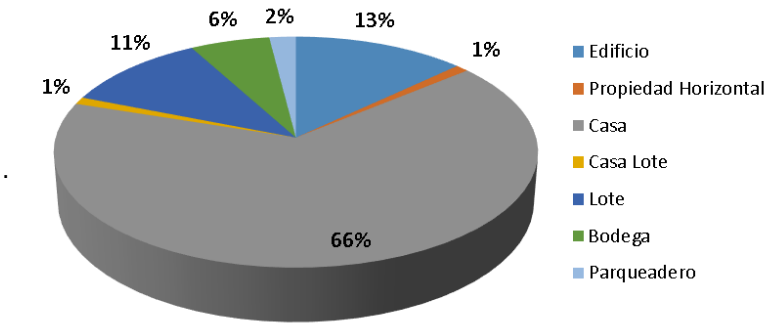


Figura 5.2.3.126 Relación del tipo de construcción identificada en las seis zonas por las cuales pasara el trazado de la PLMB

Fuente: Elaboración EMB – Gerencia de Comunicaciones y Ciudadanía, 2018

El 11% son lotes sin construcción, están ubicados en la zona 1. El 1% son Conjuntos Residenciales, y el 1% son casa lote.

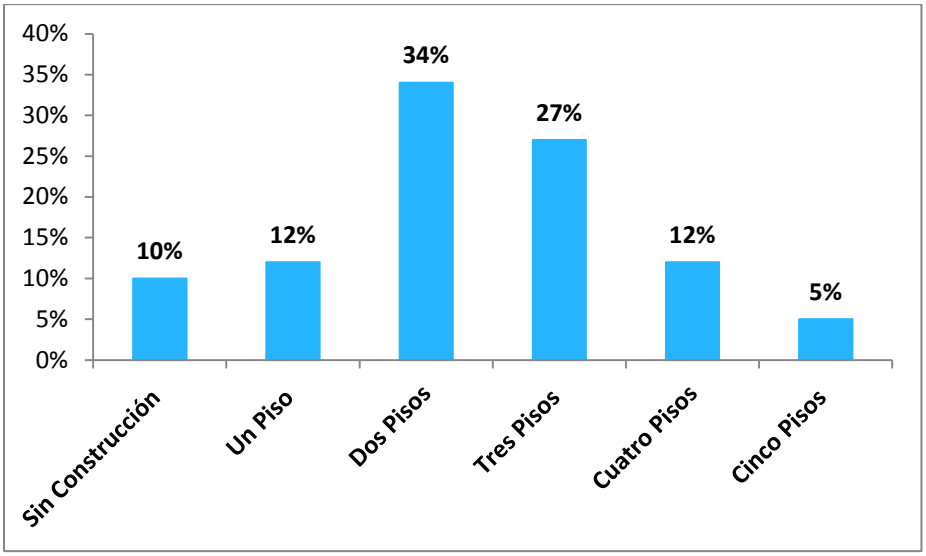


Figura 5.2.3.127 Relación de número de pisos identificada en las seis zonas del trazado de la PLMB.

Fuente: Elaboración EMB – Gerencia de Comunicaciones y Ciudadanía, 2018

En correspondencia con la construcción más representativa del área de influencia directa, tipo casa, se encuentra que el porcentaje mayor es para las edificaciones de dos pisos con un 34%, seguida de un 27% de tres pisos, lo cual sitúa las construcciones tipo casa entre dos y tres pisos como las más usuales en el área afectar y por consiguiente sujetos de reasentamiento. El 17% de las construcciones son entre 4, 5 o más pisos, un 12% de un solo piso, y el 10% restante son lotes sin construcción.

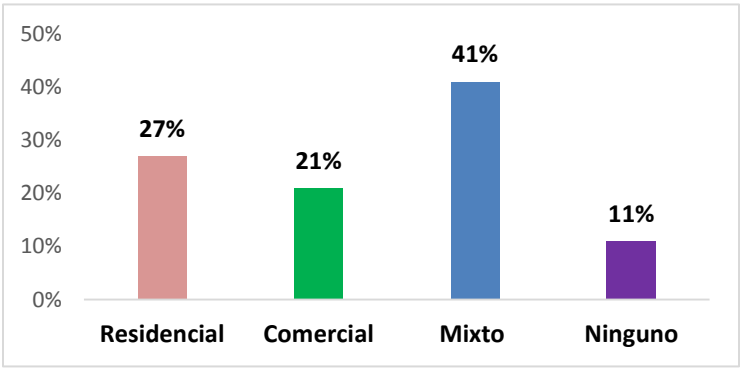


Figura 5.2.3.128 Relación de los usos identificados en las construcciones de seis zonas del trazado de la PLMB.

Fuente: Elaboración EMB – Gerencia de Comunicaciones y Ciudadanía, 2018

Durante los recorridos, se pudo observar que el 41% de las construcciones afectadas por el trazado de la PLMB, tienen uso mixto, referido a ubicación de comercio en el primer piso, generalmente a escala barrial y local; en los siguientes pisos usos residenciales. Estas construcciones fueron comunes en las nueve localidades, con algunas variaciones en cuanto a la especialidad del tipo de comercio y servicios ofrecidos. Para los sectores con mayor uso

residencial, se estableció que el comercio en los primeros pisos son establecimientos de comercio escala barrial como panaderías, papelerías, comercio de alimentos perecederos y no perecederos, restaurantes, mini supermercados o presencia de cadenas de almacenes como ARA.

El 21% de las construcciones tienen uso comercial. Para los predios con frente vial, dado el tema de la contaminación auditiva, visual y por basuras principalmente sumado a focos de inseguridad en las horas de menos afluencia de vehículos y personas, se encontraron talleres mecánica automotriz, pequeñas y grandes fábricas de muebles, bodegas de reciclaje, carpinterías, servicios de hostales y moteles, entre otros usos. En estas zonas se evidencio la presencia de establecimiento de comercio de ventas de licores y la casas de lenocinio.

El 27% tienen uso residencial exclusivamente, generalmente son los sectores que no están en los corredores viales, sino que encuentran en la parte posterior a dichos frentes, con lo cual logran un relativo aislamiento. Las características constructivas son similares y en los entornos se encuentran más casas o edificaciones de la misma estructura o parques. El 11% de las construcciones identificadas son lotes que actualmente no tienen ningún uso.

Tabla 5.2.3.58 Relación de las Unidades Sociales Hogar, las Unidades Económicas y Unidades Social Socioeconómicas identificadas y aproximadas en el área de influencia directa.

Aproximado de Unidades Sociales y Económicas	Cantidad
Unidades Sociales - USH	899
Unidades Económicas – USE (exclusivamente)	343
Unidades Sociales Económicas - USSE	1.449
Total	2.691

Fuente: Elaboración EMB – Gerencia de Comunicaciones y Ciudadanía, 2018

De acuerdo con el ejercicio desarrollado de manera preliminar, se pudo identificar un aproximado de 2691 Unidades Sociales, que deben trasladarse, de éstas 899 son Unidades Sociales Hogar, 343 son Unidades Económicas (exclusivamente), y 1.449 Unidades Sociales Socioeconómicas[12].

En los sectores de área de influencia directa de las localidades de Mártires, Santa Fe y Puente Aranda, es común encontrar inquilinatos, paga diarios, o bodegas y más comercio al interior de las edificaciones independiente del uso externo que se observe. En las localidades de Kennedy, Antonio Nariño, Barrios Unidos, Teusaquillo y Chapinero, también es recurrente encontrar casas en los cuales están las Unidades Sociales Hogar de los propietarios, y de arrendatarios, ya que parte de la economía de subsistencia de muchas familias está en arrendar la vivienda.

No obstante el ejercicio realizado permite dar cuenta de un porcentaje mayor en Unidades Sociales Hogar, que podrían ser sujeto de reasentamiento, al estar sus viviendas afectadas de manera total, o parcial.

[12] Con actividad residencia y económica en el inmueble.

Así mismo, se identificaron Unidades Económicas consolidadas por áreas de servicios especializados, que se afectarían por el trazado de la PLMB, y lo cual propone la necesidad de implementar un plan de reasentamiento que les permita continuar con la actividad económica en otros sectores de la ciudad.

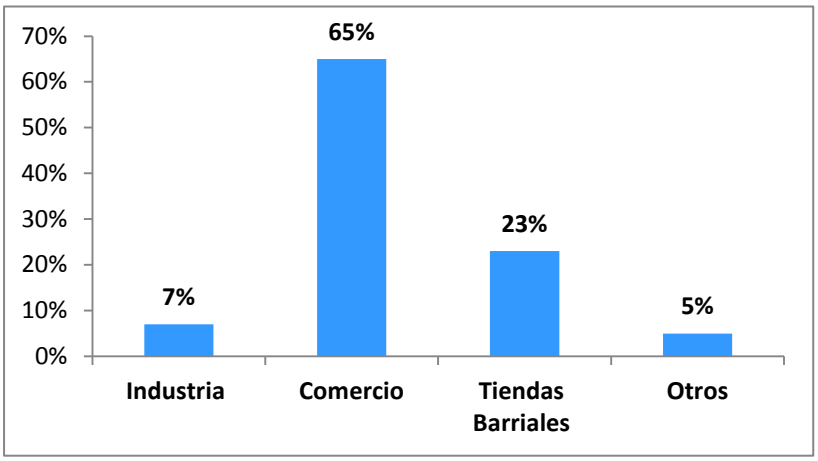


Figura 5.2.3.129 Relación del tipo de actividad económica identificada en las seis zonas
Fuente: Elaboración EMB – Gerencia de Comunicaciones y Ciudadanía, 2018

De las unidades económicas identificadas, se encontró que el 65% es comercio escala local, con presencia de marcas nacionales o multinacionales, servicios automotrices, ventas de vehículos y motos. El 23% son tiendas de barrio, como panaderías, misceláneas y ventas de alimentos perecederos y no perecederos. Los 7% a industrias de procesamiento de plásticos, de alimentos, servicios de publicidad, pequeñas y medianas industrias de muebles, procesamiento de madera para artículos decorativos, entre otros. El 5% restante son otros, como servicios de Hoteles, Moteles, establecimientos de venta de licores, casas del lenocinio.

5.2.3.2.6.2 Caracterización área de influencia Estaciones

Para la PLMB se han proyectado 16 estaciones ubicadas a lo largo del corredor, la ubicación de estas responde a temas técnicos, de urbanismo y de espacio público. En la Tabla 5.2.3.59, se presenta el listado de las estaciones y su ubicación.

Tabla 5.2.3.59 Listado estaciones PLMB

1	Carrera 96
2	Portal Américas
3	Carrera 80
4	Calle 42sur
5	Kennedy (Av.1 de Mayo -Calle 39c)
6	Avenida Boyacá
7	Avenida 68
8	Carrera 50
9	Avenida Norte Quito Sur NQS

10	Carrera 24
11	Av. Caracas con Calle 1
12	Calle 10
13	Calle 26
14	Calle 45
15	Calle 63
16	Calle 72

Fuente: Consorcio Metro BOG, 2017

5.2.3.2.6.2.1 Estación Carrera 96

La futura estación Carrera 96, está ubicada en la localidad de Bosa, al sur-occidente de la carrera 96. Esta estación es de tipo mezzanine, y conectara hacia el occidente con el futuro parque Metropolitano Gibraltar. Este sector es predominantemente residencial, limita hacia el occidente con los barrios el Jazmín y Ciudad de Cali. Limita al norte con la alameda El Porvenir, uno de los ejes de ciclo rutas más importante de la ciudad.

5.2.3.2.6.2.2 Estación Portal Américas

La estación del Portal Américas está ubicada entre el barrio Las Margaritas y Dindalito, sobre la Calle 43 sur. Este sector es predominantemente residencial, aunque con un importante nodo de servicios, allí se ubica el Super Cade Américas y El portal Américas de TransMilenio por lo que en la zona se presenta un flujo constante de gente. Al costado oriental de la Av. Ciudad de Cali se ubica una EPS Salud Total Virrey Solís. Al ubicarse sobre la Av. Ciudad de Cali también presenta un flujo constante de vehículos.

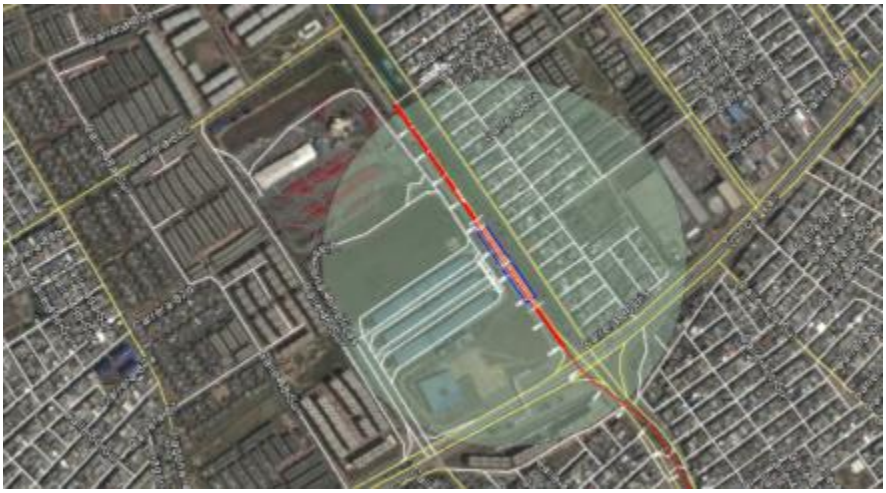


Figura 5.2.3.130 Estación Portal Américas
Fuente: Consorcio Metro BOG, 2017

5.2.3.2.6.2.3 Estación Carrera 80

La Estación Carrera 80 (Villablanca) está ubicada en la intersección de la Av. Villavicencio y la Cra. 80, por lo cual presenta un flujo vehicular y de peatones. La Estación está ubicada entre los Barrios Villanelly y Casablanca, un sector residencial, aunque sobre la Carrera 80 y la Av. Villavicencio hay un importante sector comercial. En la esquina sur occidental está ubicado el CDC de Kennedy en el que se prestan diferentes servicios a la comunidad, como el jardín infantil.

Figura 5.2.3.131 Estación Carrera 80
Fuente: Consorcio Metro BOG, 2017

5.2.3.2.6.2.4 Estación Calle 42 sur

La Estación Palenque está ubicada en la Av. Primero de Mayo en la calle 41 g a 41 b, este sector tiene un alto flujo vehicular, ya que por allí transitan los vehículos que vienen de Soacha y Bosa, para dirigirse al oriente y centro de la ciudad. La zona como toda la localidad de Kennedy, es predominantemente residencial; en las inmediaciones de la estación quedan dos importantes EPS, Compensar y Famisanar en los que se atienden usuarios de la localidad de Kennedy, Bosa e incluso Soacha.

Figura 5.2.3.132 Estación Calle 42 sur
Fuente: Consorcio Metro BOG, 2017

5.2.3.2.6.2.5 Estación Kennedy

La Estación Hospital está ubicada en la intersección formada por la Av. Primero de Mayo y la Av. Poporo Quimbaya; este sector es una importante zona comercial, sobre la Av. Primero de Mayo se ubican bancos, servicios de salud, negocios relacionados con el sector de motos, droguerías, elementos hospitalarios, entre otros. La infraestructura más importante de la zona y por la cual se han establecido en el sector negocios relacionados con el sector salud, es que en la esquina sur occidental se ubica el Hospital Occidente de Kennedy. Dentro del área de influencia de esta estación se ubican el IED La Américas y IED John F. Kennedy.

Figura 5.2.3.133 Estación Hospital de Kennedy
Fuente: Consorcio Metro BOG, 2017

5.2.3.2.6.2.6 Estación Avenida Boyacá

Esta estación está ubicada en la intersección vial de la Av. Boyacá y la Av. Primero de Mayo, dentro de su área de influencia están los barrios Carvajal y Ciudad Kennedy Central. En inmediaciones a esta estación, se ubica el sector industrial de Carvajal y la zona comercial de la Av. Primero de Mayo. Dentro del área de influencia están ubicados la IED OEA y la IED Kennedy. Cerca de la estación, está el sector de Plaza de las Américas, pero no dentro del área de influencia, pero esto genera un alto flujo de peatones, especialmente los fines de semana. (Ver Figura 5.2.3.134)

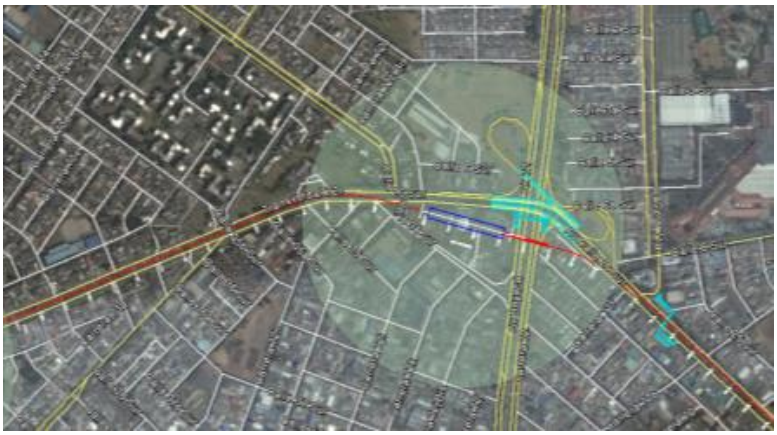


Figura 5.2.3.134 Estación Av. Boyacá
Fuente: Consorcio Metro BOG, 2017

5.2.3.2.6.2.7 Estación Avenida 68

La estación se ubica sobre la Av. Carrera 68, allí se ubica un puente vehicular que le da continuidad a la Av. Primero de Mayo. Este sector es residencial, dentro del AID hay varios conjuntos residenciales y barrios tradicionales como El Tejar. También se ubica infraestructura comunitaria como el salón comunal y la iglesia del Tejar. También se ubica el colegio Luis Vargas Tejada uno de los colegios más antiguos de la zona, y el colegio Monseñor Emilio de Brigard. Dentro del AID se ubica una sede de la Cámara de Comercio de Bogotá.

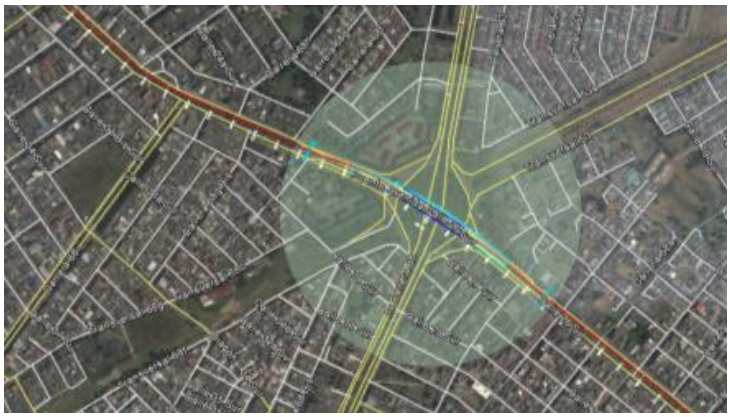


Figura 5.2.3.135 Estación Av. 68
Fuente: Consorcio Metro BOG, 2017

5.2.3.2.6.2.8 Estación Avenida Carrera 50

La estación está ubicada sobre la rotonda de la Av. Carrera 50, en este sector están ubicados los barrios Ciudad Montes, el Remanso, La Guaca y San Eusebio. Dentro del AID de la estación se ubica una parte del sector comercial de muebles del Primero de Mayo, el sector comercial de lavadoras y de materiales para construcción. En un costado de la rotonda se ubica el colegio Benjamín Herrera sede B, la iglesia de Ciudad Montes y el salón comunal del barrio Ciudad Montes II.

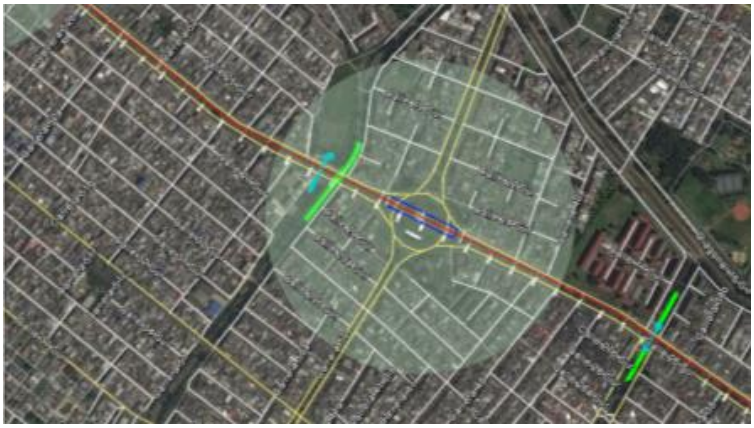


Figura 5.2.3.136 Estación Carrera 50
Fuente: Consorcio Metro BOG, 2017

5.2.3.2.6.2.9 Estación NQS

La Estación está ubicada sobre la NQS, este sector es un importante nodo de servicios, ya que allí se ubican la sede del SENA de Metalmecánica, una sede de la UNAD, el colegio Marco Antonio Carreño sede A, el parque el Remanso y La estación de TransMilenio de la NQS. El sector comercial de muebles de la Primero de Mayo tiene un reducto sobre la NQS.

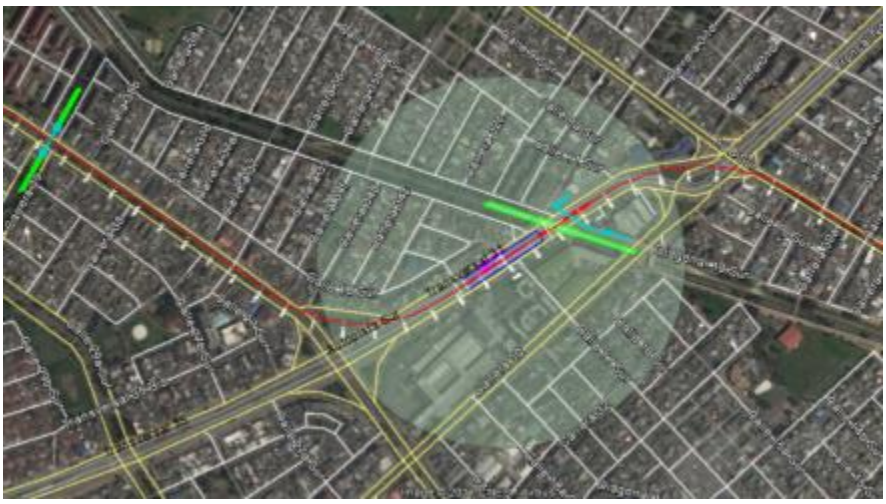


Figura 5.2.3.137 Estación NQS
Fuente: Consorcio Metro BOG, 2017

5.2.3.2.6.2.10 Estación Nariño (Calle 1 con carrera 24)

Esta estación está ubicada en los barrios Eduardo Santos y la Fraguita, en la intersección de la Calle Primera con Carrera 24. Este es un sector residencial tradicional de Bogotá, pero en los últimos 10 años, este sector se transformó en una zona comercial que se ubica sobre la Calle Primera con negocios de autopartes y talleres, lo que ha generado un deterioro notable en la zona. Dentro del AID se ubican el Colegio Hermanas de la Consolata, el CURNN y el Centro Proteger.

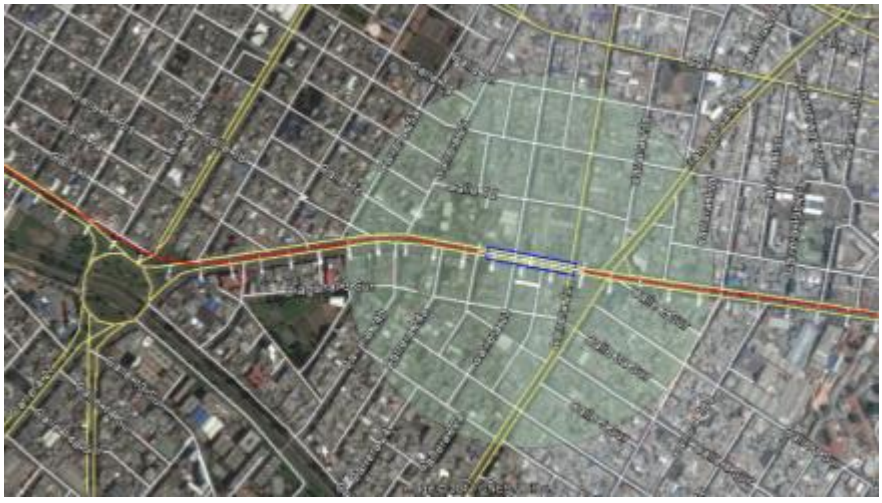


Figura 5.2.3.138 Estación Nariño
Fuente: Consorcio Metro BOG, 2017

5.2.3.2.6.2.11 Estación Calle 1

La Estación Hospitales se ubica entre los Barrios Eduardo Santos y San Bernardo, sobre la Av. Caracas con Calle Segunda. Este sector es conocido como un nodo de servicios Hospitalarios; dentro del AID de la estación se ubica el Centro Dermatológico Federico Lleras y Hospital de La Misericordia, también se encuentra dentro del AID, el colegio San Bernardo de la Salle.

Figura 5.2.3.139 Estación Calle 1
Fuente: Consorcio Metro BOG, 2017

5.2.3.2.6.2.12 Estación Calle 10

La estación está ubicada entre los tradicionales barrios San Victorino y Voto Nacional, que se caracterizan por ser nodos comerciales del centro de la ciudad. La Estación está ubicada sobre la Av. Caracas y en el AID de está, se ubican la sede de Gestión administrativa del SENA, la facultad de Artes de la Distrital (ASAB), la Basílica del Voto Nacional, la iglesia de La Capuchina, La plazoleta de Los Mártires, la Plazoleta de la mariposa y la Dirección de reclutamiento. Dentro del AID también está toda la zona comercial de San Victorino y un sector de Plaza España.

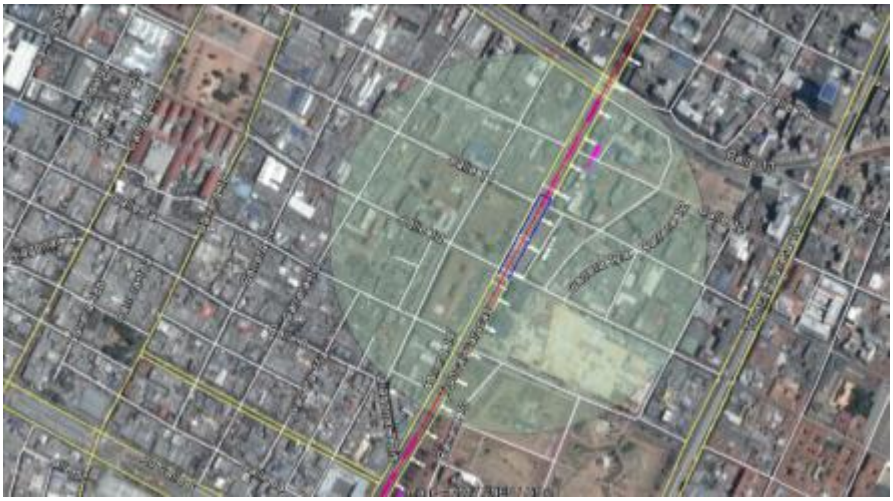


Figura 5.2.3.140 Estación Calle 10
Fuente: Consorcio Metro BOG, 2017

5.2.3.2.6.2.13 Estación calle 26

Esta Estación se ubica en la confluencia de la Av. Caracas y la Calle 26, un sector céntrico en que alternan dos zonas completamente diferentes; por un lado el barrio Santa Fe considerada una zona de alto impacto debido a las actividades de prostitución, ventas de SPA y delincuencia. La zona de la Alameda sufre el impacto de estar cerca al barrio Santa Fe y sufre el deterioro paulatino del barrio. Y la otra zona se ubica al Costado norte de la 26, donde se encuentra el Centro Internacional con sus grandes edificios y el tradicional barrio Armenia. Dentro del AID de la estación se encuentra el conjunto arquitectónico del Cementerio Central, las casas de conservación del barrio Santa Fe y Alameda. También se ubican el edifico de FONADE, la Oficina de Registro de Instrumentos Públicos y el Instituto San Mateo.

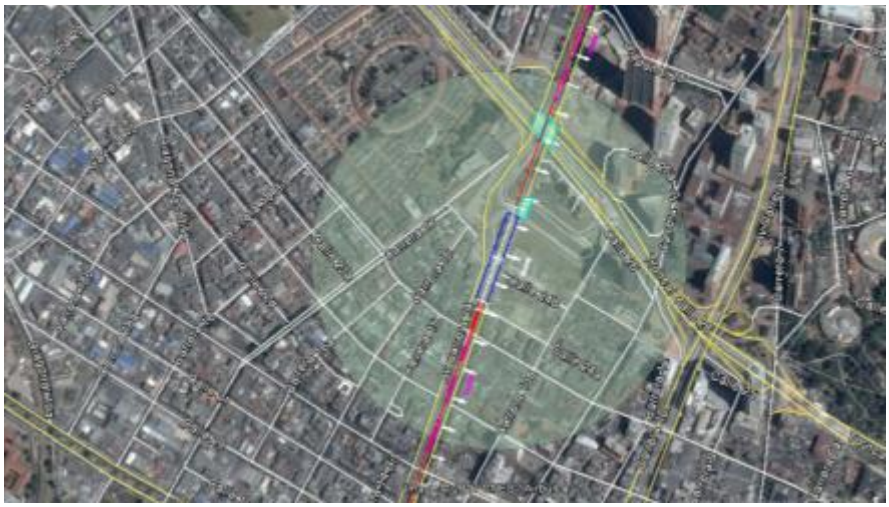


Figura 5.2.3.141 Estación calle 26
Fuente: Consorcio Metro BOG, 2017

5.2.3.2.6.2.14 Estación calle 45

La Estación está ubicada en los barrio Sucre y Santa Terecita, barrios en los que hay edificaciones consideradas patrimoniales. En esta zona se localiza un importante sector de oferta de servicios, se ubican sedes de la Universidad Cooperativa de Colombia, Universidad La Gran Colombia, Universidad Católica de Colombia y varios centros de educación formal y no formal. Dentro del AID también está ubicado el Museo Jorge Eliecer Gaitán y las EPS Compensar y Sanitas. Al ser una zona universitaria, gran parte de su población es flotante.

Figura 5.2.3.142 Estación Calle 45
Fuente: Consorcio Metro BOG, 2017

5.2.3.2.6.2.15 Estación calle 63

La Estación está ubicada sobre la actual estación de la Calle 63 de TransMilenio, en el barrio Chapinero y San Luis. Esta es una reconocida zona comercial, especialmente de compraventas, bolsos y lámparas. Al costado occidental de la Av. Caracas, se ubica el sector de moteles que han tomado mucho auge desde principios del año 2000. Al costado noroccidental está ubicada la Fundación de Educación Superior San José, Politécnico Suramericano, Universidad San Martín y el Departamento para la Prosperidad Social (DPS). Esta zona se caracteriza por la alta afluencia de peatones que llegan a la Estación de la Calle 63 para dirigirse a distintos puntos dela localidad.

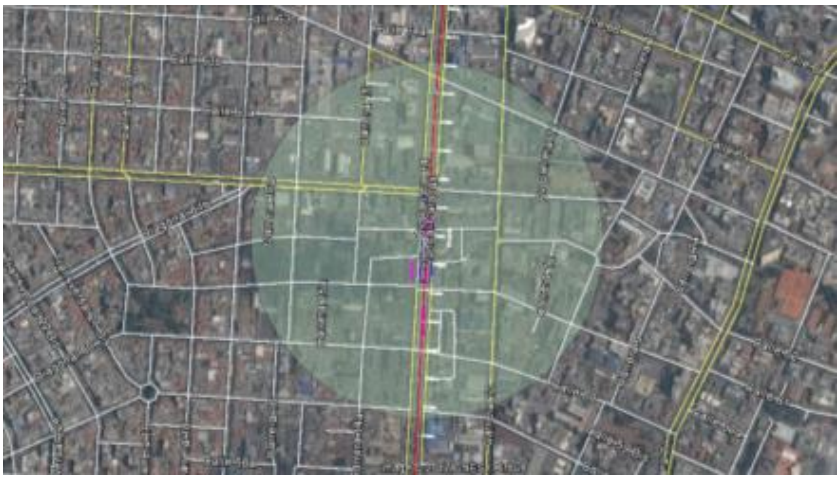


Figura 5.2.3.143 Estación Calle 63
Fuente: Consorcio Metro BOG, 2017

5.2.3.2.6.2.16 Estación calle 72

La estación se ubica en inmediaciones de los barrios Quinta Camacho y Chapinero, este es un importante sector comercial y de servicios; también es un importante sector educativo, al costado oriental está ubicada la Escuela de Artes y Letras Sede B y la Universidad de Ciencias Aplicadas y Ambientales U.D.C.A - Sede Norte, al oriente se ubica la Universidad del Área Andina y el Parlamento Andino. Esta zona se caracteriza por la alta afluencia de peatones que llegan a la

Estación de la Calle 72, especialmente por el sector comercial y financiero ubicado sobre la Calle 72, costado oriental.

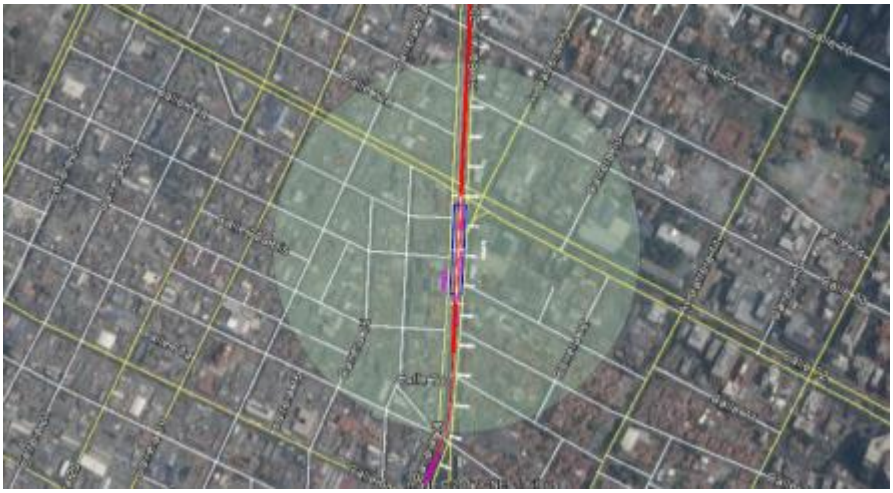


Figura 5.2.3.144 Estación Calle 72
Fuente: Consorcio Metro BOG, 2017

5.2.3.2.6.3 Población Sujeta de Reasentamiento de los 129 predios correspondientes a los predios priorizados para liberar el trazado para la construcción de viaducto en las cuatro curvas principales del mismo.

En aplicación de los principios de economía, eficiencia y coordinación entre entidades públicas, la EMB y el IDU decidieron estructurar un esquema de gestión y de colaboración interinstitucional para adelantar la gestión predial de los inmuebles requeridos para la construcción y operación del proyecto Primera Línea de Metro de Bogotá – PLMB, en principio aquellos necesarios para liberar el trazado para la construcción del viaducto en las 4 curvas principales del mismo, que en total ascienden a 129 inmuebles. En ese orden se suscribió el Convenio 1021 de 2017, en cuyo anexo técnico 1 se identifican los 129 inmuebles enunciados.

5.2.3.2.6.3.1 Caracterización Socioeconómica

La siguiente caracterización contiene la información de los 129 inmuebles necesarios para liberar el trazado para la construcción del viaducto de la Primera línea del Metro de Bogotá - PLMB, en las 4 curvas principales. El 100% de los predios tienen una afectación total.

En la curva 1 se requiere un solo predio, localizado en la intersección de la Avenida Primero de Mayo y la Avenida Ciudad de Villavicencio. El predio está localizado en la UPZ Kennedy Central en la localidad de Kennedy. El predio se localiza en un sector de carácter mixto, con una alta concentración de vivienda en los barrios y con la localización lineal de predios comerciales y de servicios sobre los ejes viales. En términos socioeconómicos, en todo el entorno del predio las viviendas están clasificadas como estrato 3. Para la curva 2 se requieren 76 predios, localizados en la intersección de la Avenida Primero de Mayo y la Avenida Boyacá. Los predios están localizados en la UPZ Carvajal en la localidad de Kennedy. Los predios se caracterizan por estar en un sector de alta concentración de actividad económica, dado que se encuentran en la intersección de una de las vías que permiten la conexión regional de Bogotá. En términos socioeconómicos, en todo el entorno de los predios las viviendas están clasificadas como estrato 3.

La curva 3 requiere 18 predios, localizados en la intersección de la Avenida Fucha y la Avenida Ciudad de Quito (Troncal AV 30). Los predios están localizados en la UPZ Restrepo en la localidad de Antonio Nariño. Los predios se caracterizan por estar en un sector mixto, que tiene una distribución lineal de negocios de escala vecinal en torno a las vías principales, pero en las vías secundarias se identifican principalmente viviendas. En términos socioeconómicos, en todo el entorno de los predios las viviendas están clasificadas como estrato 3.

Finalmente, la curva 4 requiere 33 predios, localizados en la intersección de la Avenida Hortúa y la Avenida Caracas. Los predios están localizados en la UPZ Restrepo en la localidad de Antonio Nariño. Los predios se caracterizan por estar en un sector de alta actividad comercial, especialmente de servicios prestados al automóvil. En términos socioeconómicos, en todo el entorno de los predios las viviendas están clasificadas como estrato 3.

Tabla 5.2.3.60 Distribución de los predios a trasladar por curvas del trazado PLMB

Curva	Privado	Público	Total
Curva 1	1		1
Curva 2	76		76
Curva 3	18		18
Curva 4	33	1	34
Total	**128**	**1**	**129**

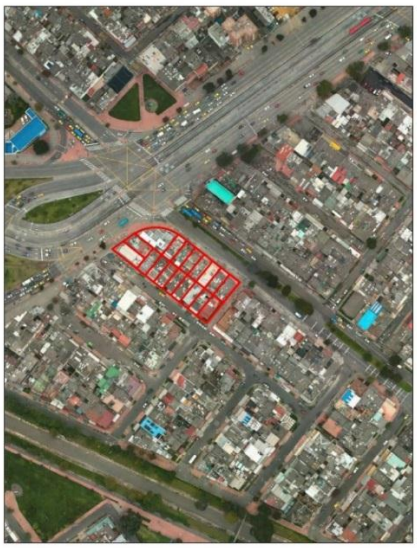
Fuente: Instituto de Desarrollo Urbano- Dirección Técnica de Predios. 2017

Curva 1

Curva 2

Curva 3

Curva 4



Fuente: Instituto de Desarrollo Urbano- Dirección Técnica de Predios. 2017

En los 129 predios requeridos para las curvas fueron identificadas 252 unidades sociales[13] de las cuales el 38,0% corresponde a unidades económicas, el 29,9% son unidades hogares exclusivamente, y cerca de 11,8%, corresponde a hogares desarrollan alguna actividad comercial en el inmueble o generan una renta, catalogadas como unidades socioeconómicas. Finalmente, una considerable porción de las unidades sociales identificadas (cerca del 20%) se desempeña como rentista.

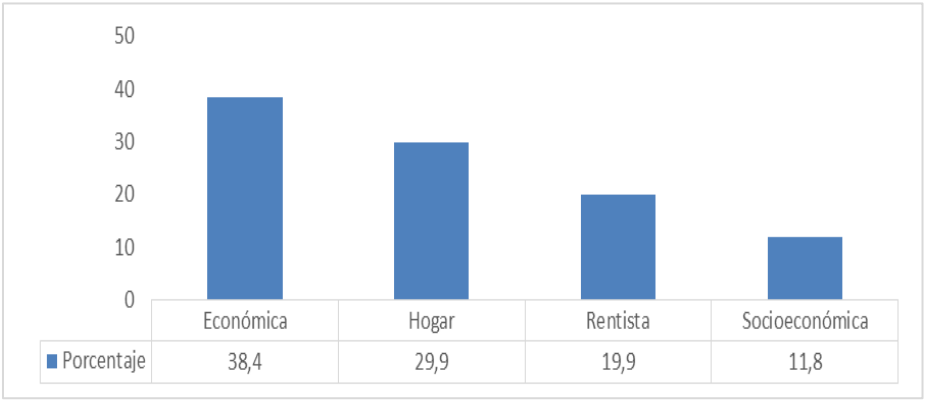


Figura 5.2.3.145 Tipos de unidades sociales censadas
Fuente: Instituto de Desarrollo Urbano- Dirección Técnica de Predios. 2017

[13] Estas 252 unidades sociales están incluidas en la proyección de unidades sociales afectadas y sujeto de reasentamiento identificadas para todo el trazado de la PLMB Tramo 1; es decir dentro de las 2.691 unidades sociales proyectadas mencionadas en el numeral 5.2.3.2.6.1 del presente capítulo.

En cuanto a la tenencia el 60,02% corresponde a los arrendatarios seguido del 34,6% que son propietarios, en porcentajes menores están distribuidos los poseedores, tenedores y subarrendatarios. 60,2 % de tenencia corresponde a arrendatarios.

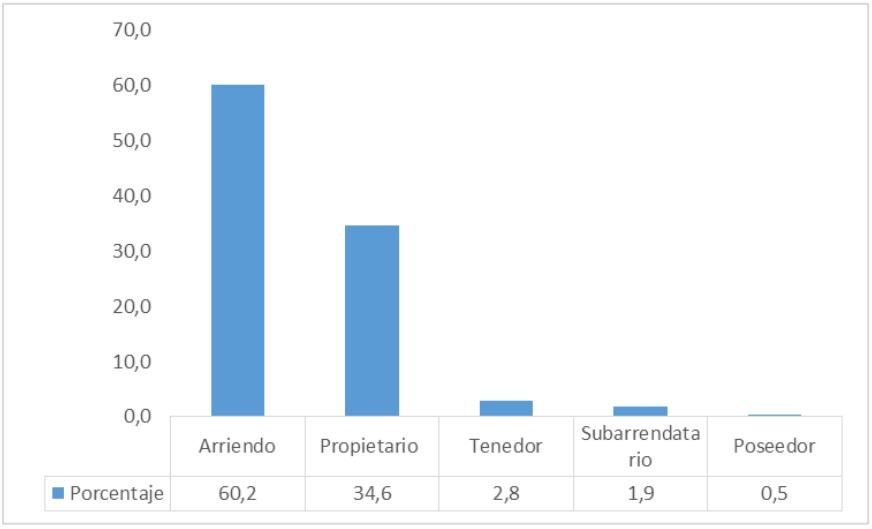


Figura 5.2.3.146 Tenencia de las unidades sociales censadas
Fuente: Instituto de Desarrollo Urbano- Dirección Técnica de Predios. 2017

Tabla 5.2.3.61 Distribución de las unidades sociales por tipos de tenencia

	Hogar	**Socioeconómica**	**Económica**	**Rentista**	**Total**
Arriendo	63	13	76	0	152
Propietario	6	16	18	48	88
Tenedor	5	1	0	1	7
Poseedor	0	0	0	1	1
Subarrendatario	1	0	3	0	4
TOTAL	**75**	**30**	**97**	**50**	**252**

Fuente: Instituto de Desarrollo Urbano- Dirección Técnica de Predios. 2017

5.2.3.2.6.3.2 Distribución de los personas por sexo y grupos etarios

Los 75 hogares identificados están conformados por 242personas, en la distribución por sexos muestra una relación paritaria, donde cerca de 47% son hombres y el 53% corresponde a mujeres.

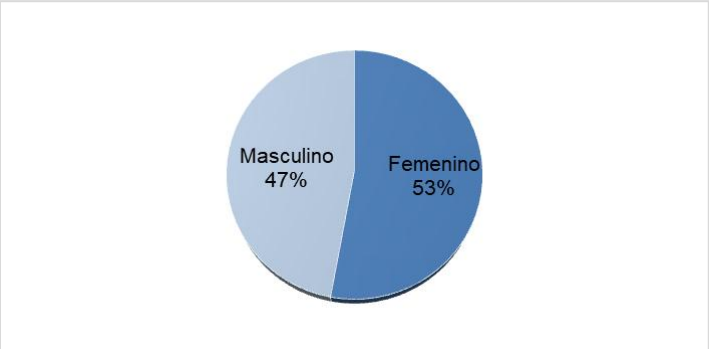


Figura 5.2.3.147 Distribución de las personas por sexo
Fuente: Instituto de Desarrollo Urbano- Dirección Técnica de Predios. 2017

En la distribución por rangos etarios (definidos según ciclo de vida focalizado para políticas públicas), evidencia considerable presencia de adultos mayores, que representan cerca del 14% del total de la población. Se observa además que la cerca del 20% de la población es menor de edad. Al calcular la razón de dependencia, es decir, el indicador que describe la relación entre población en edades productivas (de los 18 a los 63 años) y población en edades de dependencia económica (de 0 a 17 años y mayores de 63), se obtuvo que por cada 100 personas en edades productivas hay cerca de 51 en edades de alta dependencia. Dado que para el Censo de 2005 este indicador para Colombia se ubicó cerca de los 50,7, se considera que en el proyecto existe una alta tasa de dependencia demográfica, lo cual muestra una alta presencia de los rangos poblacionales que requieren mayor atención. Mientras tanto, la población juvenil representa una proporción del 16%, mientras que los adultos representan un 49%, que están entre los 41 y 63 años.

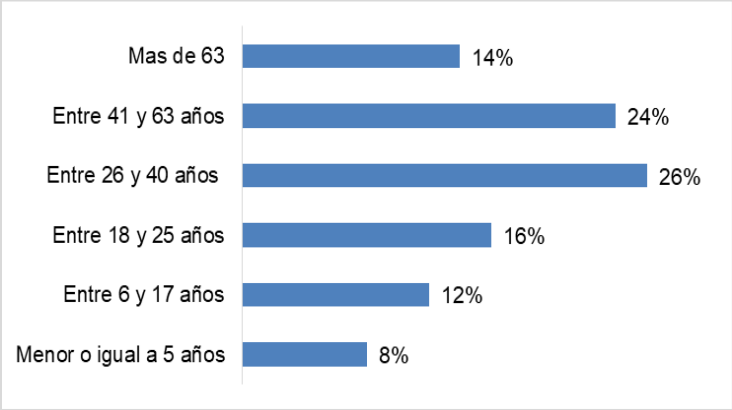


Figura 5.2.3.148 Distribución de la población por rangos etarios
Fuente: Instituto de Desarrollo Urbano- Dirección Técnica de Predios. 2017

5.2.3.2.6.3.3 Estructura familiar

Según el número de integrantes de los hogares, se obtuvo la mayor frecuencia en los hogares de 2 personas, seguidos por los hogares unipersonales. En suma, los hogares con hasta tres

integrantes representan el 67% del total de hogares censados con familias nucleares. Sin embargo, cabe mencionar que se reportan hogares con alta cantidad de integrantes (9% de hogares con 6 y 7 integrantes). Estos últimos corresponden a familias extensas, conformadas por abuelos, tíos, primos y otros parientes o afines.

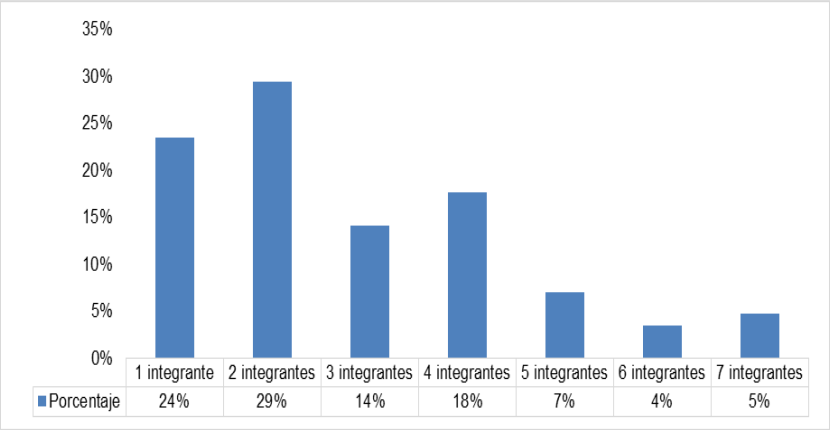


Figura 5.2.3.149 Composición de los hogares
Fuente: Instituto de Desarrollo Urbano- Dirección Técnica de Predios. 2017

5.2.3.2.6.3.4 Nivel educativo

Se indagó por el nivel educativo del total de la población, observándose que una población cercana al 34,3% supera el nivel de secundaria. Según la distribución de población por edades, se puede estimar que el nivel educativo es medio alto en la zona y que las personas que reportan menores niveles educativos se encuentran en proceso de formación.

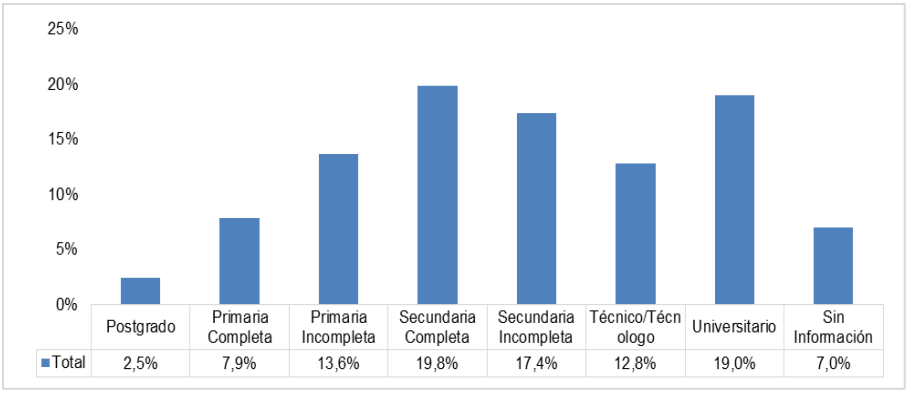
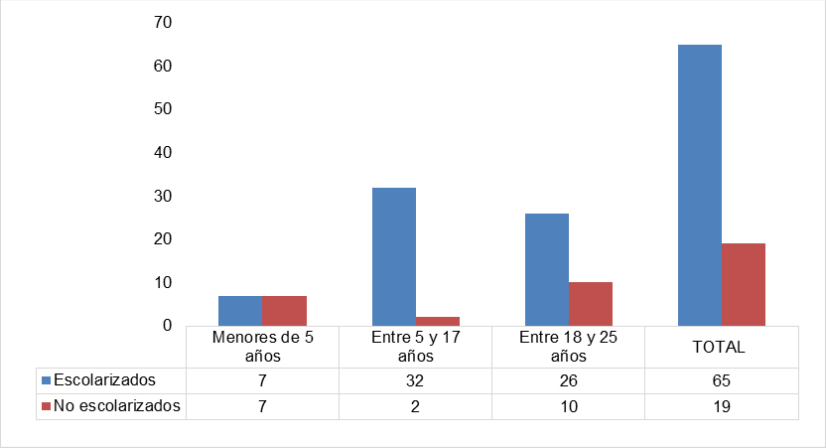


Figura 5.2.3.150 Nivel educativo de las personas
Fuente: Instituto de Desarrollo Urbano- Dirección Técnica de Predios. 2017

Al indagar específicamente por la situación de la población en edad preescolar (menores de 5 años) y escolar (de 5 a 17 años y entre 18 y 25 años), es posible establecer las tasas de asistencia escolar, es decir, la proporción de personas por rango de edad que se encuentran estudiando.

Se observa entonces que existe una baja tasa de escolaridad en los menores de 5 años, que muestra que de los 14 menores de 5 años identificados, tanto sólo el 7 manifestaron asistir a alguna institución educativa. Para las edades entre los 5 y los 17 años, donde se identificó a 34 personas, 32 de estos manifestaron estar estudiando, evidenciado una elevada cobertura universal. En cuanto al tipo de institución educativa en la que se encuentran estudiando las personas de los niveles básicos de educación, 63% de dicha población, se encuentran estudiando en instituciones públicas.



	Menores de 5 años	Entre 5 y 17 años	Entre 18 y 25 años	TOTAL
Escolarizados	7	32	26	65
No escolarizados	7	2	10	19

Figura 5.2.3.151 Tasa de escolaridad de la población infantil
Fuente: Instituto de Desarrollo Urbano- Dirección Técnica de Predios. 2017

5.2.3.2.6.3.5 Salud

En cuanto a las condiciones de salud de la población, se reportaron cerca del 13% de las personas presentan algún tipo de discapacidad, siendo las discapacidades auditivas las más frecuentes, así las cosas, es necesario en el marco del Plan de Reasentamiento, establecer el tipo de discapacidad que presentan y si se encuentran siendo atendidos por el sistema de salud. Esta población requeriría una atención focalizada para garantizar sus condiciones de calidad de vida.

Adicionalmente, se indagó por el tipo de afiliación a salud de la población, identificándose que la mayoría (71% del total) se encuentran afiliados al régimen contributivo[14], lo cual muestra que en buena parte de la población que trabaja se encuentra vinculada laboralmente y logra cobijar a su familia en el sistema de salud. Sin embargo, se identifica que el 21% de las personas reportan estar afiliadas al régimen subsidiado[15]. Un porcentaje del 2% de las personas no reportan información al respecto, cuya situación deberá ser esclarecida en el marco del Plan de Reasentamiento del proyecto, de manera que se desarrollen las acciones necesarias para facilitar

[14] El régimen contributivo es un conjunto de normas que rigen la vinculación de los individuos y las familias al Sistema General de Seguridad Social en Salud, cuando tal vinculación se hace a través del pago de una cotización, individual y familiar, o un aporte económico previo financiado directamente por el afiliado o en concurrencia entre éste y su empleador.
[15] l Régimen Subsidiado es el mecanismo mediante el cual la población más pobre del país, sin capacidad de pago, tiene acceso a los servicios de salud a través de un subsidio que ofrece el Estado.

su vinculación al sistema correspondiente en caso de que se compruebe que se encuentran desvinculados, al igual que al 5% que reportaron no contar con ningún tipo de afiliación.

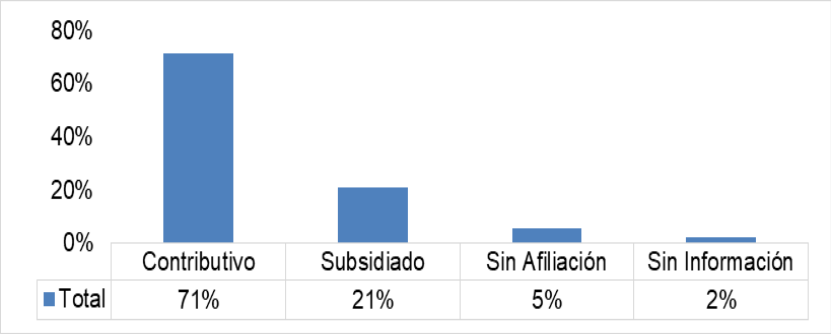


Figura 5.2.3.152 Afiliación en salud de las personas
Fuente: Instituto de Desarrollo Urbano- Dirección Técnica de Predios. 2017

Relacionado con lo anterior, cerca del 22% de la población manifestó tener algún tipo de enfermedad de consideración, siendo la población con hipertensión las de mayor frecuencia con cerca del 26,4% del total de éstas, seguida con las personas con diabetes con el 13,2%, el asma, las enfermedades cardiacas y el Alzheimer tiene una frecuencia inferior al 10%. Asimismo, el 47 % manifestó contar con alguna enfermedad distinta a las indagadas.

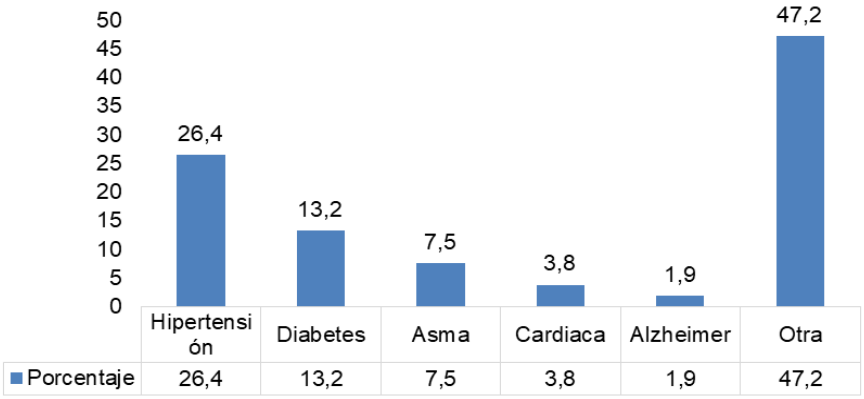


Figura 5.2.3.153 Enfermedades presentes en las personas
Fuente: Instituto de Desarrollo Urbano- Dirección Técnica de Predios. 2017

Asimismo, las personas que manifestaron contar con alguna enfermedad distinta a la indagadas, más del 32% no suministro información al respecto. Sin embargo, el 8% informó sufrir de Hipoglicemia, seguido de enfermedades como Poliomielitis, Artrosis Degenerativa, Autismo, Discopatía Lumbar, Enfermedad de Médula y Bajo peso, Trastorno Bipolar y Hernia, cada una con una frecuencia del 4%.

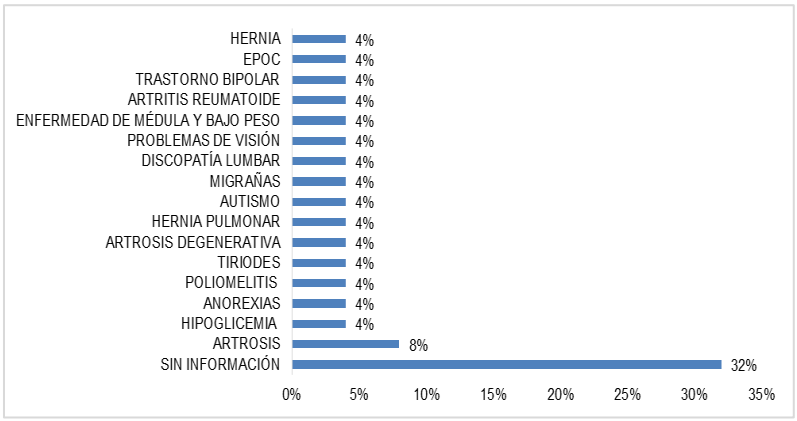


Figura 5.2.3.154 Otras enfermedades reportadas
Fuente: Instituto de Desarrollo Urbano- Dirección Técnica de Predios. 2017

5.2.3.2.6.3.6 Características de las viviendas de la vivienda

En su mayoría (99%) las viviendas donde residen los 75 hogares están construidas en ladrillo y/o bloque, advirtiendo que 1% de la población, manifiesta que la vivienda es de madera. Para este caso, es necesario que las acciones de gestión social se encaminen a mejorar la calidad de vida de esta porción de hogares. En un 94,3%, las viviendas cuentan con acabados, mientras que en un 5,6% se declaró que las viviendas están en obra gris. No se reportó ninguna vivienda en obra negra.

5.2.3.2.6.3.7 Permanencia en el barrio y el predio

Se observa un alto nivel de arraigo en el barrio dado que sólo el 6% de los hogares censados reportan residir en él hace menos de 1 año. El 59% de los hogares reportaron llevar más de 10 años en el barrio. Se puede presumir que este tipo de unidades sociales adaptaron sus estilos de vida a la dinámica social de cada uno de los barrios.

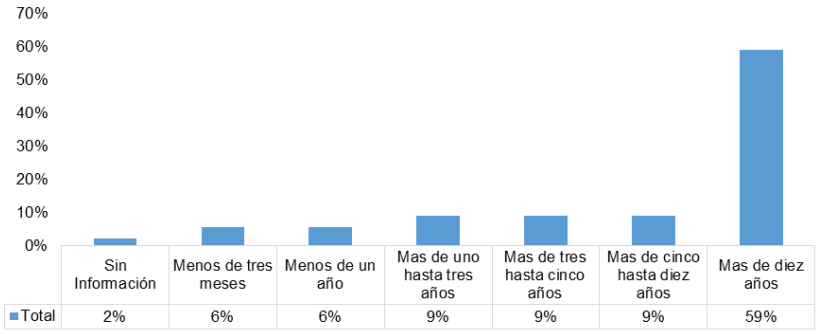


Figura 5.2.3.155 Tiempo de permanencia en el barrio
Fuente: Instituto de Desarrollo Urbano- Dirección Técnica de Predios. 2017

Mientras tanto, en cuanto al tiempo de residencia en el predio, se obtuvo que el mayor porcentaje también se encuentra en el rango de más de 10 años, con cerca del 40%. Los hogares que llevan

entre 5 y 10 representan alrededor del 16% y los que reportan menos de un año, representan el 16%. Por lo anterior, al analizar los dos datos de tiempo de residencia (en el predio y en el barrio), se evidencia una alta movilidad residencial al interior de las zonas afectadas.

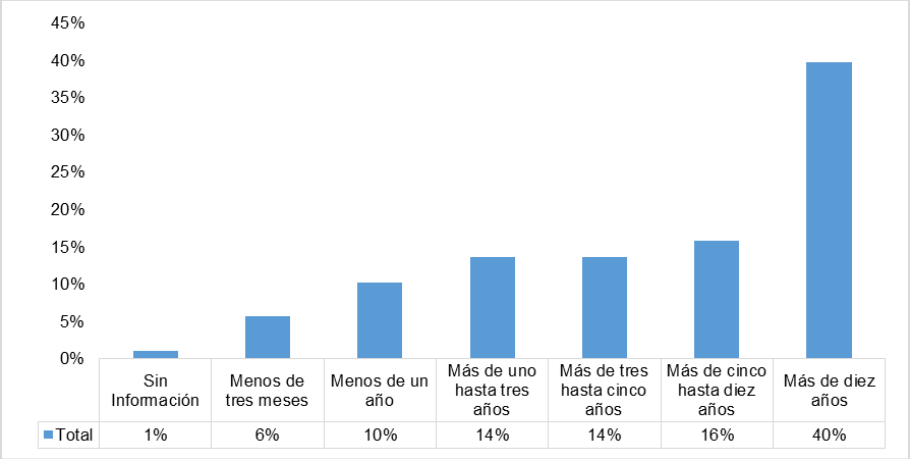


Figura 5.2.3.156 Tiempo de permanencia en el predio

Fuente: Instituto de Desarrollo Urbano- Dirección Técnica de Predios. 2017

Asimismo, el 90% de los hogares manifestó que le gusta vivir en el barrio. Sólo un 10% contestó que no le gusta. Lo anterior, permite inferir la intención de los hogares de permanecer en el barrio después del traslado de vivienda. Al indagar por los motivos por los cuales les gusta residir en los barrios afectados, el 82,6% manifestó que la ubicación es el mejor atributo del sector, seguido del transporte con el 58,0% y de los costos de los servicios públicos. Una amplia porción de hogares (4%) manifestó que el barrio le gusta por las personas que allí residían, es decir, sus vecinos. Adicionalmente de los 72 hogares, el 57% manifestó tener familiares residiendo en el barrio, mientras que cerca de un 43% registró no tenerlo.

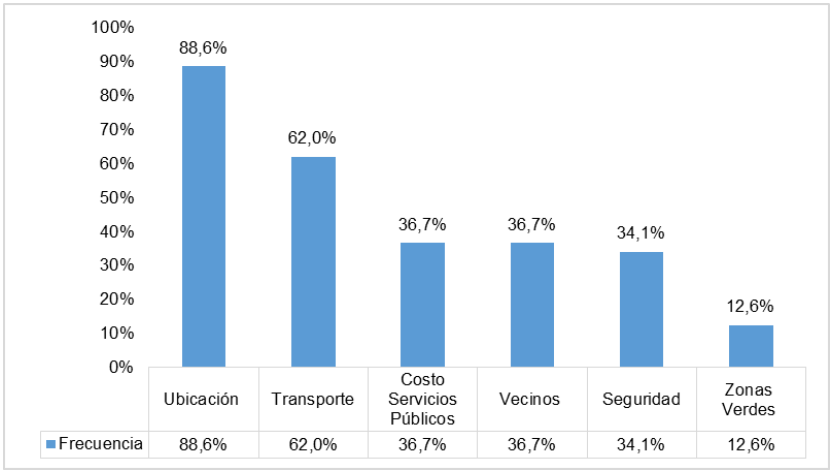


Figura 5.2.3.157 Motivos para vivir en el barrio.

Fuente: Instituto de Desarrollo Urbano- Dirección Técnica de Predios. 2017

5.2.3.2.6.3.8 Vinculación de los miembros de los hogares a organizaciones sociales

Sin embargo, se registró baja afiliación a organizaciones sociales, ya que sólo en 4,5% de los casos se manifestó que alguno de sus integrantes participa de ellas, lo cual evidencia debilidad en los procesos de participación social y de empoderamiento de la comunidad frente a la toma de decisiones. En dichos casos, sobresalieron las Junta de Acción Comunal y las organizaciones religiosas

5.2.3.2.6.3.9 Nivel de vulnerabilidad de las unidades sociales

La información disponible en el diagnostico socioeconómico de los 129 inmuebles necesarios para liberar el trazado para la construcción del viaducto de la Primera Línea del Metro de Bogotá - PLMB, en las cuatro curvas principales y los datos disponibles del SISBEN III, con corte a noviembre de 2017, para sectores catastrales, muestran que en el corredor de la Primera línea del Metro de Bogotá – PLMB predominan las hogares que viven en arriendo (el 72,7% en la primera fuente y el 60% en la segunda).

De acuerdo con el diagnóstico socioeconómico de los 129 inmuebles, aunque los hogares son relativamente pequeños (en promedio tres integrantes por hogar), la mayoría de estas unidades sociales son arrendatarias; estas familias pagan cánones de arrendamiento entre $600.000 y un millón de pesos y reportan ingresos menores a dos millones de pesos (53,3%).

De igual modo la información económica disponible para todo el corredor indica que existen niveles altos de informalidad en las actividades económicas: por lo menos el 22,5% del total de actividades identificadas corresponden a Kioscos autorizados –IPES- , vendedores estacionarios y vendedores ambulantes.

Así mismo, y de acuerdo con el diagnóstico socioeconómico de los 129 inmuebles, existe un porcentaje relevante de adultos mayores (más de 63 años) equivalente al 14%. En este último aspecto la encuesta del SISBEN reporta para las UPZs del AII un porcentaje de 18,4% de personas mayores de 50 años.

Existen también condiciones de antigüedad y arraigo (con tiempo de residencia mayor a diez años) en muchas de las familias residentes y en las unidades económicas, lo cual aunado a todos los indicadores descritos muestran que con el impacto de traslado involuntario y afectación de actividades económicas existe el riesgo de empobrecimiento o empeoramiento de las condiciones de vida de algunos de los grupos de población afectados, para quienes (dadas las condiciones desventaja social) los proceso adaptativos ante cambios complejos representan esfuerzos o retos mayores que para la población joven o para la población propietaria de los inmuebles.

Por las razones expuestas la vulnerabilidad de la población afectada por el impacto de desplazamiento involuntario y afectación de actividades económicas se considera alta.

5.2.3.2.6.3.10 Características económicas de los hogares

En cuanto a las condiciones económicas de los hogares se evidencio que la mayor frecuencia (31,7%) reportó percibir ingresos entre 1 y 2 millones de pesos, rango que se localiza por encima del salario mínimo en la actualidad. El segundo grupo más representativo fueron los hogares que declararon que sus ingresos se encuentran entre un SMMLV y 1 millón de pesos (20,6%). Así también, cerca del 5% de los hogares sostuvieron percibir ingresos iguales o inferiores al SMMLV. Sin embargo, se subraya que cerca del 15% de los hogares cuenta con ingresos superiores a los 4 millones de pesos.

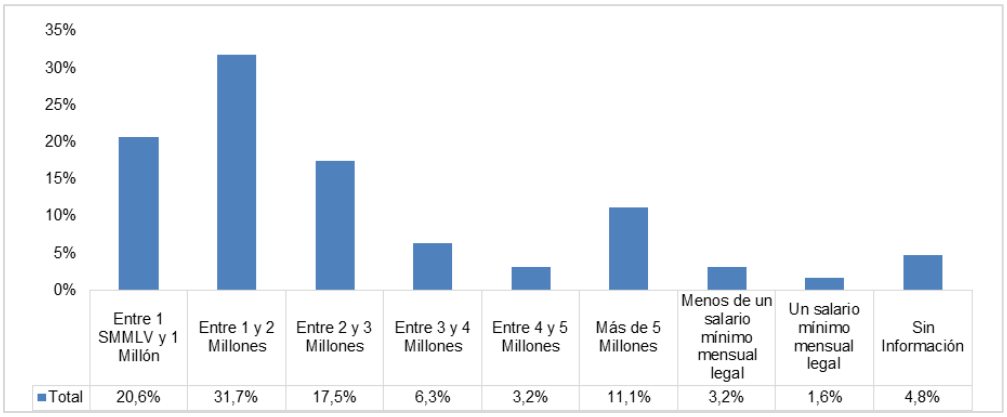


Figura 5.2.3.158 Ingresos percibidos por los hogares
Fuente: Instituto de Desarrollo Urbano- Dirección Técnica de Predios. 2017

Adicional a ello, se indagó si los hogares contaban con ahorros, a lo que se respondió negativamente en un 82%, mientras tanto, sólo el 18% restante de los hogares respondieron afirmativamente. Lo anterior es de capital importancia en el marco del proceso de asesoría inmobiliaria, dado que la inexistencia de ahorros será una limitante para el acceso a la compra de vivienda por parte de los hogares.

Se identificó que de los 75 hogares residentes en los predios de las curvas cerca del 72,2% se encuentran en calidad de arrendatarios siendo la principal categoría de tenencia de la zona. Los propietarios representaron el 20,5% de los hogares seguidos de los tenedores, con 5,7% casos. El 1,1% es subarrendatario. Lo anterior representa una vulnerabilidad frente a un traslado. En la categoría de Arrendatarios se identificó que el canon de arrendamiento de mayor frecuencia es de entre 600 mil pesos y un millón, con un porcentaje de 40,6%, seguido del rango entre los 300 y 600 mil pesos, donde se encuentran cerca del 34,4%. Una porción considerable, un poco más del 20%, manifiesta pagar más de un millón de pesos. Estos rangos deberán ser un elemento a tener en cuenta en el proceso de reubicación que acompañará el equipo social del IDU.

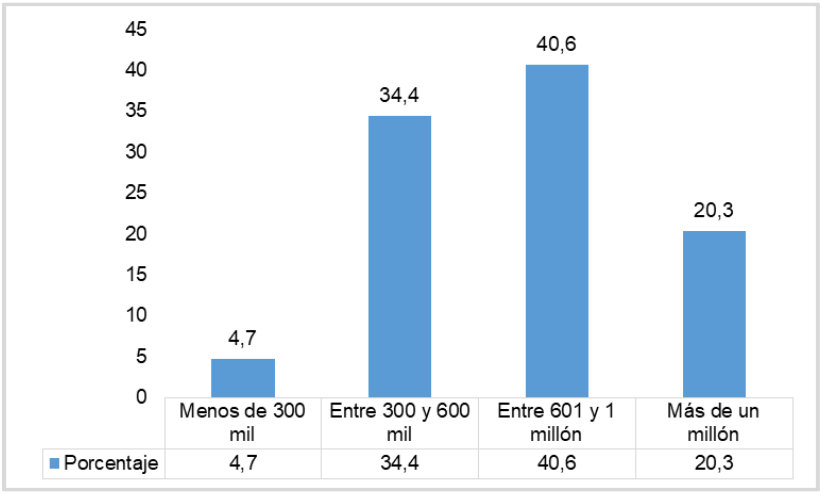


Figura 5.2.3.159 Rango de gastos por canon de arrendamiento de los hogares
Fuente: Instituto de Desarrollo Urbano- Dirección Técnica de Predios. 2017

En la categoría de Propietarios, según la información censal se registran pocos conflictos jurídicos de conocimiento de los encuestados, como por ejemplo desenglobe predial, definición clara del o los propietarios del inmueble o procesos de sucesión que adelanta el predio. Por otro lado, de los propietarios que manifestaron contar con algún tipo de deuda sobre su predio, cerca del 66,7% de los hogares manifestaron estar en mora en el impuesto predial, y cerca del 33,3% con la valorización.

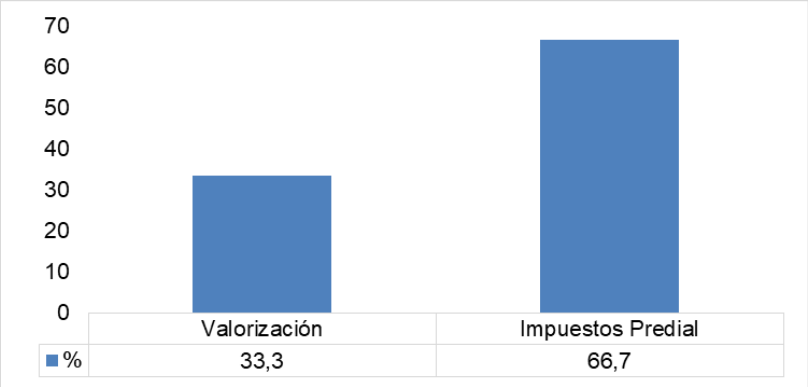


Figura 5.2.3.160 Deudas de los propietarios por impuesto predial y valorización
Fuente: Instituto de Desarrollo Urbano- Dirección Técnica de Predios. 2017

5.2.3.2.6.3.11 Características de las unidades socioeconómicas

Se pudo identificar que el 11,9% del total de Unidades Sociales identificadas corresponde a unidades socioeconómicas, es decir, hogares que perciben algún tipo de ingreso de su predio, sea por la realización de algún tipo de actividad económica o por el alquiler de alguno del espacio del predio. La mayoría de estos, cerca del 30%, desempeñan simultáneamente actividades de renta y económicas, el 33% restante desempeña exclusivamente la actividad de rentista, y el 37% desarrollan únicamente algún tipo de actividad económica.

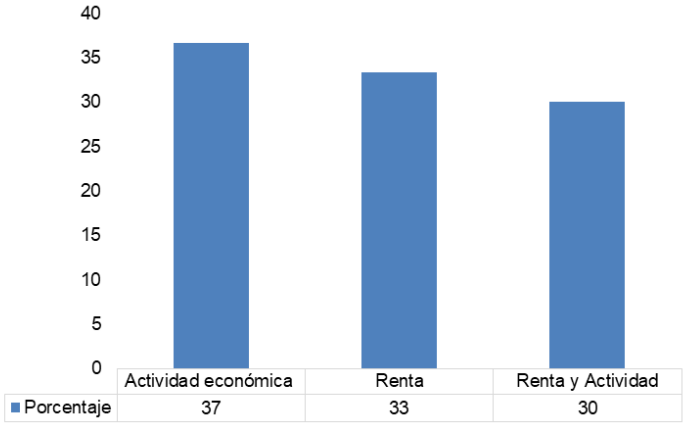


Figura 5.2.3.161 Tipo de actividad unidades socioeconómicas
Fuente: Instituto de Desarrollo Urbano- Dirección Técnica de Predios. 2017

Los negocios presentes en las unidades socioeconómicas, se caracterizan por que no cuentan con estructuras contables y administrativas definidas, las tiendas de abarrotes son en su mayoría tiendas pequeñas, y aunque se evidencia alguna estructura comercial para el desarrollo de dicha actividad, requieren acompañamiento por parte del área económica para desarrollar estrategias de organización contable y financiera, de mercadeo, acceso a proveedores y formalización de las actividades económicas. Por su parte, los negocios de confección, atendidos generalmente por mujeres, se caracterizan por ser talleres de confección en tejido plano, dependientes de unidades económicas más grandes, las cuales no se ubican en el mismo sector, pero que, por términos de bajo costo, facilitan su vinculación en el mercado de la confección.

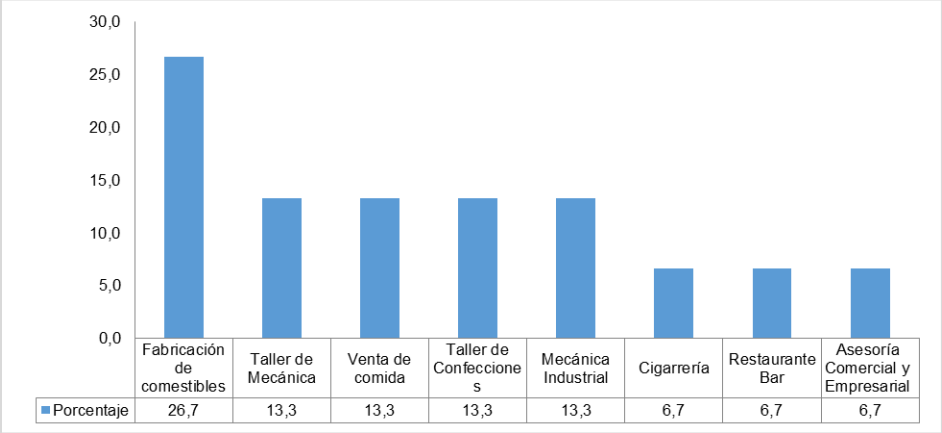


Figura 5.2.3.162 Actividad por unidades socioeconómicas
Fuente: Instituto de Desarrollo Urbano- Dirección Técnica de Predios. 2017

5.2.3.2.6.3.12 Capital invertido y utilidades de las unidades socioeconómicas

Se obtienen los siguientes resultados con respecto al capital invertido en las unidades socioeconómicas, tanto de las que realizan actividades económicas y renta, como de las que realizan alguna de las dos:

Con igual porcentaje 33,3%, las unidades económicas tienen invertido menos de 5 millones de pesos y entre 5 y 10 millones de pesos. El 22,2% tienen invertido entre 10 y 20 millones de pesos y el 11,1% de la población tienen invertido más de 20 millones de pesos.

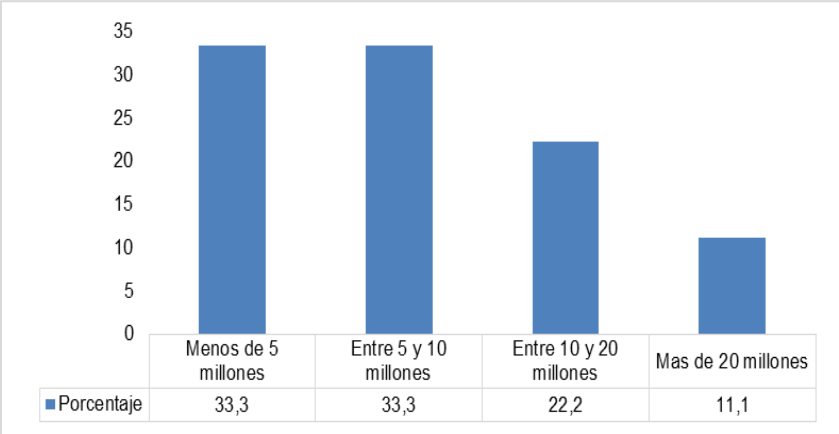


Figura 5.2.3.163Capital invertido por unidad socioeconómica
Fuente: Instituto de Desarrollo Urbano- Dirección Técnica de Predios. 2017

En cuanto a las utilidades promedio de las unidades socioeconómicas, el 46,7% percibe utilidades entre 1 y 3 millones de pesos seguido del 20,0% de la población percibe utilidades de menos de un millón de pesos. Con el 13.3% se encuentran los rangos de utilidades de entre 3 y 5 millones de pesos y de más de 10 millones de pesos. El 6,7% de la población percibe utilidades de entre 5 y 10 millones de pesos

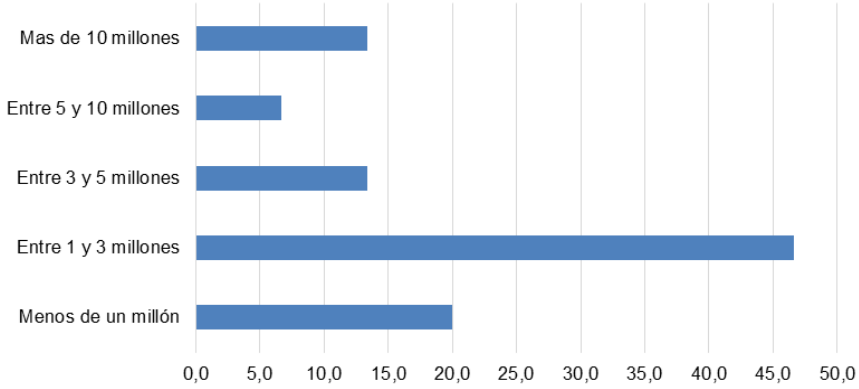


Figura 5.2.3.164 Utilidades percibas por las unidades socioeconómicas
Fuente: Instituto de Desarrollo Urbano- Dirección Técnica de Predios. 2017

5.2.3.2.6.3.13 Formalidad de las unidades socioeconómicas

Las unidades socioeconómicas se caracterizan por la informalidad, algunas pertenecientes al régimen simplificado, cuentan con RUT y certificado de cámara y comercio, pero no llevan libro fiscal y no existe separación clara entre los recursos financieros de la vivienda y la actividad económica.

La presencia de unidades formales debidamente constituidas es mínima, cuentan con todos los registros necesarios para el desarrollo de su actividad, llevan libros contables y presentan las declaraciones de impuestos que corresponden a su negocio.

De las 20 unidades socioeconómicas que desarrollan alguna actividad económica, se pudo establecer que el 28% de las unidades socioeconómicas, manifestaron tener registro.

De los negocios censados, se pudo establecer que el 20% lleva contabilidad de sus actividades, ratificando la idea planteada anteriormente.

5.2.3.2.6.3.14 Características de las unidades rentistas

En el caso de las 19 unidades socioeconómicas que reciben ingresos de la renta de sus inmuebles, se identificó que el 93,8% lo hacen a través de contratos escritos de arrendamiento y 6,3% lo hacen a través de contrato verbal, lo cual muestra que, en su mayoría, las relaciones entre propietarios y arrendatarios se establecen en un marco formal.

En cuanto al canon de arrendamiento, el 23,1% de las unidades reciben ingresos inferiores al millón de pesos, 30,8% reciben entre 1 y 2 millones de pesos; y cerca del 38,5%, tiene cánones de arrendamiento superiores a los 2 millones de pesos.

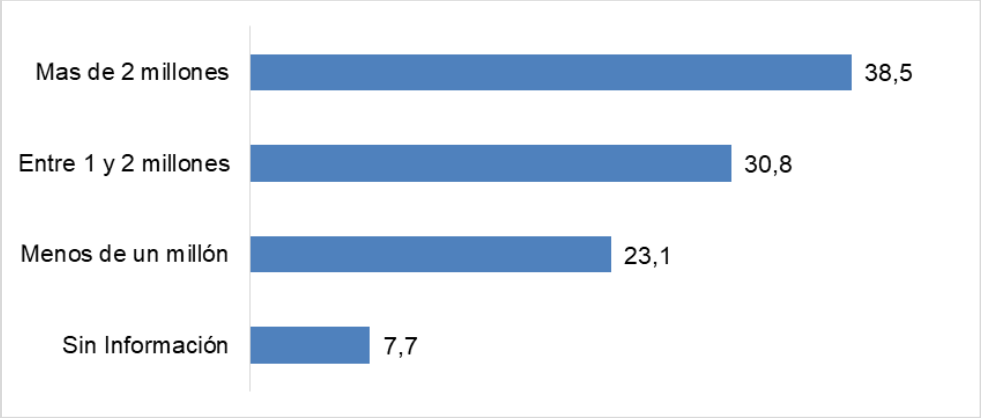


Figura 5.2.3.165 Ingresos económicos de las unidades rentistas
Fuente: Instituto de Desarrollo Urbano- Dirección Técnica de Predios. 2017

5.2.3.2.6.3.15 Características de las unidades económicas

Con respecto a las unidades económicas, se definen como aquellas que desarrollan exclusivamente algún tipo de actividad productiva. En este apartado se describen las principales características de las unidades económicas censadas.

5.2.3.2.6.3.16 Tipo de actividades de las unidades económicas

De las unidades económicas censadas se identificó una amplia gama de actividades económicas con bajas frecuencias.

- El 21% de las unidades económicas corresponden a talleres de mecánica automotriz
- El 14,8% de las unidades económicas corresponden a establecimientos de Diseño y Publicidad.
- El 13,6% de las unidades económicas corresponden a unidades de Creación y Distribución de alimentos.
- El 7,4% de las unidades económicas corresponden a cafeterías.
- El 4,9% de las unidades económicas corresponden a Clubes nocturnos o expendio de bebidas alcohólicas. Y a los Salones de belleza
- El 3,7 % de las unidades económicas corresponden a Casinos.

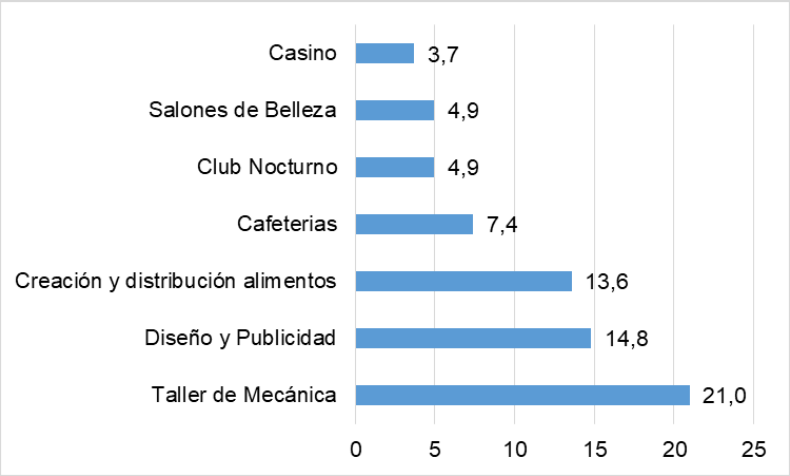


Figura 5.2.3.166 Actividades económicas de las unidades económicas
Fuente: Instituto de Desarrollo Urbano- Dirección Técnica de Predios. 2017

5.2.3.2.6.3.17 Empleo

De los negocios censados, el 74,1% manifestaron tener empleados dentro de su actividad económica. El 25,9% de los negocios afirmó no tener empleado.

5.2.3.2.6.3.18 Tenencia

El 78% de las actividades económica se encuentran en condición de arrendatarias, mientras que el 4% de las unidades son subarrendatarias. Se identificó que el 16% de las unidades económicas son propietarias y el 2% aún continúan pagando por la propiedad del predio.

5.2.3.2.6.3.19 Tradición y reconocimiento de las unidades económicas

Una de las variables más significativas con relación a las unidades económicas es la tradición y reconocimiento que se han ganado a lo largo del tiempo en el sector, convirtiéndolos en negocios

de gran clientela y rotación de los bienes y servicios que prestan a la comunidad. Esta tradición y reconocimiento, así como el largo tiempo en el predio, ha generado en la mayoría de los casos relaciones de confianza de los arrendatarios con los propietarios de los predios donde desarrollan su actividad productiva. Dado que en el momento del traslado esta relación se perdería, los encuestados manifestaron que se constituiría en un alto impacto sobre las unidades económicas.

Lo anterior se ratifica al observar que el 48% de los establecimientos tienen una permanencia de más de 10 años en el barrio, y el 40% en el actual predio. La tendencia de menor frecuencia es la de los establecimientos que manifiestan tener más de 3 meses en el predio, con el 2%, tanto el predio como en el barrio.

El tiempo de funcionamiento de las unidades económicas muestran la importancia de direccionar los programas de acompañamiento, para garantizar las condiciones adecuadas para la reinserción en el mercado de las actividades a trasladar, en sectores de alta densidad de población, donde se asegure la demanda para estas actividades, de manera que no se afecte la productividad y la capacidad de generación de ingresos para cubrir las necesidades de los hogares que dependen de ellas.

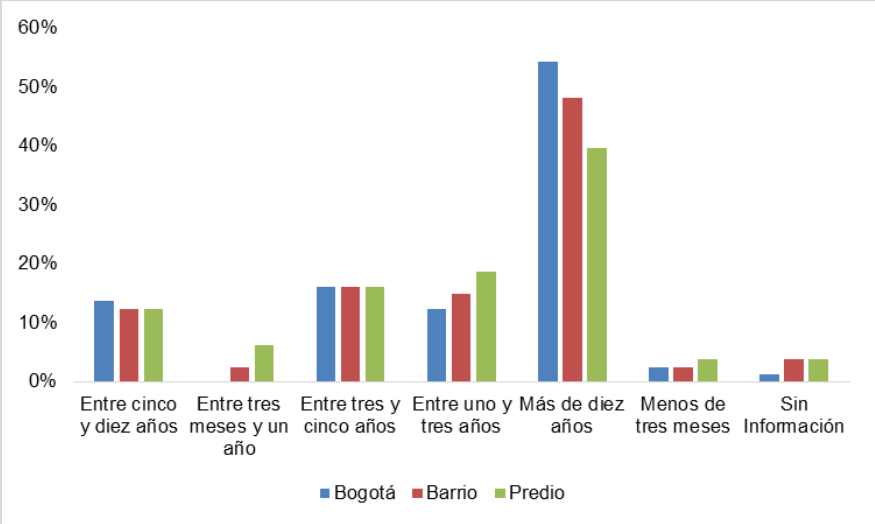


Figura 5.2.3.167 Tiempo de funcionamiento de las unidades económicas

5.2.3.2.6.3.20 Capital y utilidades

Se obtienen los siguientes resultados con respecto al capital invertido en las unidades económicas:

- El 80% de las unidades económicas tienen invertido menor a 300 millones de pesos.
- El 10% de las unidades económicas tienen invertido entre 300 y 3000 millones de pesos.
- El 2% de las unidades económicas tienen invertido entre 3000 y 18500 millones de pesos.
- El 5% de las unidades económicas tienen invertido más de 18500 millones de pesos.
- En 2% de los casos no se obtuvo información al respecto

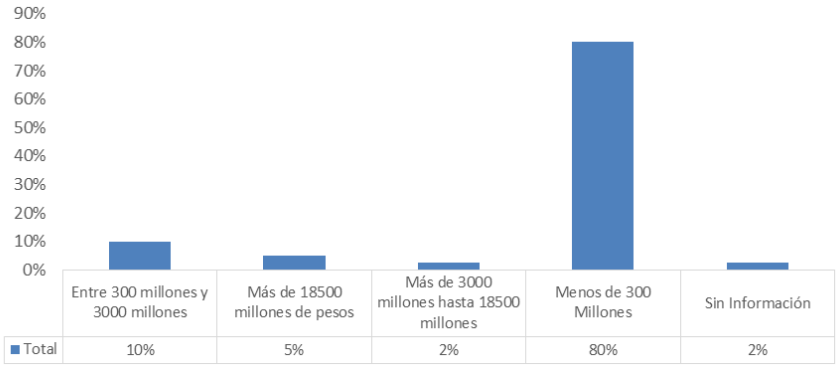


Figura 5.2.3.168 Capital invertido en las unidades económicas

Se obtienen los siguientes resultados con respecto a las utilidades promedio de las unidades económicas:

- El 41% de las unidades económicas reciben menos de 5 millones de pesos como utilidad.
- El 23% de las unidades económicas reciben entre 5 y 10 millones como utilidad.
- El 15% de las unidades económicas reciben entre 10 y 20 millones de pesos como utilidad.
- El 15% de las unidades económicas reciben más de 20 millones de pesos como utilidad
- En el 6% de los casos no se obtuvo información al respecto.

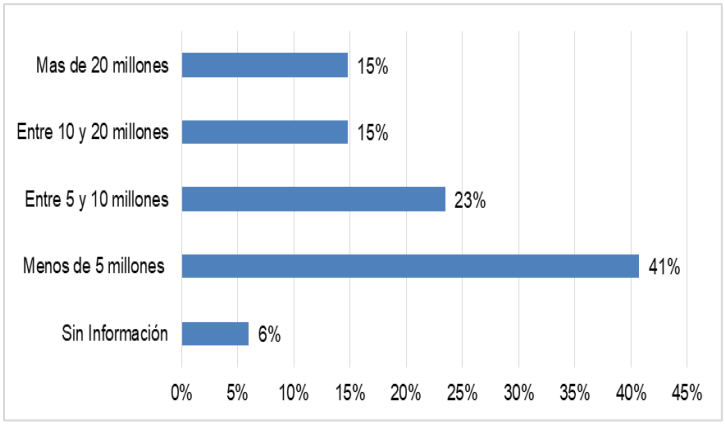


Figura 5.2.3.169 Utilidades de las unidades económicas

5.2.3.2.6.3.21 Formalidad

A diferencia de las unidades socioeconómicas, los negocios que se desarrollan en las unidades económicas se caracterizan por su formalidad. De los negocios censados, se pudo establecer que el 73% de las unidades económicas, manifestaron si tener registro ante la Cámara de Comercio.

Al indagar por la tenencia de documentos de contabilidad, se identificó que el 32% de los negocios censados afirmaron no llevar contabilidad de las actividades del negocio. Mientras que el 68% restante de los establecimientos respondieron afirmativamente.

En esta variable, y aunque la tendencia muestra que los propietarios de las unidades económicas no están interesados en realizar procesos que involucren contratación de terceros (en este caso un contador) para que formalicen contablemente su negocio, se evidencia una estructura básica en llevar cuentas del negocio, muchas veces apoyados en familiares que les ayudan a identificar las ganancias de su actividad productiva.

5.2.3.2.6.4 Caracterización de los Ocupantes del espacio Público

De acuerdo con el informe presentado por el Instituto Para la Economía Social –IPES- mediante radicado IPES N° 00110-816-028973 del 2 de abril de 2018, se realizó la identificación de vendedores informales en los puntos de intervención del área de influencia de la Primera Línea del Metro – PLMB-, en las localidades de Bosa, Kennedy, Los Mártires, Puente Aranda, Antonio Nariño, Santa Fe, Teusaquillo,Chapinero y Barrios Unidos.

La información que se presenta en este aparte correspon a la información registrada en el “Plan integral para ocupantes del espacio público, en su componente de vendedores informales”.

El Instituto para la Economía Social IPES, realizó la identificación, caracterización y registros de los vendedores informales que ocupan el espacio público sobre el trazado de la primera línea del metro de Bogotá – PLMB en dos ejercicios; el primero se desarrolló en sectores de las 9 localidades por donde pasa la PLMB, como resultado de este ejercicio se identificaron 1.104 vendedores informales, cabe resaltar que la metodología y documentación utilizada para este, fue la que el IPES tiene establecida para realizar estas actividades.

El segundo ejercicio se realizó de acuerdo a lo dispuesto en el marco del Convenio 033 de 2017 entre el IPES y la Empresa Metro de Bogotá, en cuanto a la georreferenciación y requerimiento documentales específicos, es decir, el ejercicio se ajustó de acuerdo a la zonificación establecida por la Empresa Metro y fue necesaria la elaboración de instrumentos documentales específicos para dar cumplimiento a los requerimientos del Convenio.

En este sentido, se identificaron 369 vendedores informales sobre el trazado de la PLMB y 194 usuarios en las alternativas comerciales del IPES que quedan ubicadas sobre el mismo trazado; como se muestra a continuación.

Tabla 5.2.3.62 Resultados generales de la identificación.

	RESULTADOS GENERALES DE LA IDENTIFICACIÓN			
	No	**IDENTIFICACIONES**	**DIRECCIÓN O LOCALIZACIÓN**	**NÚMERO DE USUARIOS**
Usuarios en alternativas comerciales IPES	1	Punto Comercial - Bulevar Caracas	Av. Caracas con Calle 13 Esquina, costado sur	32
	2	Punto Comercial - Rotonda	Avenida Caracas No. 50-60	16
	3	Punto Comercial - Minicentro	Av. Carrera 13 No. 60-29	16
	4	Punto Comercial - Flores de la 26	Av. Caracas Cra. 17 No 25 – 81	25
	5	Punto Comercial - Flores de la 68	Carrera 13 No. 68-76	44
	6	Punto Comercial - Box Coulvert	Calle 12 # 9 - 68 Túnel	23
	7	Punto Comercial - CFP Primera de	Av. Calle 26 Sur No. 72- 25	6
	8	Quiosco No. 196	Avenida Caracas con calle 70	2
	9	Quiosco No. 205	Avenida Caracas con calle 63	2
	10	Quiosco No. 210	Calle 63 con carrera 13	2
	11	Quiosco No. 183	Avenida Caracas con calle 53	2
	12	Quiosco No. 189	Avenida Caracas con calle 51	2
	13	Quiosco No. 209	Avenida Caracas con calle 46	2
	14	Quiosco No. 275	Avenida Caracas con calle 44	2
	15	Quiosco No. 193	Carrera 14 con calle 42	2
	16	Quiosco No. 109	Avenida Caracas con calle 37	2
	17	Quiosco No. 152	Avenida Caracas con calle 28	2
	18	Quiosco No. 118	Av. calle 19 con carrera 14	2
	19	Quiosco No. 53	Av. calle 19 con carrera 13 A	2
	20	Quiosco No. 33	Av. Calle 13 con 14 costado oriental	2
	21	Quiosco No. 31	Av. Calle 13 con 14 costado occidental	2
	22	Quiosco No. 41	Avenida Caracas con calle 11	2
	23	Quiosco No. 14	Avenida Caracas con calle 6	2
Fuera de las alternativas comerciales IPES	24	Vendedores informales identificados en el espacio público.	Sobre el trazado de la PLMB.	369

Fuente: Atención Integral IPES, 2018

Con relación a lo anterior, se determinó la población que se encuentra en el área de afectación directa por la construcción de la PLMB, entendiendo por esta, los vendedores informales y usuarios de las alternativas comerciales del IPES que se encuentran en las zonas destinadas para las 16 estaciones que tendrá el proyecto. Tabla 5.2.3.63

Tabla 5.2.3.63 Usuario IPES y vendedores informales con afectación directa por la construcción de la PLMB.

	IDENTIFICACIÓN DE LOS USUARIOS Y VENDEDORES INFORMALES CON AFECTACIÓN DIRECTA POR LA CONSTRUCCIÓN DE LA PLMB			
	No	IDENTIFICACIONES	DIRECCIÓN O LOCALIZACIÓN	NÚMERO DE USUARIOS
Usuarios PES	1	Punto Comercial - Bulevar Caracas	Av. Caracas con Calle 13 Esquina, costado sur oriental	32
	2	Quiosco No. 205	Avenida Caracas con calle 63	2
	3	Quiosco No. 210	Calle 63 con carrera 13	2
	4	Quiosco No. 193	Carrera 14 con calle 42	2
Fuera de las alternativas comerciales IPES	5	Vendedores informales identificados en el espacio público.	Sobre el área de las 16 estaciones del Metro	99
			Total	**137**

Fuente: Atención Integral IPES, 2018

La Tabla 5.2.3.64, enuncia las 6 zonas establecidas para el proceso metodológico de descripción de las áreas ocupadas y su relación con el proyecto, la caracterización social e identificación de los ocupantes del espacio público y diagnóstico.

Tabla 5.2.3.64 Descripción de Zonas METROBOG - Empresa Metro - FDN

Zona	Descripciön
Zona 1	Patio Taller hasta Av. Villavicencio con Carrera 80
Zona 2	Av. Villavicencio desde Carrera 80 hasta la Av. Boyacá
Zona 3	Av. 1a de Mayo desde la Av. Boyacá hasta la intersección Cll.8/Cll 1ra.
Zona 4	Calle 1ra desde la intersección con Cll 8 sigue hasta Av caracas con Cll 26.
Zona 5	Av. Caracas desde la calle 26 hasta la 57.
Zona 6	Av. Caracas desde la calle 57 hasta la 78.

Fuente: Estudios sociales del consorcio METROBOG, 2018

La metodología se establece bajo el esquema de objetivos estratégicos tal como se describe en la Tabla 5.2.3.65

Tabla 5.2.3.65 Metodología de Trabajo

Objetivo Estratégico	Actividades	Soporte
Identificar y Caracterizar los Ocupantes del Espacio Público – Vendedores Informales	Observación no participativa	Ficha Técnica
	Identificación	Acta Ficha Técnica Formato de Caracterización FO 203
	Caracterización	Informe
	Análisis	Índice de Vulnerabilidad Informe
Describir las áreas ocupadas y su relación con el proyecto	Caracterización	Informe
	Análisis	Informe
Tipificar y relacionar los Ocupantes del Espacio Público – Vendedores Informales	Caracterización	Informe
	Análisis	Informe

Fuente: Atención Integral IPES, 2018

5.2.3.2.6.4.1 Descripción de las áreas ocupadas y su relación con el proyecto.

La descripción de las áreas de influencia directa ocupadas por los vendedores informales estacionarios y ambulantes que ocupan el espacio público se constituye en dos determinantes. Una primera aproximación se establece en la descripción de los espacios ocupados por los vendedores informales del área de influencia directa:

- La relación directa con las estaciones del PLMB.
- La relación directa con las alternativas económicas del IPES del PLMB.

Una segunda se establece en relación a las seis zonas determinadas por el consorcio METRO-BOG de acuerdo a las características socioeconómicas y los ejes viales donde hay mayor concentración de los vendedores asociados a su actividad de influencia (a lo largo del trazado).

5.2.3.2.6.4.1.1 **Descripción de las áreas ocupadas por los OEP y su relación con las estaciones de la PLMB. Área de Influencia Directa**

La descripción de las áreas ocupadas y su relación con las 16 estaciones que se proyectan, establece que la mayor presencia de vendedores estacionarios ocupando el espacio público, se encuentra en los alrededores de la Estación de Interconexión Centro Histórico, Estación Especial Av. Boyacá, Estación de Interconexión Calle 63 y Estación de Interconexión Calle 45, con el 46% de los identificados (46 personas), seguido de las estaciones Interconexión N.Q.S, Interconexión Calle 72, Estación Especial Calle 42 sur y la Estación Especial Cr 80, con el 34%. (34 personas) Finalmente, la Estación Especial Portal de las Américas y Estación ALO, no se evidencian vendedores informales estacionarios ni ambulantes.

Tabla 5.2.3.66 Descripción de las áreas ocupadas por los OEP y su relación con las estaciones de la PLMB. Área de Influencia Directa

Área ocupada	Vendedores estacionarios que ocupan el espacio público en cercanías a las estaciones
Estación Centro Histórico	13
Estación Av. Boyacá	12
Estación Calle 63	11
Estación Calle 45	10
Estación N.Q.S	9
Estación Calle 72	9
Estación Calle 42 sur	9
Estación Cr 80	7
Estación Calle 26	5
Estación Kennedy	5
Estación Calle 1	4
Estación Nariño	3
Estación Cr 50	1
Estación Av. 68	1
Estación Portal Américas	0
Estación ALO	0
TOTAL	**99**

Fuente: Atención Integral IPES, 2018

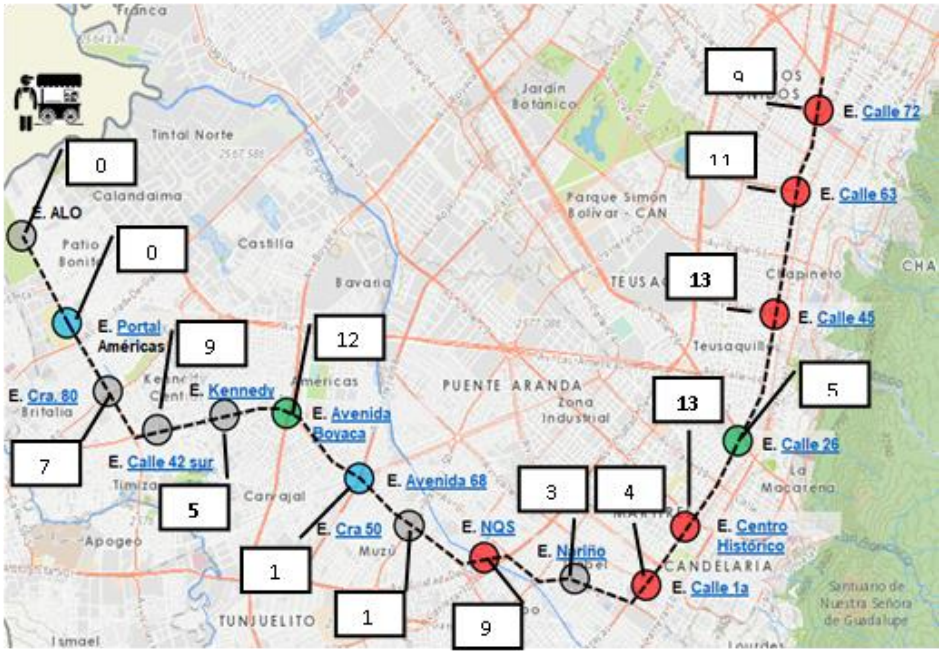


Figura 5.2.3.170 Número de vendedores informales estacionarios que se encuentran realizando su actividad económica en cercanía a las estaciones de la primera línea del metro de Bogotá
Fuente: Consorcio METRO-BOG, adaptación IPES, 2018

5.2.3.2.6.4.1.2 **Descripción de las áreas ocupadas y su relación de las alternativas del IPES en el Área de Influencia Directa.**

Las áreas de influencia directa en las alternativas económicas del Instituto para la Economía Social IPES se establecen en el punto comercial “Bulevar Caracas” con 32 usuarios y 3 Quioscos con 6 personas.

Tabla 5.2.3.67 Descripción de las áreas ocupadas y su relación de las alternativas del IPES. Área de Influencia Directa.

Nombre De La Alternativa	Dirección	Número De Usuarios
Punto Comercial Bulevar Caracas	Av. caracas con calle 13	32
Quiosco 193	Av. caracas 14 No 42	2
Quiosco 205	Av. Caracas No 42	2
Quiosco 210	Cl 63 No 13	2

Nombre De La Alternativa	Dirección	Número De Usuarios
TOTAL		**38**

Fuente: Atención Integral IPES, 2018

En este sentido se puede establecer que se encuentran 137 personas de influencia directa. 99 personas ubicadas en las 16 estaciones del Metro y 38 personas en las alternativas económicas del IPES.

5.2.3.2.6.4.1.3 **Descripción de las áreas ocupadas y su relación con el trazado de la PLMB.**

El segundo determinante en relación a las 6 zonas establecidas por el consorcio METRO-BOG de acuerdo a las características socioeconómicas y los ejes viales del trazado del Metro donde hay mayor concentración de los vendedores asociados a su actividad, se establece un numero de 270 Vendedores que ocupan el espacio público.

La zona 4 (Calle 1ra desde la intersección con Cll 8 sigue hasta Av caracas con Cll 26) es donde se encuentra el mayor porcentaje de vendedores que ocupan el espacio público con el 47% (124 personas), cuya presencia se encuentra en su mayoría en la jornada de la mañana y tarde específicamente entre las calles 14 y 11 con Av. Caracas, seguida de la zona 3 (Zona 3 Av. 1a de Mayo desde la Av. Boyacá hasta la intersección Cll.8/ Cll. 1ra) con el 20% (55 personas), cuya mayor presencia se encuentra en la jornada de la tarde noche específicamente en el sector cercano al centro comercial Plaza de las Américas.

Tabla 5.2.3.68 Descripción de las áreas ocupadas y su relación con las zonas del trazado de la PLMB.

Zona	Numero de vendedores que ocupan el espacio público
Zona 1 Patio Taller hasta Av. Villavicencio con Carrera 80	23
Zona 2 Av. Villavicencio desde Carrera 80 hasta la Av. Boyacá	17
Zona 3 Av. 1a de Mayo desde la Av. Boyacá hasta la intersección Cll.8/Cll 1ra	55
Zona 4 Calle 1ra desde la intersección con Cll 8 sigue hasta Av caracas con Cll 26.	124
Zona 5 Av. Caracas desde la calle 26 hasta la 57.	30
Zona 6 Av. Caracas desde la calle 57 hasta la 78.	21

Zona	Numero de vendedores que ocupan el espacio público
Total	**270 Personas**

Fuente: Atención Integral IPES, 2018

La zona con menor presencia de vendedores informales que ocupan el espacio público son la zona 2 (Av. Villavicencio desde Carrera 80 hasta la Av. Boyacá) con el 6% (17 personas) en jornadas de mañana y tarde seguida de la zona 6 con el 8%% (21 personas), en jornadas de mañana tarde.

5.2.3.2.6.4.2 *Caracterización social e identificación y diagnostico de los OEP del aréa de influencia directa.*

El trabajo de campo realizado en las diferentes jornadas estableció los determinantes necesarios para la caracterización del vendedor informal que ocupa el espacio público, corresponde a la gestión misional realizada por el IPES a través de fichas metodológicas y lo previsto en la resolución 1023 de 2017.

5.2.3.2.6.4.2.1 **Género_ Área de influencia Directa.**

Se establece que 42% de los OEP de influencia directa son mujeres (58 personas) y el 58% son hombres (79 hombres) de una población total de 137 personas identificadas en las 6 zonas establecidos en la metodología.

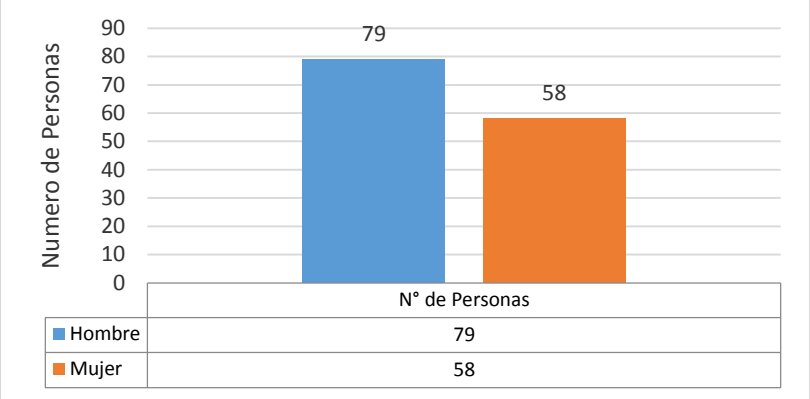
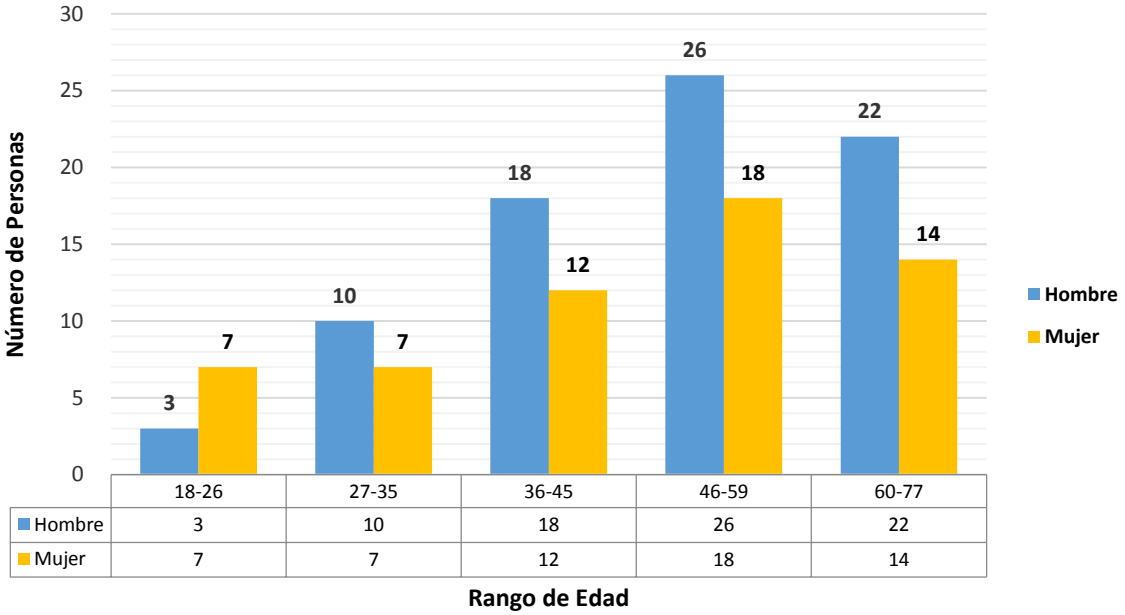


Figura 5.2.3.171 Composición por Sexo: OEP- Área de Influencia Directa
Fuente: Atención Integral IPES, 2018

*5.2.3.2.6.4.2.2 **Grupo Etario – Área de Influencia Directa.***

La estructura poblacional determina que el mayor grupo poblacional se encuentra en el rango de edad entre los 46 a 59 años con el 32% (44 personas) de los cuales el 60% son hombres y 40% son mujeres. Seguido del grupo poblacional adulto mayor con el 26% (36 personas) de los cuales el 61% son hombres y el 39% respectivamente son mujeres. Por otra parte, el grupo de menor porcentaje se encuentra en el rango de 18 a 26 años con el 7% (10 personas) de los cuales el 70% son mujeres y el 30% son hombres.



	18-26	27-35	36-45	46-59	60-77
Hombre	3	10	18	26	22
Mujer	7	7	12	18	14

Figura 5.2.3.172 Grupo Etario – OEP Área de Influencia Directa
Fuente: Atención Integral IPES, 2018

*5.2.3.2.6.4.2.3 **Grupo Poblacional – Área de Influencia Directa.***

En relación a los grupos poblacionales de especial protección constitucional, se estima que los vendedores informales que ocupan el espacio público de mayor presencia son los adultos mayores con el 26%, (36 personas) de los cuales 22 son hombres y 14 son mujeres con un promedio de edad de 66 años. Seguido de la población que refiere ser cabeza de hogar con el 10% (14 personas) de los cuales 6 son hombres y 8 son mujeres con un promedio de edad de 47 años.

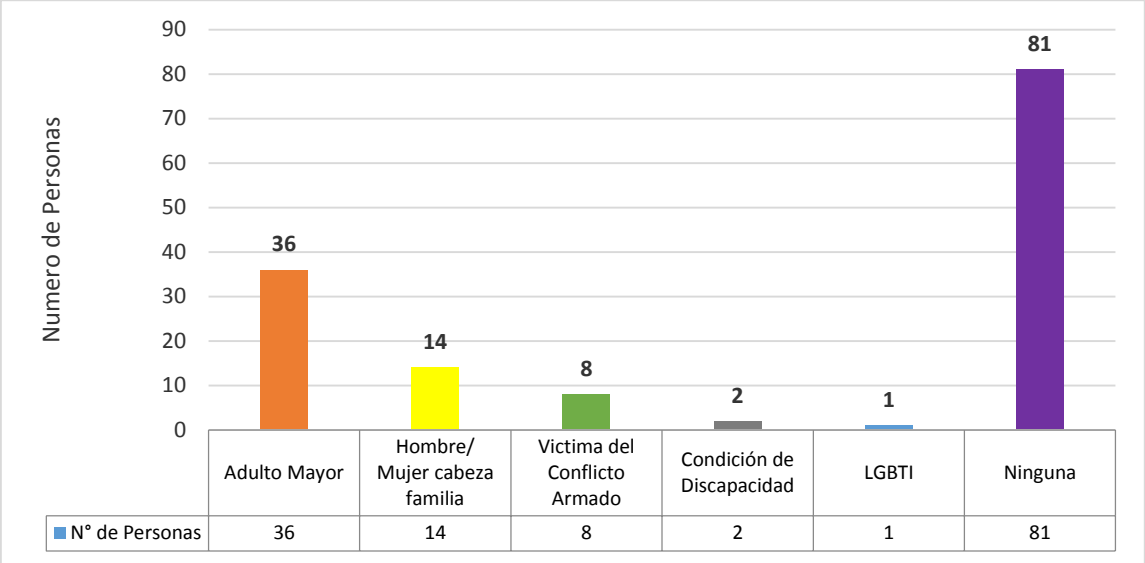


Figura 5.2.3.173 Grupo Poblacional Especial Protección Constitucional - OEP en el Área de Influencia Directa

Fuente: Atención Integral IPES, 2018

Se evidencia que la población víctima del conflicto armado es del 6% (8 personas) aproximadamente, de los cuales 5 personas son hombres y 3 son mujeres con una edad promedio de 47 años. En cuanto a la condición de discapacidad y sus cuidadores, se evidencia el 1%, (2 personas) adultos mayores hombres con una edad promedio de 69 años. En cuanto a la población LGBTI , se establece 1 personas que afirman pertenecer a este grupo.

*5.2.3.2.6.4.2.4 **Nivel educativo – Área de Influencia Directa.***

En relación al nivel educativo de las 137, se establece que la categoría primaria completa es la de mayor presencia con el 26% de las personas identificadas (35 personas), de los cuales 26 personas son hombres y 9 son mujeres con un promedio de edad de 48 años. La categoría secundaria incompleta 25% (34 personas) de los cuales 25 son hombres y 9 personas son mujeres con una edad promedio de 48 años. La secundaria completa estima el 24% (33 personas) de los vendedores informales que ocupan el espacio público de los cuales 19 son hombres y 14 son mujeres con un promedio de edad de 45 años.

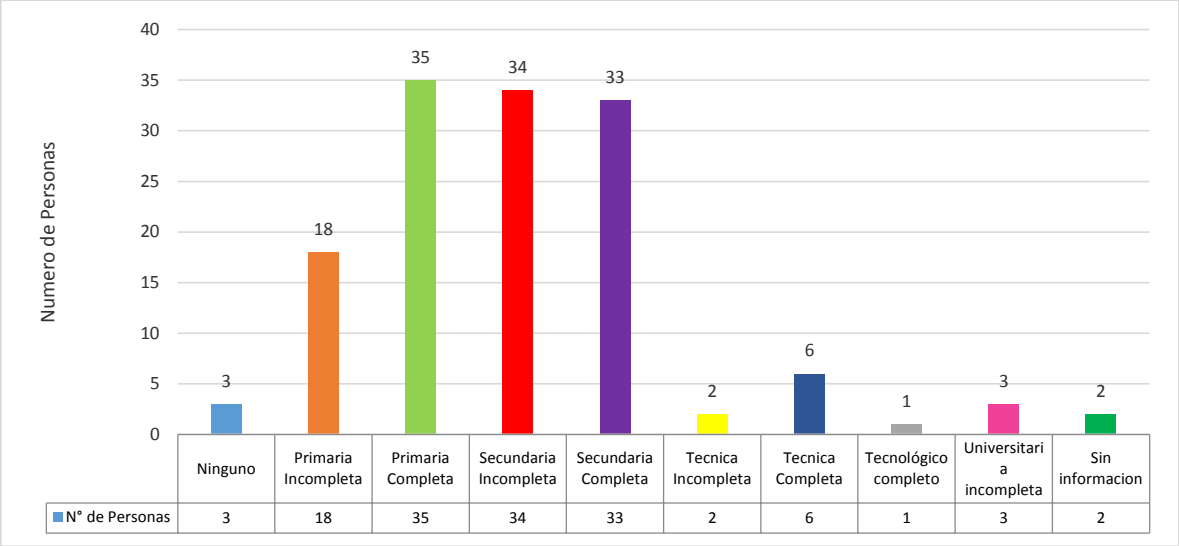


Figura 5.2.3.174 . Nivel Educativo – OEP en el Área de Influencia Directa
Fuente: Atención Integral IPES, 2018

En relación a ningún nivel educativo, se determina un porcentaje del 2% el cual corresponde a 3 hombres adultos mayores.

*5.2.3.2.6.4.2.5 **Características vivienda actual – Área de Influencia Directa.***

En cuanto a las características de vivienda actual, se estima que en su mayoría los vendedores informales que se identifican, viven en arriendo o subarriendo con el 81% (111 personas), Seguido del 7% que corresponde a (10 personas) quienes refieren tener una vivienda propia totalmente paga.

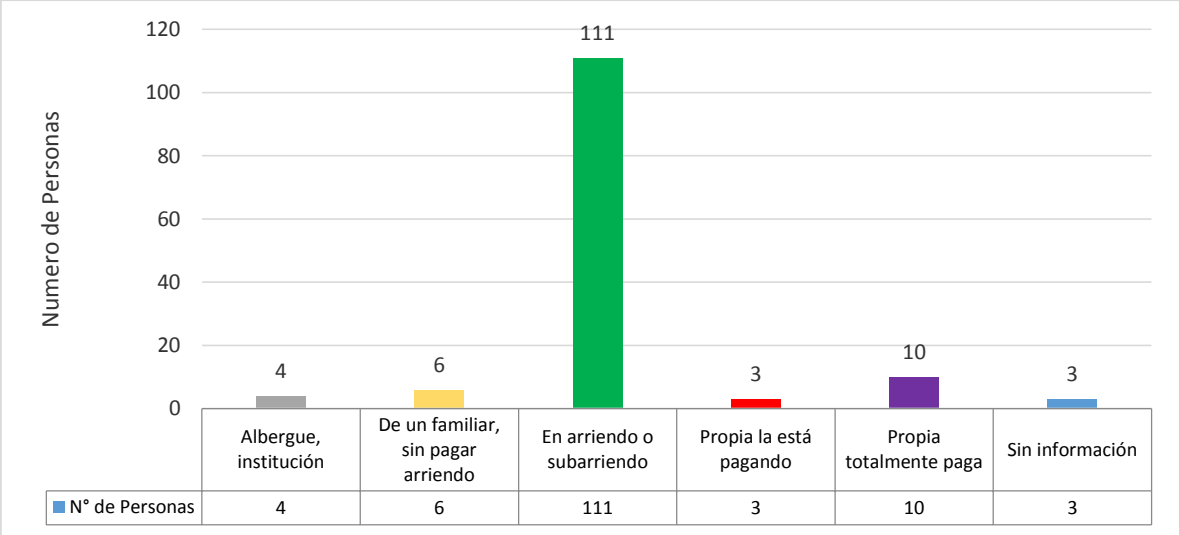


Figura 5.2.3.175. Características de Vivienda Actual – OEP en el Área de Influencia Directa
Fuente: Atención Integral IPES, 2018

5.2.3.2.6.4.2.6 Vendedores con Registro Individual de Vendedores (RIVI) – Área de Influencia Directa.

Una vez revisado la herramienta misional HEMI se estima que el 61% (84 personas) no cuentan con el registro individual de vendedor informal RIVI y el 39 % (53 personas) se encuentran incluidas a solicitud de las alcaldías locales en el Registro Individual de Vendedores RIVI

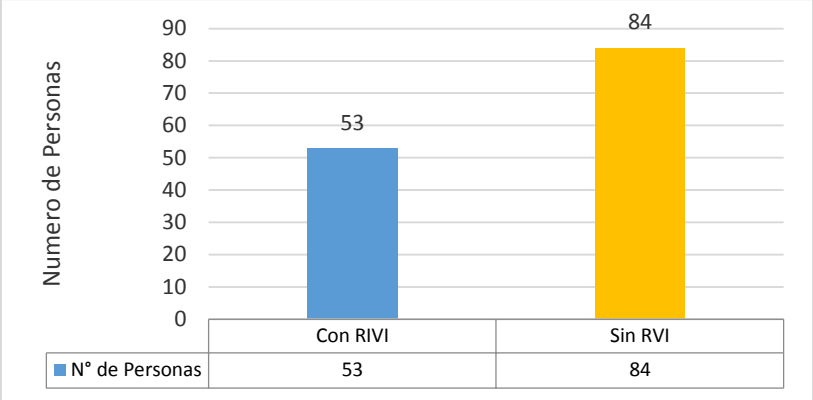


Figura 5.2.3.176. Identificados con RIVI – OEP en el Área de Influencia Directa
Fuente: Atención Integral IPES, 2018

5.2.3.2.6.4.2.7 Opciones Fuera del Espacio Público – OEP – Área de Influencia Directa.

Para el caso de los vendedores informales que ocupan el espacio público de influencia directa, en las jornadas de identificación se les preguntó, si ellos tuvieran la posibilidad de no utilizar el espacio público para ejercer actividades de ventas informales, ¿Cuál de las siguientes opciones fuera del espacio público, preferiría? Donde se les presentaron las siguientes opciones:

a. Constituir Negocio
b. Ser Relocalizado
c. Obtener Empleo

Existe un mayor porcentaje de ocupantes del espacio público vendedores informales, que desean se relocalizados del lugar donde ejercen su actividad con un 31% (43 personas), seguido de los vendedores informales que desean constituir su propio negocio con el 23% (32 personas) y el 8% (11 personas) afirman que su opción fuera del espacio público consiste en la búsqueda de un empleo.

Se estima la opción de reubicación para los usuarios del IPES que se ven afectados directamente por la primera línea del metro, Punto Comercial Bulevar Caracas y los Quioscos.

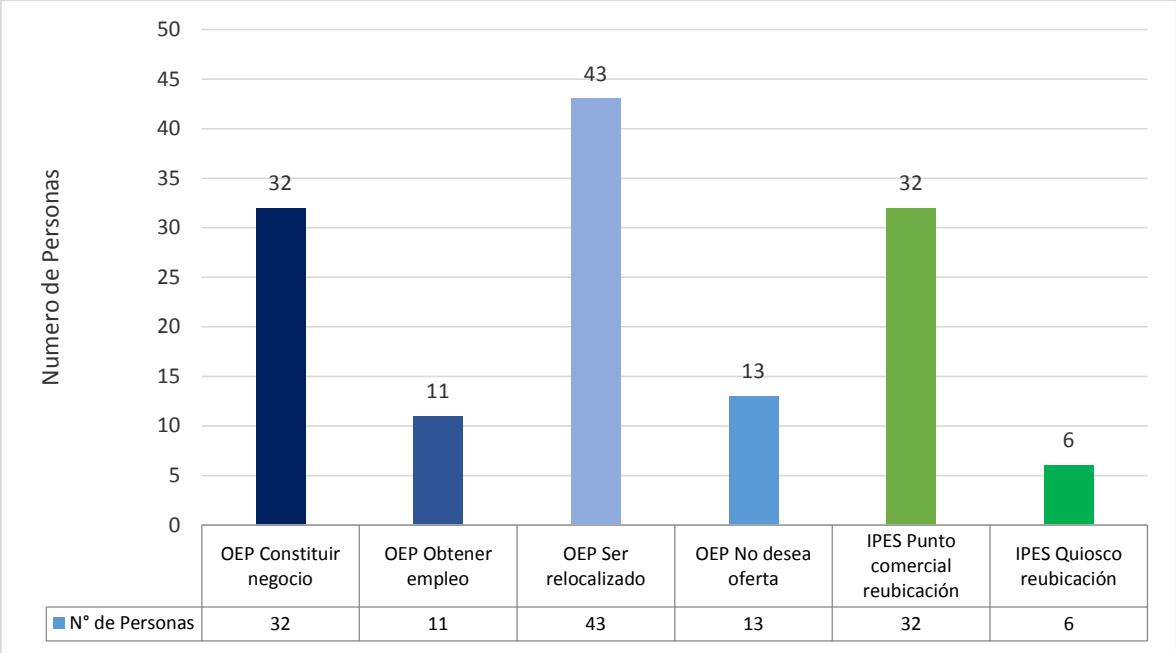


Figura 5.2.3.177. Opción fuera del Espacio Público: OEP – IPES Área de Influencia Directa
Fuente: Atención Integral IPES, 2018

5.2.3.2.6.4.2.8 ***Ingresos – OEP Área de Influencia a lo largo del trazado.***

La aproximación se determina en relación a la probabilidad de cada persona según los parámetros estimados en el Índice de Vulnerabilidad y la línea de pobreza definida por el Departamento Administrativo Nacional de Estadística DANE.

Se estima que el 72% de las personas identificadas están por debajo del costo per cápita mínimo de una canasta básica de bienes, siendo el 55% hombres y el 45% mujeres en promedio de edad 45 años. Igualmente se determina este grupo poblacional en el análisis de vulnerabilidad del vendedor como vulnerabilidad media y alta.

5.2.3.2.6.4.2.9 ***Análisis de información Índice de Vulnerabilidad - OEP Área de Influencia Directa***

El análisis del Índice de Vulnerabilidad el vendedor que ocupa el espacio público, es una estrategia de priorización y mitigación de riesgos asociados a las diferentes condiciones de las personas identificadas, lo que permite establecer programas y actividades para la consecuente asignación de alternativas ofertadas por el IPES y en general las posibles alternativas asociadas al convenio.

La metodología para evaluar el grado de vulnerabilidad del vendedor informal que ocupa el espacio público permite determinar la condición y situación de vulnerabilidad del vendedor informal y su núcleo familiar, que se encuentra inscrito en el RIVI y/o es identificado por la entidad en la Herramienta Misional – HEMI-.

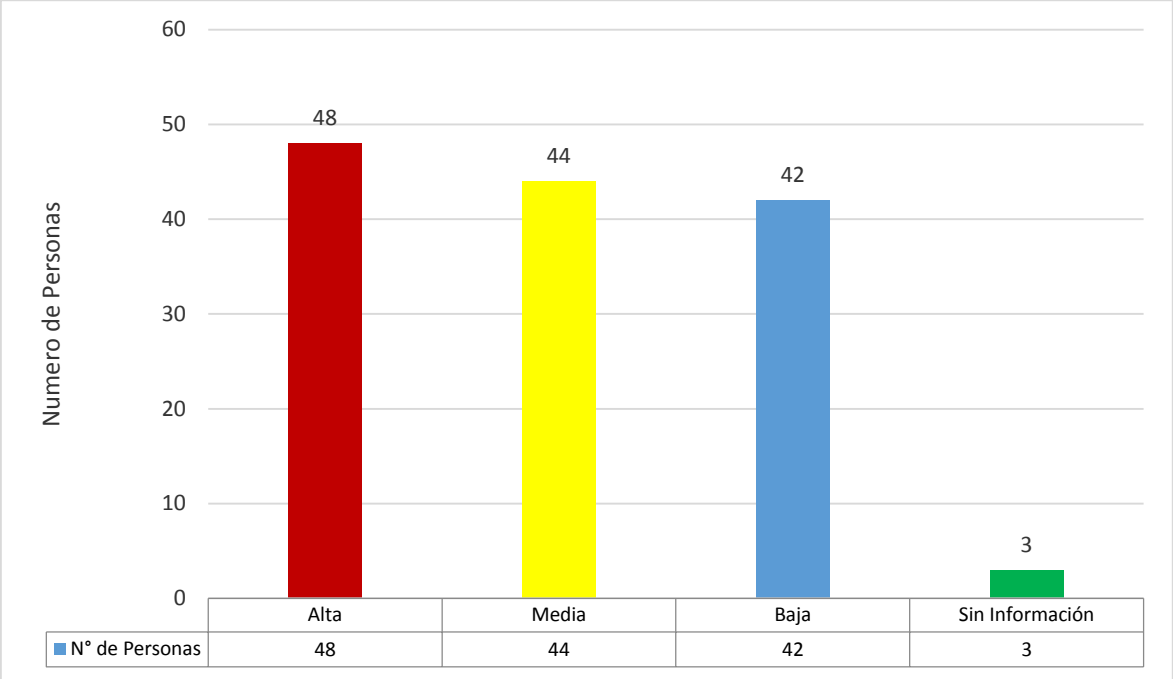


Figura 5.2.3.178. Índice de Vulnerabilidad OEP IPES en el Área de Influencia Directa
Fuente: Atención Integral IPES, 2018

El Índice de Vulnerabilidad para el Vendedor Informal que ocupa el espacio público establece el grado relativo de vulnerabilidad que enfrenta el vendedor informal en el espacio público, en cumplimiento de las acciones afirmativas exigidas por la Corte Constitucional, específicamente en la sentencia C- 211 de 2017.

La estimación del Índice de Vulnerabilidad determina que el 36% de las personas obtienen una condición y situación de vulnerabilidad alta, un 32% media, un 30% vulnerabilidad baja y un 2% sin información que permita el cálculo. Las diferentes acciones en consecuencia de la estimación de la vulnerabilidad son referidas por prioridad a los programas institucionales del IPES (Alternativas Económicas, Formación, Empleabilidad, Emprendimiento).

5.2.3.2.6.4.3 Caracterización social e identificación y diagnostico de los OEP en el influencia a lo largo del trazado.

El trabajo de campo realizado en las diferentes jornadas estableció los determinantes necesarios para la caracterización del vendedor informal que ocupa el espacio público afectado indirectamente, corresponde a la gestión misional realizada por el IPES a través de fichas metodológicas y lo previsto en la resolución 1023 de 2017.

5.2.3.2.6.4.3.1 *Género-Área de Influencia a lo largo del trazado.*

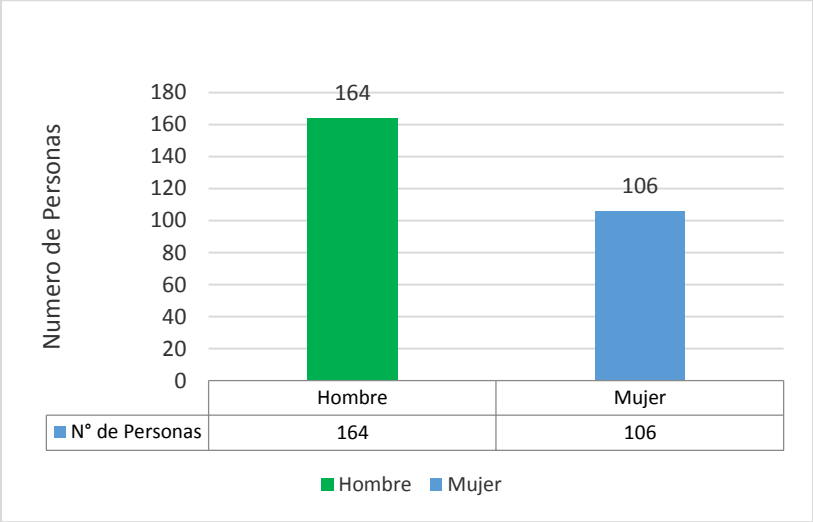


Figura 5.2.3.179. Composición por Sexo: OEP en el Área de Influencia a lo largo del trazado.
Fuente: Atención Integral IPES, 2018

Se establece que 61% de los OEP de influencia indirecta son hombres (164 personas) y el 40% son mujeres (106 personas) de una población total de 270 personas identificadas en las 6 zonas establecidas en la metodología.

5.2.3.2.6.4.3.2 *Grupo Etario - Área de Influencia a lo largo del trazado.*

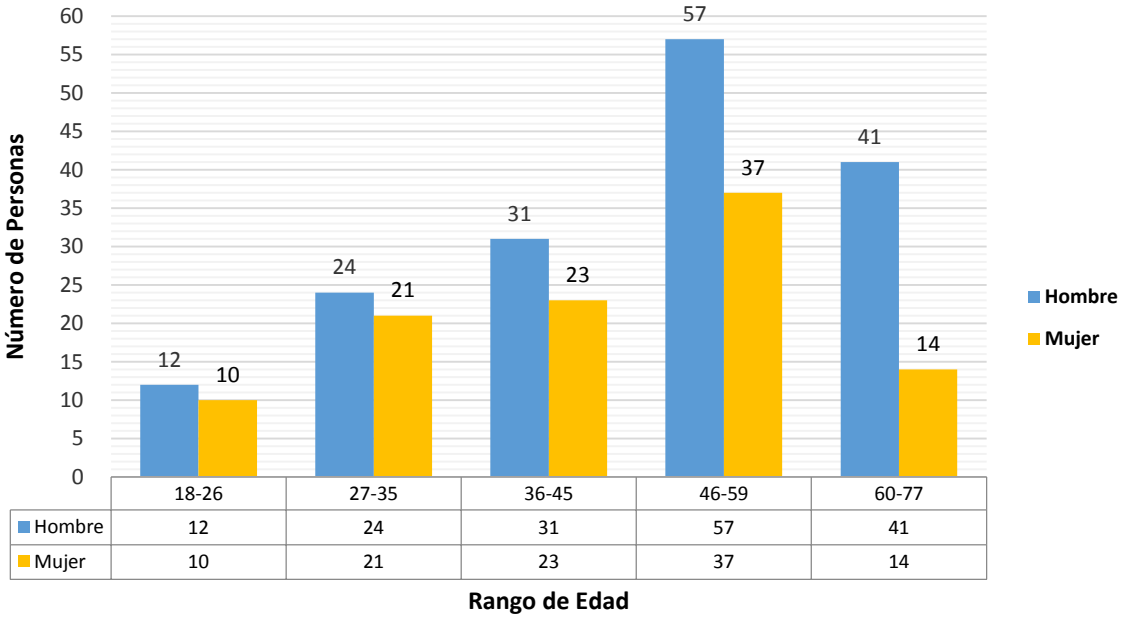


Figura 5.2.3.180. Grupo Etario en el Área de Influencia a lo largo del trazado.

Fuente: Atención Integral IPES, 2018

La estructura poblacional determina que el mayor grupo poblacional de influencia indirecta se encuentra en el rango de edad entre los 46 a 59 años con el 32% (94 personas) de los cuales el 61% son hombres y 39% son mujeres. Seguido del grupo poblacional adulto mayor con el 20% (55 personas) de los cuales el 75% son hombres y el 25% respectivamente son mujeres. Por otra parte, el grupo de menor porcentaje se encuentra en el rango de 18 a 26 años con el 8% (22 personas) de los cuales el 46% son mujeres y el 54% son hombres.

*5.2.3.2.6.4.3.3 **Grupo Poblacional - Área de Influencia a lo largo del trazado.***

En relación a los grupos poblacionales de especial protección constitucional, se estima que el 51 % de los vendedores informales que ocupan el espacio público de influencia indirecta, mantienen al menos una condición de protección constitucional. El de mayor presencia es la población que refiere ser cabeza de hogar con el 20% (53 personas) seguido de los adultos mayores con el 16% (44 personas) y víctimas del conflicto armado 11% (30 personas).

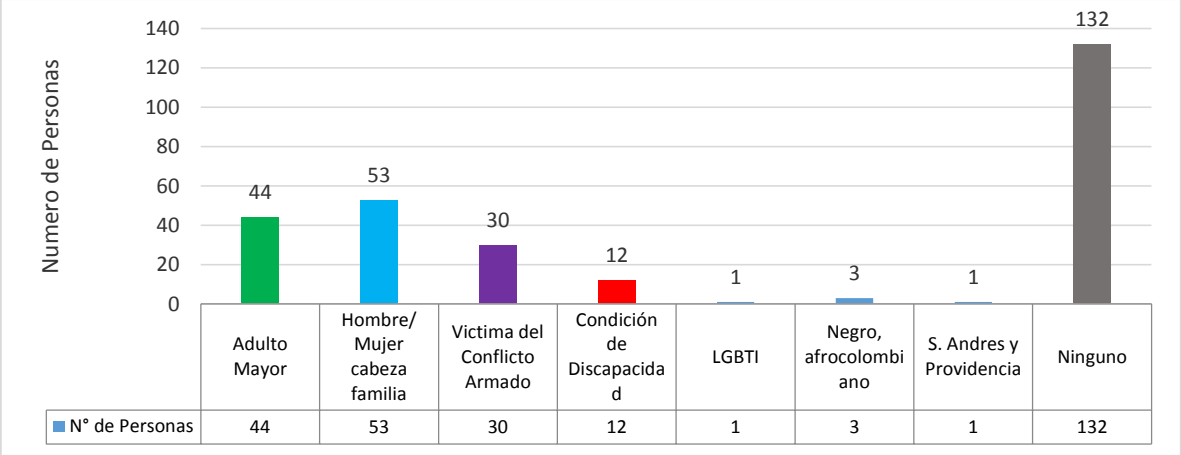


Figura 5.2.3.181. Grupo Poblacional Especial Protección Constitucional - OEP en el Área de Influencia a lo largo del trazado.

Fuente: Atención Integral IPES, 2018

*5.2.3.2.6.4.3.4 **Nivel educativo - Área de Influencia a lo largo del trazado.***

En relación al nivel educativo de las 270 personas, se establece que la categoría primaria completa es la de mayor presencia con el 25% de las personas identificadas (68 personas), seguida de la categoría secundaria incompleta 23% (62 personas), la secundaria completa estima el 20% (55 personas) finalmente la población identificada sin ningún nivel educativo es del 7% (19 personas)

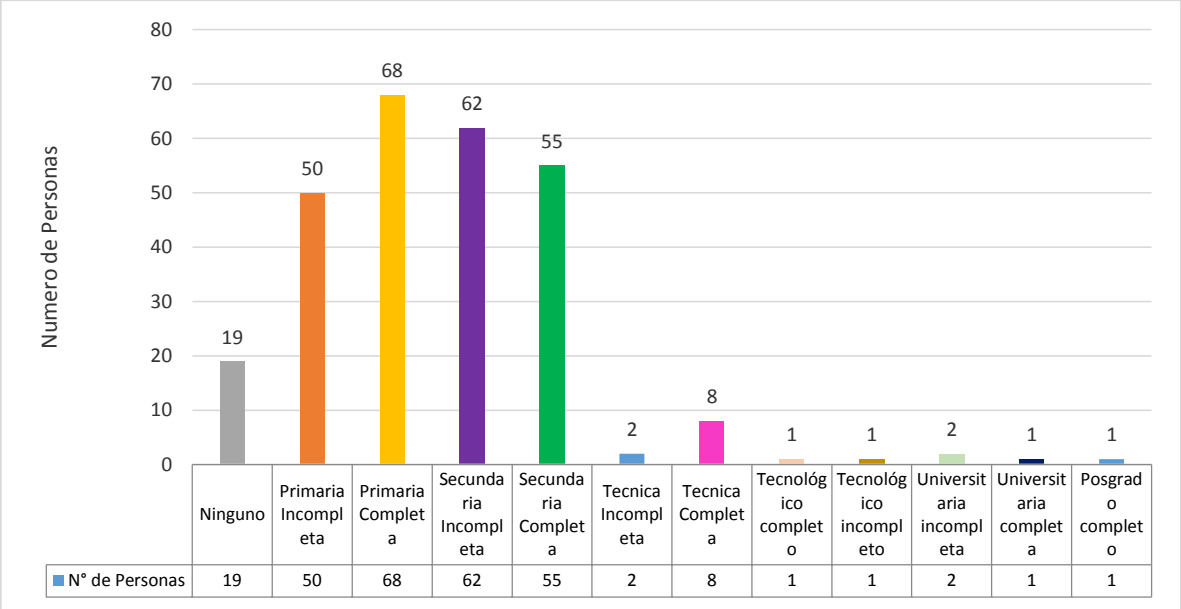


Figura 5.2.3.182. Nivel Educativo - OEP en el Área de Influencia a lo largo del trazado.
Fuente: Atención Integral IPES, 2018

5.2.3.2.6.4.3.5 ***Características vivienda actual – OEP - Área de Influencia a lo largo del trazado.***

En cuanto a las características de vivienda actual, se estima que en su mayoría los vendedores informales que se identifican, viven en arriendo o subarriendo con el 75% (202 personas), Seguido del 10% que corresponde a (26 personas) quienes refieren tener una vivienda propia totalmente paga.

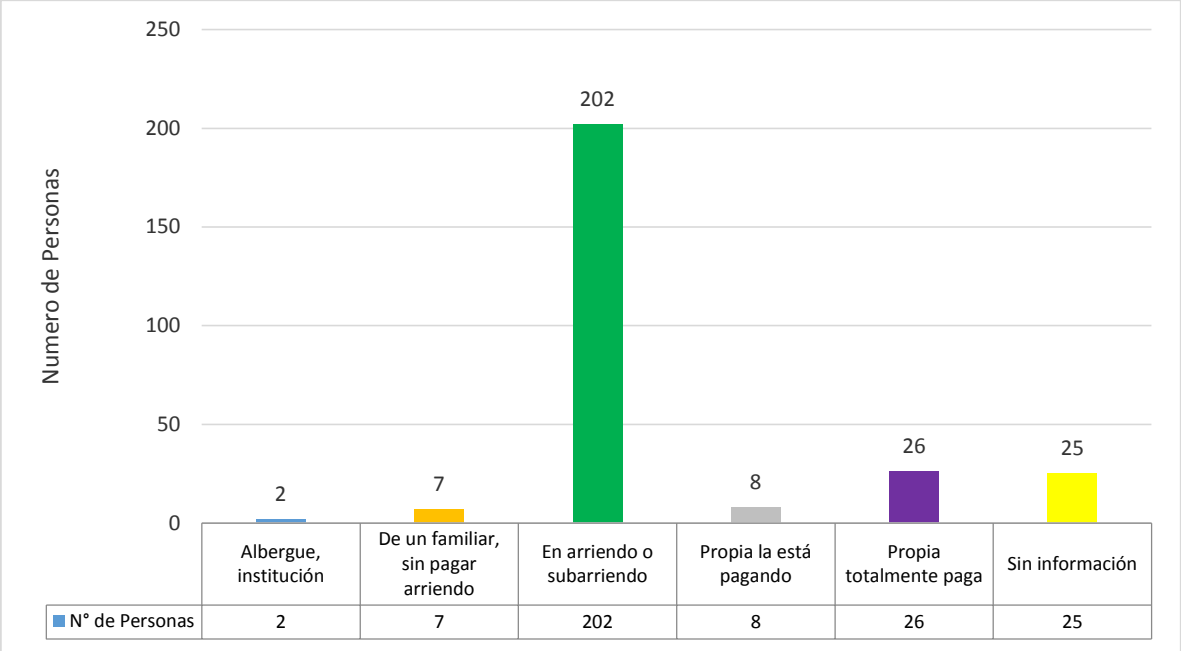


Figura 5.2.3.183. Características de Vivienda Actual – OEP en el Área de Influencia a lo largo del trazado.

Fuente: Atención Integral IPES, 2018

5.2.3.2.6.4.3.6 *Vendedores con Registro Individual de Vendedores – RIVI - Área de Influencia a lo largo del trazado.*

Una vez revisado la herramienta misional HEMI se estima que el 94% (255 personas) no cuentan con el registro individual de vendedor informal RIVI y el 6 % (15 personas) se encuentran incluidas a solicitud de las alcaldías locales en el Registro Individual de Vendedores RIVI

Tabla 5.2.3.69. Identificados con RIVI - OEP en el Área de Influencia a lo largo del trazado.

	Número de personas
Con RIVI	15
Sin RIVI	225

Fuente: Atención Integral IPES, 2018

5.2.3.2.6.4.3.7 *Opciones Fuera del Espacio Público – OEP - Área de Influencia a lo largo del trazado.*

Existe un mayor porcentaje de ocupantes del espacio público vendedores informales, que desean se relocalizados del lugar donde ejercen su actividad con un 43% (115 personas), seguido de los vendedores informales que desean constituir su propio negocio con el 34% (92 personas) y el 15% (41 personas) afirman que su opción fuera del espacio público consiste en la búsqueda de un empleo. Finalmente el 8% (22 personas) no aceptan la oferta.

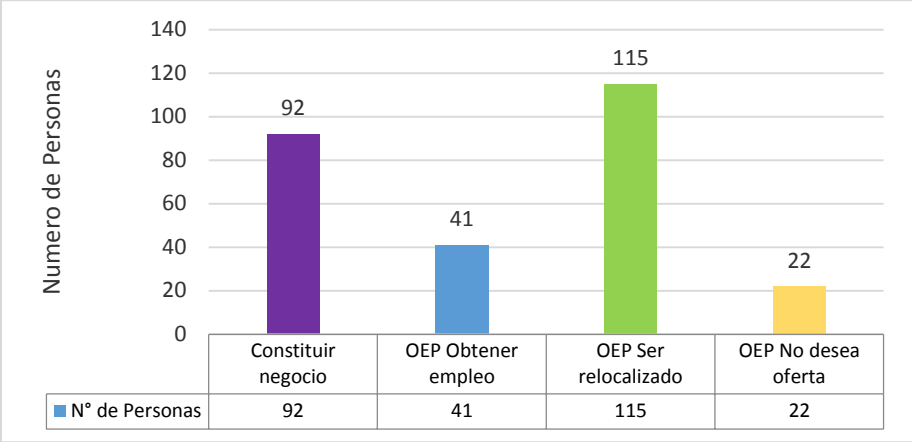


Figura 5.2.3.184. Opción fuera del Espacio Público OEP en el Área de Influencia a lo largo del trazado.

Fuente: Atención Integral IPES 2018

*5.2.3.2.6.4.3.8 **Ingresos - OEP en el Área de Influencia a lo largo del trazado**.*

La aproximación se determina en relación a la probabilidad de cada persona según los parámetros estimados en el Índice de Vulnerabilidad y la línea de pobreza definida por el Departamento Administrativo Nacional de Estadística DANE.

Se estima que el 71% de las personas identificadas de influencia indirecta están por debajo del costo per cápita mínimo de una canasta básica de bienes, Igualmente se determina este grupo poblacional en el análisis de vulnerabilidad del vendedor como vulnerabilidad media y alta.

*5.2.3.2.6.4.3.9 **Análisis de información Índice de Vulnerabilidad - OEP en el Área de Influencia a lo largo del trazado**.*

La estimación del Índice de Vulnerabilidad determina que el 35% de las personas obtienen una condición y situación de vulnerabilidad Alta, un 32% media, un 30% vulnerabilidad baja y un 3% sin información que permita el cálculo. Las diferentes acciones en consecuencia de la estimación de la vulnerabilidad son referidas por prioridad a los programas institucionales del IPES (Alternativas Económicas, Formación, Empleabilidad, Emprendimiento).

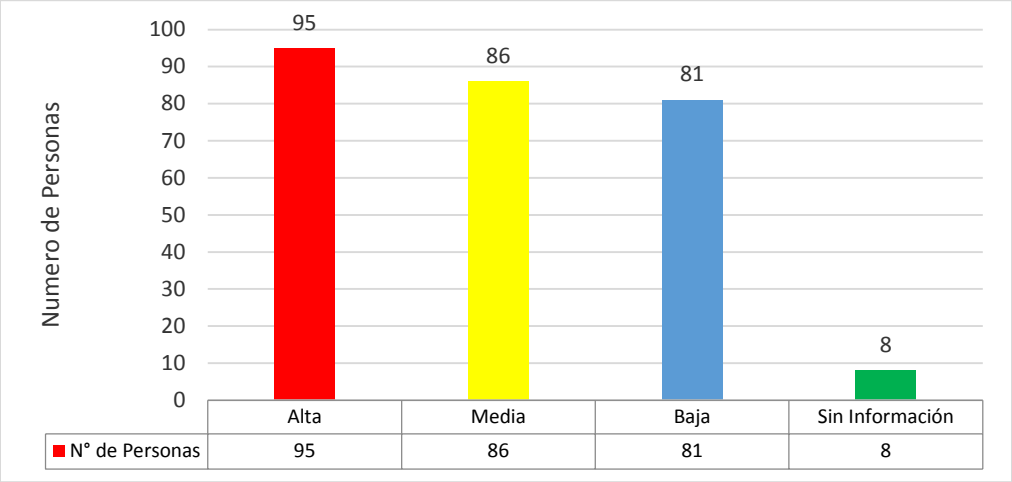


Figura 5.2.3.185. Índice de Vulnerabilidad Espacio Público OEP en el Área de Influencia a lo largo del trazado.

Fuente: Atención Integral IPES, 2018

5.2.3.2.6.4.4 Relación de ocupantes y tipificación influencia directa

Productos Comercializados

Para el desarrollo del análisis de la información asociada a la relación de los vendedores informales que ocupan el espacio público en la primera línea del metro de Bogotá, se dividieron los productos comercializados en tres grandes bloques: alimentos preparados, alimentos empacados y artículos de las 137 personas de influencia directa.

Tabla 5.2.3.70. Tipificación de Productos: OEP – IPES Área Influencia Directa

Mercancías	Productos	Porcentaje
Alimentos preparados	Alimentos Preparados Bebidas Calientes Bebidas Preparadas Frutas Verduras Helados	28%
Alimentos empacados	Bebidas Envasadas Cigarrillos Confitería	51%
Artículos	Accesorios Ropa Artículos Hogar Calzado Prendas Vestir	21%

Fuente: Atención Integral IPES, 2018

En relación a la tipificación de productos de venta, se estima que el 28% de las personas identificadas comercializan al menos uno de los productos relacionados con la preparación de

alimentos, el 51% comercializan productos empacados y el 21% artículos diferentes a productos comestibles.

*5.2.3.2.6.4.4.1 **Relación de productos preparados OEP en el área de influencia directa.***

Dentro de la categoría de productos preparados (hamburguesas, perros calientes, arepas, chorizos, chicharon, empanadas) son el 35%; bebidas calientes (tinto, café, aromática) son el 31%, bebidas preparadas (jugos) se comercializan en un 17%, las frutas y verduras en un 13%, y helados el 4%.

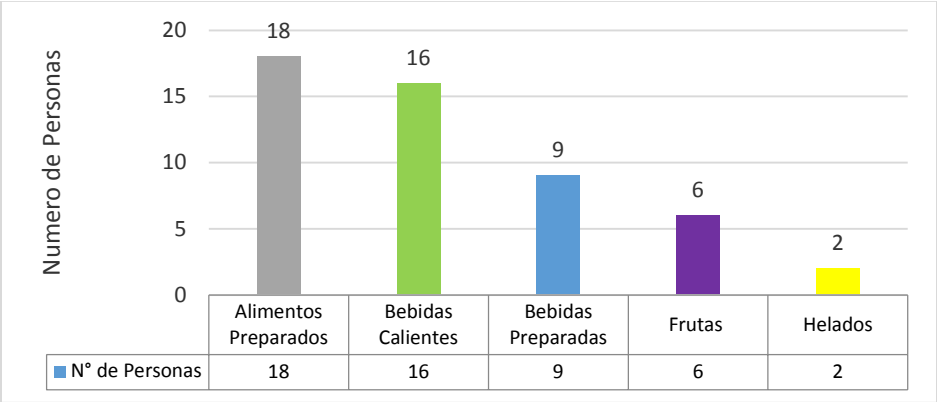


Figura 5.2.3.186. Tipificación Alimentos Preparados: OEP – IPES área de Influencia Directa
Fuente: Atención Integral IPES, 2018

*5.2.3.2.6.4.4.2 **Relación de productos empacados OEP en el área de influencia directa.***

La relación de los alimentos empacados, se establece con un porcentaje significativo en relación a la venta de cigarrillos con un 35% en relación a todos los productos de la misma categoría de empacados, cabe señalar que la comercialización de dicho producto se hace al menudeo. Aunque las ventas de alimentos empacados son en realidad numerosos, la estimación de bebidas envasadas con el 21% de la identificación y el 44% de confitería determinan los productos que se comercializan con mayor frecuencia.

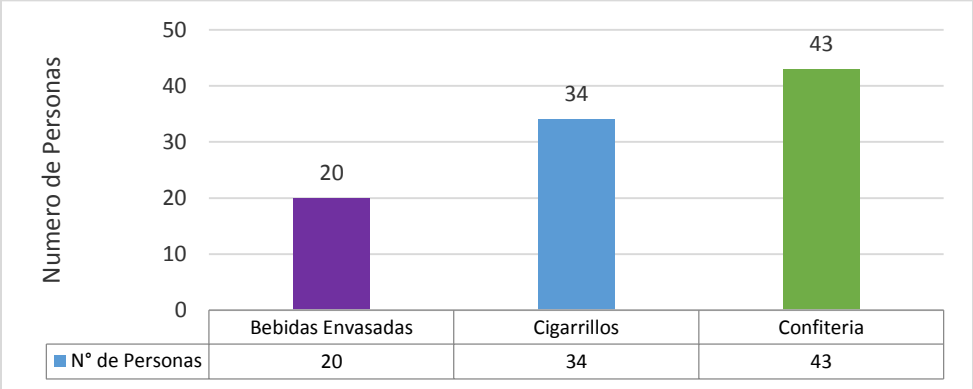


Figura 5.2.3.187. Tipificación Alimentos Empacados: OEP – IPES área de Influencia Directa
Fuente: Atención Integral IPES, 2018

*5.2.3.2.6.4.4.3 **Relación de productos área de Influencia Directa***

El tercer gran bloque, es el de productos diferentes a los comestibles, donde se evidencia que el 80% de los productos comercializados son prendas de vestir, seguida de los artículos para el hogar 12% cada producto.

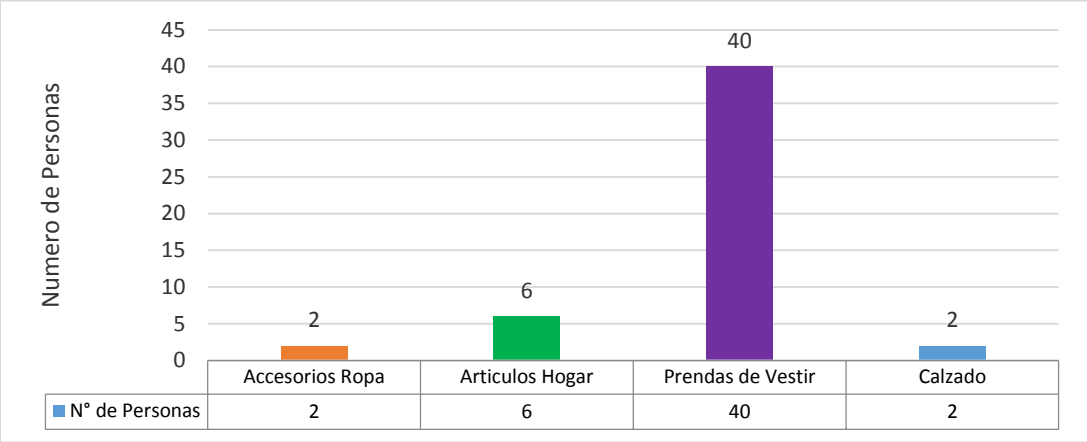


Figura 5.2.3.188. Tipificación Artículos – Empacados: OEP – IPES área de Influencia Directa
Fuente: Atención Integral IPES, 2018

5.2.3.2.6.4.5 ***Relación de ocupantes y tipificación en el área de influencia a lo largo del trazado. Productos comercializados***

Para el desarrollo del análisis de la información asociada a la relación de los vendedores informales de impacto indirecto que ocupan el espacio público en la primera línea del metro de Bogotá, se dividieron los productos comercializados en tres grandes bloques: alimentos preparados, alimentos empacados y artículos de las 270 personas.

Tabla 5.2.3.71. Tipificación de Productos: IPES Área Influencia Indirecta

Mercancías	Productos	Porcentaje
Alimentos preparados	Alimentos Preparados Bebidas Calientes Bebidas Preparadas Frutas Verduras Helados	36%
Alimentos empacados	Bebidas Envasadas Cigarrillos Confitería	50%
Artículos	Accesorios Ropa Accesorios Celular Bisutería Bolsos Calzado Artículos Hogar Calzado Prendas Vestir Otros	14%

Fuente: Atención Integral IPES, 2018

En relación a la tipificación de productos de venta, se estima que el 36% de las personas identificadas comercializan al menos uno de los productos relacionados con la preparación de alimentos, el 50% comercializan productos empacados y el 14% artículos diferentes a productos comestibles.

*5.2.3.2.6.4.5.1 **Relación de productos preparados OEP a lo largo del trazado.***

Dentro de la categoría de productos preparados (hamburguesas, perros calientes, arepas, chorizos, chicharon, empanadas) son el 37%; bebidas calientes (tinto, café, aromática) son el 30%, bebidas preparadas (jugos) se comercializan en un 13%, las frutas y verduras en un 17%, y helados el 3%.

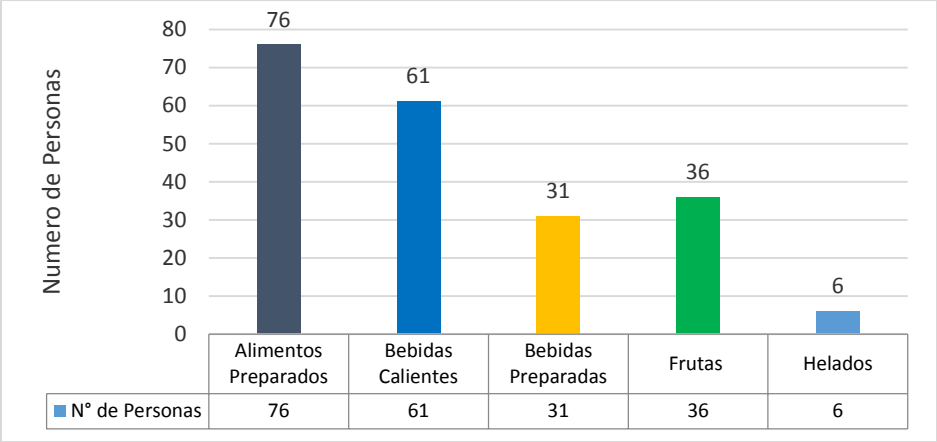


Figura 5.2.3.189. Tipificación Alimentos Preparados: OEP – IPES Influencia indirecta
Fuente: Atención Integral IPES, 2018

*5.2.3.2.6.4.5.2 **Relación de productos empacados OEP a lo largo del trazado.***

La relación de los alimentos empacados, se establece con un porcentaje significativo en relación a la venta de cigarrillos con un 34% en relación a todos los productos de la misma categoría de empacados, cabe señalar que la comercialización de dicho producto se hace al menudeo. Aunque las ventas de alimentos empacados son en realidad numerosos, la estimación de bebidas envasadas con el 20% de la identificación y el 46% de confitería determinan los productos que se comercializan con mayor frecuencia.

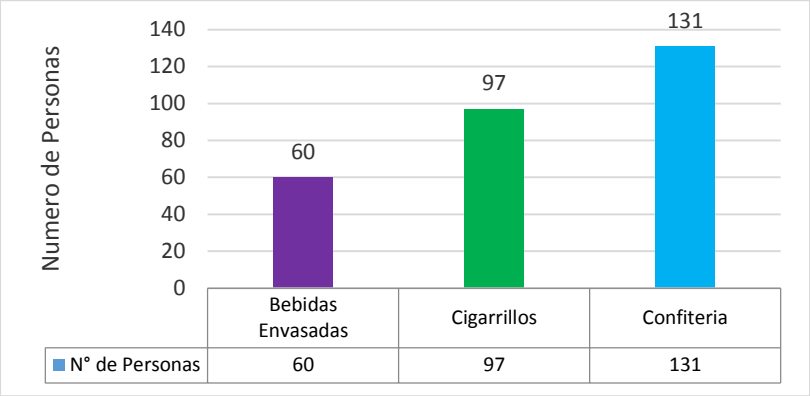


Figura 5.2.3.190. Tipificación Alimentos Empacados: OEP – IPES Influencia Indirecta
Fuente: Atención Integral IPES, 2018

5.2.3.2.6.4.5.3 ***Relación de productos a lo largo del trazado.***

El tercer gran bloque, es el de productos diferentes a los comestibles, donde se evidencia que el 31% de los productos comercializados son prendas de vestir, seguida de otros artículos 30% cada producto.

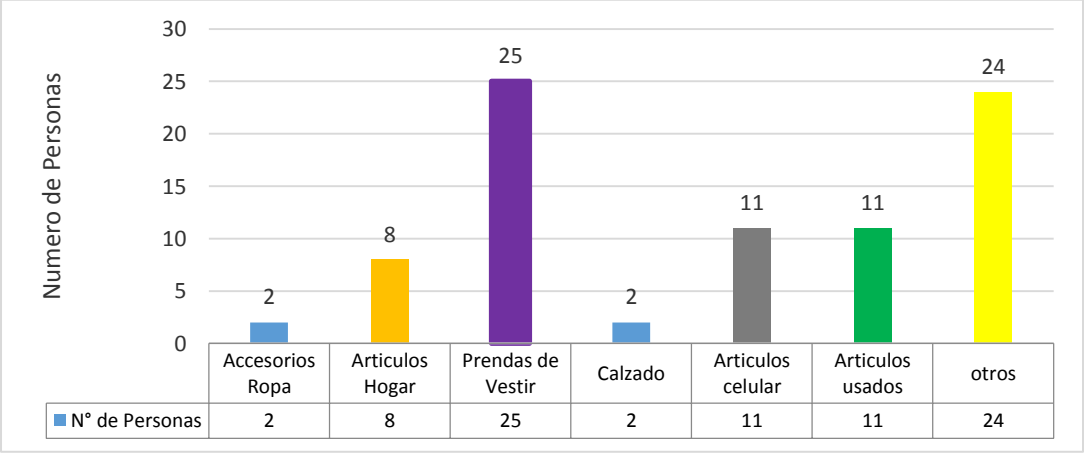


Figura 5.2.3.191. Tipificación Artículos – Empacados: OEP – IPES a lo largo del trazado.
Fuente: Atención Integral IPES, 2018

5.2.3.2.6.4.6 *Índice de vulnerabilidad del vendedor informal que ocupa el espacio público*

Se establece la aproximación de las personas que se priorizan según su condición de vulnerabilidad identificada en los ejes viales, en base a la categorización de Vulnerabilidad Baja, Media y Alta, de tal forma que se establece la necesidad de la atención diferencial según las categorías de Adulto Mayor, Discapacidad, Grupo Étnico, LGBTI, Nivel Educativo, Vivienda, Hombre Mujer Cabeza de Hogar, Estrato Socio Económico y Victimas del Conflicto Armado.

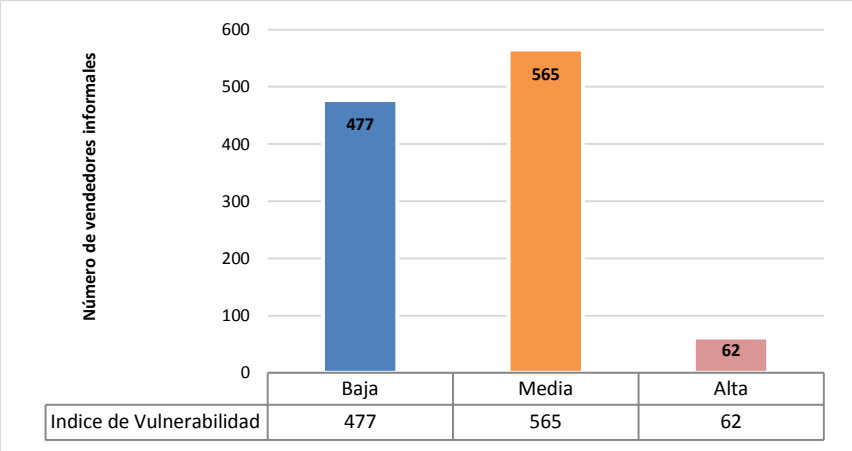


Figura 5.2.3.192 Índice de Vulnerabilidad

Fuente: Elaboración propia EMB a partir de información HEMI – Instituto para la Economía Social – IPES Corte 02/feb/18

Ponderación Específica

Baja	0
Media	1 - 2
Baja	3 - 7

Se estima que de 1.104 personas identificadas el 6% (62 personas) está en el rango de vulnerabilidad alta por las condiciones asociadas al índice de vulnerabilidad, en cuyo caso son de prioridad para la atención institucional y sectorial de programas que permitan la mitigación de riesgos asociados a su condición.

El 51% (565 personas), están en el rango de vulnerabilidad media lo que estima que por lo menos tiene una condición asociada a la situaciones de riesgo según las variables establecida por el índice de vulnerabilidad el vendedor informal que ocupa el espacio público.

5.2.3.3 Tendencias del desarrollo

El presenta aparte se desarrolla dando cumplimiento a los requerimientos establecidos en la ET-20 Estudios social en el que se indica que las tendencias y visiones de futuro de la ciudad de Bogotá deben estar de acuerdo con los diferentes instrumentos de planificación como el Plan de Desarrollo

Distrital vigente, Planes Locales de Desarrollo, y demás programas, planes y proyectos que puedan articularse con el plan de manejo ambiental.

En este mismo sentido establece que el consultor debe reunirse con la Secretaria Distrital de Planeación- SDP, con el fin de conocer la visión de ciudad. En cumplimento del requerimiento y con el objetivo de contar con la información necesaria se adelantó la reunión el 23 de junio de 2017, las temáticas abordadas y la información solicitada fue la siguiente:

- El Taller del Espacio Público de la Secretaria Distrital de Planeación, suministrará los lineamientos para el diseño del espacio público (perfiles viales tipo, mobiliario urbano, cartilla de materiales y colores, arborización, dimensionamiento de aceras, vías y ciclorutas, entre otros.)

- Proyectos que cursan actualmente trámite en la Secretaría Distrital de Planeación (tales como Planes Parciales, Planes de Regularización y Manejo, Planes de Implantación, etc.)

- Información relativa al POT (Planes maestros, Planes zonales, Operaciones estratégicas, UPZ, entre otros.)

- Información en formato cartográfico de la ubicación de las licencias urbanísticas de proyectos aprobados en el área de influencia directa de la PLMB, las áreas de cesión pública que se han generado, según los requerimientos de las secciones tipo definidas en el POT vigente, en los parámetros operacionales para el proyecto de la PMLB, y los demás requerimientos funcionales para peatones y biciusuarios, con prioridad sobre el tráfico mixto o público, las ciclorrutas y el espacio público de la vía.

La información específica:

- Vías del corredor Metro. Perfiles a nivel de esquema básico.
- Vías locales aferentes a las estaciones: Perfiles tipo a nivel de esquema básico, con configuraciones variadas que respondan a las diferentes condiciones urbanas.
- Tramos típicos de espacio público: Ejemplos de andenes, separadores, ciclorutas y calzadas.
- Lineamientos para intersecciones viales: Especificaciones de cruces seguros para tráfico mixto, transporte público, bicicletas y peatones.
- Lineamientos para el diseño y el posicionamiento del mobiliario urbano.
- Tabla de materiales y colores.

De acuerdo con lo mencionado las tendencias del desarrollo se abordaron y desarrollaron con la información oficial suministrada por SDP y la cual es de consulta en la página oficial de la entidad. Es importante resaltar que la SDP mencionó que la condición actual del POT para la ciudad está en proceso de construcción y se cuenta con versión aprobada como versión oficial.

La caracterización del territorio del área de influencia indirecta del proyecto, vista desde todas sus dimensiones como en el presente documento, es el punto de partida para describir las dinámicas que convergen en su interior y prever en alguna medida, hacia donde dirigirá su desarrollo de acuerdo con los programas, proyectos propuestos y en ejecución, en las políticas nacionales, regionales y locales. Es importante resaltar que un análisis específico de las localidades del AII sin ponerlas en el contexto de la ciudad – región podría reducir la relevancia de las mismas, por ello, el análisis se realiza desde las región Centro Oriente y Bogotá D.C hasta las localidades e incluso, las UPZ.

Las Tendencias de Desarrollo se basan en lo solicitado en la Especificación Técnica ET-20: Estudio Social para la "Estructuración Técnica del Tramo 1 de la Primera Línea del Metro de Bogotá" de la Financiera de Desarrollo Nacional. Para ello se toma como documentos de referencia el Plan Nacional de Desarrollo 2014 – 2018 "Todos por un Nuevo País", Plan de Desarrollo – Bogotá Mejor para Todos 2016 - 2020 y la propuesta de Bogotá – ciudad región a partir de los acuerdos generados en el marco del Comité de Integración Territorial (CIT).

De acuerdo con el PND 2014 – 2018 "Todos por un Nuevo País", la Región Centro Oriente y Bogotá D.C es altamente competitiva[16] concentrando el 49 % del PIB industrial nacional con fuertes polos productivos en diferentes sectores económicos, una alta calidad de la educación y una excelente cobertura de infraestructura-red de vías primarias, aeropuertos de alta capacidad, conectividad digital y cobertura en redes eléctricas y de gas, ventajas que han hecho que la Región sea, en promedio, la de mayor desarrollo económico y social del país. No obstante, existe un importante contraste en temas de bienestar social y oportunidades entre las aglomeraciones urbanas y los costados oriente y occidente del territorio, por ello, las estrategias de desarrollo se enmarcan en la potenciación de la conectividad para el cierre de brechas y la integración regional.

El Distrito Capital, como se ha mencionado anteriormente, es la aglomeración más importante del país con una población aproximada de 7.776.845 habitantes (98% de ellos concentrados en la zona urbana), sin tener en cuenta la población flotante proveniente de Soacha, Facatativá, Zipaquirá, Funza, Chía, Madrid y Mosquera, que incrementa este valor hasta los casi 9.206.125 de habitantes por la conmutación laboral y la interdependencia con estos municipios. Por densidad poblacional, que corresponde a 17.768 habitantes por km^2, se ubica incluso por encima de otras ciudades importantes de Latinoamérica como Lima, Caracas y Santiago. Por esta razón, las estrategias de desarrollo se enfocan en dar soluciones a temas como la movilidad, empleo, educación, seguridad, salud y hábitat a través de una conectividad multimodal con las subregiones y una mayor sostenibilidad en su relación con las zonas prestadoras de servicios ambientales en la región.

El referente más importante en la economía de la ciudad – región es el Plan Regional de Competitividad 2010 – 2019 formulado por la CRC[17], que funciona desde hace diez años en una alianza público privada de largo plazo, en la cual se articulan recursos técnicos y financieros de manera continua para la realización de proyectos de mejoramiento del entorno para los negocios en materia de internacionalización, innovación, encadenamientos productivos, desarrollo empresarial, desarrollo sostenible, e infraestructura.

A nivel internacional, la región Bogotá – Cundinamarca se ha posicionado como uno de los mejores destinos para hacer negocios con respecto a las principales ciudades de América Latina. En el año 2003 se ubicaba en el puesto 16 y para el 2009 subió al puesto 6 del escalafón, y a partir del 2010 se ha mantenido en el octavo lugar superando ciudades como Lima, Quito, Caracas y La Paz. Entre las capitales del país, Bogotá no sólo ha ganado terreno sino que ha mantenido y consolidado su liderazgo por noveno año consecutivo como la más competitiva con 7,8 puntos de 10 posibles en el índice de Competitividad. Los inversionistas cada vez valoran más a Bogotá por

[16] Según el documento CONPES 3439 de 2006, la competitividad de una nación se define como: "el grado en el que un país puede producir bienes y servicios capaces de competir exitosamente en mercados globalizados y a la vez mejorar las condiciones de ingreso y calidad de vida de su población. La competitividad es el resultado de la interacción de múltiples factores relacionados con las condiciones que enfrenta la actividad empresarial y que condicionan su desempeño, tales como infraestructura, recursos humanos, ciencia y tecnología, instituciones, entorno macroeconómico, y productividad" (pág. 1).

[17] Comisión Regional de Competitividad: La integran 134 entidades que aportan recursos técnicos y financieros para la ejecución de los 27 proyectos que hacen parte del Plan Regional de Competitividad y están vinculados a esta red más de 1.800 miembros que participan en las convocatorias, eventos y programas de competitividad que desarrolla la Comisión.

tener un mejor entorno político y económico con mayor poder de negocios, mejor gestión urbana, calidad de vida y un mayor desarrollo de servicios empresariales.

El Plan Regional plantea como objetivos principales i) incrementar las exportaciones regionales, ii) posicionar a Bogotá como el mejor destino de inversión en Latinoamérica, iii) elevar la productividad de la Pyme y desarrollar clúster de clase mundial, iv) convertir el recurso humano y la ciencia y la tecnología en los factores generadores del desarrollo, v) construir la capacidad institucional para gestionar el territorio y la economía regional a través de la ejecución de 27 proyectos divididos en los ejes estratégicos transversales Internacionalización, infraestructura, Capital Humano e Innovación y Sostenibilidad ambiental; como eje sectorial el Apoyo a la formación productiva y desarrollo de clústeres; y como ejes subregionales Sabana Centro, Sumapaz, Soacha, Guavio, Oriente, Sabana Occidente, Alto Magdalena y Tequendama.

Dentro de las apuestas productivas 2010 – 2019, para el sector agroindustrial, se encuentran: flores, frutas exportables, hierbas aromáticas y medicinales, hortalizas, lácteos con valor agregado y productos alimenticios. En el sector servicios se encuentran turismo, salud, TIC, logística, industrias culturales y creativas (Industria naranja), educación superior y diseño y construcción de obras civiles; y por último en el sector industrial las apuestas productivas son moda (Textiles, confecciones, cuero, calzado y marroquinería), productos plásticos y químicos, otros productos químicos (Cosméticos, de aseo, farmacéuticos y agroquímicos), papel, imprenta, editoriales y artes gráficas, automotor y autopartes, bebidas, y material de construcción, cerámica y vidrio.

El Plan de Desarrollo de Bogotá es la hoja de ruta de la Administración Distrital que permite determinar el camino que la capital tomara durante los cuatro años de gobierno del alcalde Enrique Peñalosa. En la actualidad está hoja de ruta todavía está en estructuración, por lo cual, para entender cuál debe ser la articulación entre el proyecto de la primera línea del Metro y la ciudad de Bogotá, se va a revisar a la luz de los pilares, ejes y programas que estructuran el Plan de Desarrollo.

El objetivo principal del Plan de Desarrollo de Bogotá (PDB) es “propiciar el desarrollo pleno del potencial de los habitantes de la ciudad, para alcanzar la felicidad de todos en su condición de individuos, miembros de familia y de la sociedad.” (Secretaria Distrital de Planeación, 2016)Para lograr este objetivo el PDB está estructurado sobre tres pilares y cuatro ejes transversales, que a su vez están articulados a través de unos programas intersectoriales que deben ser ejecutados por cada una de las entidades distritales y en algunos casos con la participación del sector privado.

Los pilares son los elementos estructurales que permiten alcanzar el objetivo principal del plan de Desarrollo y además soportan los ejes transversales. Los pilares son: i) Igualdad de calidad de vida; ii) Democracia urbana y iii) Construcción de comunidad y cultura ciudadana. Mientras que los ejes transversales son: i) Un nuevo ordenamiento territorial; ii) Calidad de vida urbana que promueve el desarrollo económico basado en el conocimiento; iii) sostenibilidad ambiental basada en la eficiencia energética y el crecimiento compacto de la ciudad y iv) Gobierno legítimo, fortalecimiento local y eficiencia; de la misma forma se organizan los planes de desarrollo de las nueve localidades del AII.

En estos, las propuestas de desarrollo del territorio distrital y local giran en torno a la solución de los problemas de movilidad y el mantenimiento de la infraestructura vial; al control de la ocupación indebida del espacio público en lo relacionado con predios del distrito, o de zonas no urbanizables y de protección, y a la legalización de barrios; a la implementación de políticas de atención a población vulnerable y al apoyo de emprendimientos productivos en las zonas rurales, y en general, al apoyo de programas sociales y de mejoramiento de la calidad de vida, ordenamiento territorial, sostenibilidad ambiental y gobierno legítimo y fortalecimiento institucional. Dentro del área de influencia indirecta, las localidades de Bosa y Kennedy son las que más recursos tienen asignados para la ejecución de los planes de desarrollo con 272.562 y 317.081 millones de pesos respectivamente, seguidas por Puente Aranda (92.915), Santa Fe (89.771), Barrios Unidos

(76.760), Los Mártires (55.291), Chapinero (55. 037), Antonio Nariño (52.768) y Teusaquillo con 46.520 millones de pesos. Con esta distribución de recursos y con la distribución dentro de cada plan de desarrollo local, se puede observar que todos los avances en materia económica están y estarán ligados a la gestión interinstitucional y gremial, y a las políticas de orden nacional, que se fortalecen a través de la inversión social realizada por la administración local.

De los pilares propuestos dentro del Plan de Desarrollo, dos se pueden articular con la propuesta de inclusión y cultura ciudadana del Metro de Bogotá. El primer pilar es Democracia Urbana, que tiene como propósito incrementar el espacio público, el espacio peatonal y la infraestructura pública disponible para los habitantes y visitantes de Bogotá. Busca generar y recuperar el espacio público, a partir de la igualdad en la oportunidad para su disfrute. Para tal fin, se debe tener en cuenta que el espacio público y peatonal, así como la infraestructura urbana deben ser atractivos, deben garantizar a todas las personas el mismo derecho a su uso.

Este pilar busca crear y fomentar espacios en donde toda la población se sienta incluida y pueda hacer parte de los procesos comunitarios, sin importar la diversidad cultural, las capacidades y la orientación sexual de los ciudadanos. Con la ampliación, transformación y adecuación de los espacios públicos, todas las personas tendrán el mismo derecho de hacer uso de la ciudad, generando lazos de confianza y solidaridad. Varios sectores del Distrito lideran programas que buscan mejorar la calidad de vida de la ciudadanía, cambiar su relación con el espacio público y el mejoramiento de la infraestructura, para generar inclusión social, acceso a la oferta institucional, cultural, de recreación y deporte.

El segundo pilar que tiene relación con el Proyecto es Construcción de Comunidad y cultura ciudadana, que se enfoca en la consolidación de espacios seguros y confiables para permitir la interacción de la comunidad, los programas propuestos están orientados a aumentar la percepción de seguridad ciudadana y a reducir los índices de criminalidad. Pero también se proponen programas enfocados a la cultura ciudadana, de esta manera crear y fortalecer el sentido de pertenencia por Bogotá, a través espacios que permitan la recreación, el esparcimiento y la cultura.

Muchos de los programas articulados a estos pilares, pueden servir para afianzar el proyecto Metro de Bogotá en los ciudadanos, a partir de la generación de espacios urbanos agradables, incluyentes, amables con la naturaleza y con un Metro que propende por la cultura ciudadana en la movilidad.

En cuanto a los ejes transversales, el Proyecto Metro de Bogotá puede articularse con el Eje Transversal Nuevo Ordenamiento Territorial. Este eje busca dotar a la ciudad con los instrumentos y recursos necesarios para permitir la construcción colectiva de una normatividad urbanística que regule adecuadamente su desarrollo y crecimiento, se busca una ciudad compacta y con eficiencia energética. Se propende por la implementación de proyectos urbanos con visión de ciudad, gestión del suelo para cubrir el déficit habitacional y con una articulación integral del transporte. Para este último se establecen las políticas para la articulación en movilidad regional y la planeación integral del transporte.

Eje Transversal Sostenibilidad Ambiental Basada en la Eficiencia Energética. Este eje está orientado a diseñar una ciudad compacta y que se desarrolle en los lugares adecuados, de forma tal que minimice el consumo de energía en comparación con diseños alternativos de ciudad o ciudades con similares características a las de Bogotá.

En cuanto a los programas planteados dentro del Plan de Desarrollo, el proyecto del Metro se enmarca dentro del programa “Mejor Movilidad Para Todos” busca mejorar la calidad y accesibilidad a la movilidad para todos los usuarios: peatones, ciclistas, usuarios del transporte público colectivo e individual, usuarios del transporte privado. Esta estrategia tiene acciones como: mejoramiento de vías, andenes, espacio público y ciclorrutas, construcción de infraestructura para

el transporte público, campañas de seguridad en vía y gestión inteligente de la demanda del transporte.

En cuanto a vías, este programa propende por el mejoramiento y construcción de más de 30 kilómetros-carril de infraestructura vial y más de 750 kilómetros-carril para mantenimiento, que incluyen malla vial arterial, troncal, intermedia por donde circulan las rutas del SITP y además la infraestructura de puentes vehiculares.

Dentro de este programa, se da impulso a la primera línea del Metro en su etapa I, con un avance del 30% del proyecto total. Se propone la conservación y ampliación de 170 kilómetros de la red troncal de TransMilenio, acciones que se podrán desarrollar a través de Asociaciones Público Privadas (APP).Se proyecta la reconfiguración de más de ocho kilómetros de troncales, (ampliación de la capacidad de estaciones y la de vías para optimizar las interconexiones); mejoramiento de frecuencias e intervalos de paso de las rutas, mejorar la cobertura con un aumento del 5% del número total de viajes en transporte público, mayor accesibilidad, mejoramiento de la información al usuario, y el ordenamiento del transporte público individual (taxis).

Los peatones y bici-usuarios podrán contar una nueva infraestructura, con más de 120 kilómetros nuevos de ciclorruta y más de 3,5 millones de metros cuadrados de espacio público (incluye andenes, alamedas, plazas, plazoletas y puentes peatonales), así como la conservación de cerca de 1,2 millones de metros cuadrados de espacio público y 100 kilómetros de ciclorrutas, ejecuciones que podrán complementarse con mecanismos de gestión e intervención a través de esquemas de APP.

Para el espacio público se prevé la intervención de 75 kilómetros de tramos viales de alto impacto peatonal y vehicular, con su revitalización y sostenibilidad. Se propone un sendero ecológico, panorámico cortafuego de aproximadamente 67 kilómetros de longitud en los cerros orientales, complementado con senderos peatonales, infraestructura y mobiliario que facilite la accesibilidad y

El programa de Articulación regional y planeación integral del transporte, busca mejorar la conectividad regional de Bogotá, los tiempos de acceso y egreso tanto para el transporte de pasajeros como de carga, para aumentar la competitividad de la región en los mercados nacionales e internacionales y la calidad de vida de la ciudadanía. Se fortalecerá la planificación del desarrollo regional mediante una urbanización inclusiva y orientada al transporte sostenible y la potenciación de los vínculos económicos, sociales y ambientales positivos entre las zonas urbanas, periurbanas y rurales.

En el marco de la Región Administrativa y de Planeación Especial (RAPE) Región Central, se trabajará de manera articulada entre Bogotá, Cundinamarca, Boyacá, Tolima y Meta en la formulación y gestión de un Plan Maestro de Transporte Intermodal para la Región, buscando fortalecer los nodos de articulación multimodal y conectar los proyectos regionales con la infraestructura nacional. De acuerdo con lo anterior, se puede afirmar que dentro del área de influencia indirecta, existe en cada localidad por lo menos un polo de desarrollo relacionado con las apuestas productivas regionales, lo que sugiere que el desarrollo tendencial del AII está y estará dirigido al fortalecimiento de estas aglomeraciones y clústeres, con el objeto de incrementar el PIB de la región. Es decir, las actividades económicas realizadas en zonas específicas de las localidades impulsan el desarrollo económico y social de la ciudad, a pesar de las grandes dificultades de movilidad, de informalidad empresarial y laboral, de las amplias restricciones y dificultades para la legalización, de las brechas sociales tan marcadas, de la constante migración de población desde otras regiones del país, entre otros factores. Se espera que la economía sea cada vez más especializada, que se reduzcan los costos de producción en la industria manufacturera y que se priorice la oferta de servicios, ya que el comercio se dinamiza con los flujos de población.

Independientemente del gobierno de turno y de los gobiernos posteriores, Bogotá se proyecta como una ciudad receptora de población, receptora de mano de obra no calificada y productora de mano de obra calificada, de inversionistas, de turistas de cultura, de salud, de educación. Así mismo, mantendrá la concepción integral del desarrollo urbano que permita la planificación coherente y articulada del territorio y los distintos sectores, fortaleciendo los instrumentos de planeación y ordenamiento regional y local. La renovación urbana y la implementación de sistemas de transporte SITM y SETP, entendidos como servicio público, permitirán el avance en sistemas de transporte encaminados a mejorar la calidad del servicio a la población, la implementación de modos más sostenibles como el viaje a pie o en bicicleta y al desuso del transporte privado como parte del discurso ambientalista.

5.2.3.3.1 Bogotá, ciudad región

En el marco del Comité de Integración Territorial (CIT)[18], Bogotá, Cundinamarca y 20 municipios de la Sabana se reunieron para definir la visión de desarrollo regional a 2030, en el marco de este comité definieron y aprobaron una agenda temática de proyectos estratégicos que se abordaran desde agosto 2017 a diciembre 2019 y se adoptaron unos acuerdos técnicos de ordenamiento territorial. En el CIT se abordaron temas prioritarios para la región como movilidad, competitividad, seguridad alimentaria, ambiente, hábitat y seguridad.

Bogotá como parte de ciudad región, definió con Cundinamarca unos proyectos estratégicos que permitirán la integración regional:

- Conservación y recuperación de páramos.
- Descontaminación y recuperación del río Bogotá.
- Agua suficiente y permanente para la región.
- Manejo integral de residuos sólidos a escala regional
- Parques regionales
- Educación que responde a las necesidades regionales
- Red de ciclorrutas regionales.
- Sistema de transporte multimodal y de carga para la región (Prioridad para el Comité de Integración Territorial).
- Esquema de Gobernanza regional de largo plazo

El objetivo de Bogotá y la región es generar un desarrollo territorial, ambiental y alimentario sustentable, a partir de la competitividad y la innovación. (Secretaria Distrital de Planeación, 2016)

De acuerdo con lo anterior, se puede afirmar que dentro del área de influencia indirecta, existe en cada localidad por lo menos un polo de desarrollo relacionado con las apuestas productivas regionales, lo que sugiere que el desarrollo tendencial del AII está y estará dirigido al fortalecimiento de estas aglomeraciones y clústeres, con el objeto de incrementar el PIB de la

[18]El Comité de Integración Territorial (CIT) es conformado por Bojacá, Cajicá, Cota, Chía, Choachí, Facatativá, Funza, Fusagasugá, La Calera, Madrid, Mosquera, Sesquilé, Sibaté, Soacha, Sopó, Tabio, Tocancipá, Zipaquirá, Zipacón, la Gobernación de Cundinamarca y Bogotá

región. Es decir, las actividades económicas realizadas en zonas específicas de las localidades impulsan el desarrollo económico y social de la ciudad, a pesar de las grandes dificultades de movilidad, de informalidad empresarial y laboral, de las amplias restricciones y dificultades para la legalización, de las brechas sociales tan marcadas, de la constante migración de población desde otras regiones del país, entre otros factores. Se espera que la economía sea cada vez más especializada, que se reduzcan los costos de producción en la industria manufacturera y que se priorice la oferta de servicios, ya que el comercio se dinamiza con los flujos de población.

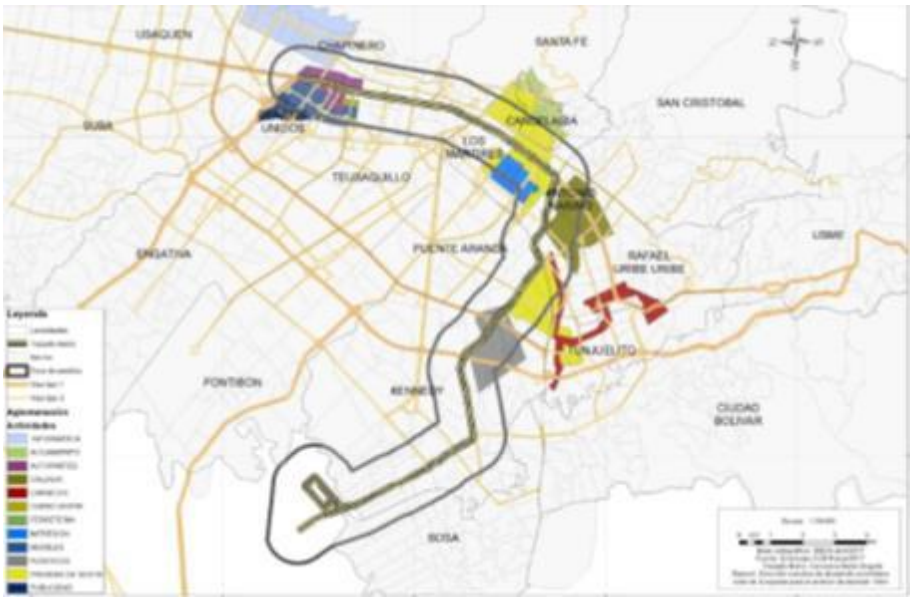


Figura 5.2.3.193 Aglomeraciones y sus actividades alrededor del eje trazado Metro de Bogotá
Fuente: Secretaría Distrital de Desarrollo Económico SDDE 2017

Independientemente del gobierno de turno y de los gobiernos posteriores, Bogotá se proyecta como una ciudad receptora de población, receptora de mano de obra no calificada y productora de mano de obra calificada, de inversionistas, de turistas de cultura, de salud, de educación. Así mismo, mantendrá la concepción integral del desarrollo urbano que permita la planificación coherente y articulada del territorio y los distintos sectores, fortaleciendo los instrumentos de planeación y ordenamiento regional y local. La renovación urbana y la implementación de sistemas de transporte SITM y SETP, entendidos como servicio público, permitirán el avance en sistemas de transporte encaminados a mejorar la calidad del servicio a la población, la implementación de modos más sostenibles como el viaje a pie o en bicicleta y al desuso del transporte privado como parte del discurso ambientalista.

5.2.3.3.2 Proyectos en desarrollo y planeados en el área de estudio.

En el área de estudio se tienen proyectadas varias intervenciones que complementarán y articularán en algunos casos generarán impacto de tipo acumulativo, en la

Tabla 5.2.3.72, se presenta el listado de proyectos y la estimación del tiempo de inicio de construcción de los mismos. Mediante esta información se presenta el panorama de movilidad para la ciudad, el cual tiene previsto el crecimiento y desarrollo, así como la ampliación y cobertura del servicio para los bogotanos.

Tabla 5.2.3.72 Proyectos en desarrollo y planeados

Proyecto	Estimación en el inicio de la construcción			
	Actuales	Corto plazo (< 2 años)	Mediano plazo (Entre 2 y 10 años)	Largo plazo (> 10 años)
Sistema de Transporte Transmilenio Avenida Caracas	X			
Complejos de Intercambio Modal en los accesos Norte, Calle 80, Calle 13, NQS, Usme			X	
Ampliaciones Patios y Portales Transmilenio Sistema Troncal			X	
Patios Transmilenio Sistema Zonal			X	
Retornos y Conexiones Operacionales Troncales existentes			X	
Troncal Avenida Boyacá desde Yomasa hasta la Av. Guaymaral			X	
Troncal Carrera 7a desde la Calle 32 hasta la Calle 170		X		
Extensión Troncal 80 desde el Portal Calle 80 hasta el Límite del Distrito con Funza – Cota				X
Extensión Troncal Caracas desde Molinos a Yomasa			X	
Troncal Av. 68 desde la NQS hasta la Av. Suba			X	
Troncal Avenida Villavicencio desde la NQS hasta la Av. Boyacá				X
Extensión Calle 26 desde el Portal Dorado			X	
Extensión de la avenida ciudad de Cali al sistema TransMilenio, entre la avenida circunvalar del sur y la avenida calle 17.		X		

La información relacionada corresponde a los proyectos establecidos en el del Plan de Desarrollo Económico, Social, Ambiental y el Obras Publicas 2016-2020 "Bogotá Mejor para Todos" (Acuerdo Distrital 645 de 2016), el Plan de Ordenamiento Territorial de Bogotá (Decreto Distrital 190 de 2004) y el Plan Maestro de Movilidad (Decreto Distrital 319 de 2006) plantean la necesidad de generar un sistema integrado de transporte_ público -SITP, que complete la red de corredores Troncales de la Ciudad, tomando los mejores elementos de cada uno de los esquemas actuales y

mejorando las condiciones de cobertura, de accesibilidad, de costos, de seguridad , de conectividad y de beneficio social para los ciudadanos, además los altos índices de calidad esperados para el SITP contribuirán a desestimula

A continuación se presenta una breve descripción a corto plazo de los proyectos enunciados en la

Tabla 5.2.3.72.

- **Troncal Carrera 7a desde la Calle 32 hasta la Calle 170**[19]

El alcance del proyecto de la troncal por la carrera séptima incluye la actualización, complementación, ajustes y elaboración de los estudios y diseños, para la adecuación al Sistema Transmilenio de la Carrera 7 desde la Calle 32 hasta la Calle 200, ramal de la Calle 72 entre Carrera 7 y Av. Caracas, patio portal, conexiones operacionales Calle 26, Calle 100, Calle 170 y demás obras complementarias, en Bogotá D.C.

El corredor de la séptima es una de las vías históricas de la ciudad, debido a que representó la conexión entre el centro de la ciudad con la región norte y contiene un desarrollo urbanístico e histórico de gran importancia para la ciudad. El corredor de la Carrera 7 entre Calles 32 y 200 se localiza en el borde nor-oriental de la ciudad.

Su ubicación estratégica hace que sobre este corredor se localice la mayor cantidad de equipamientos dotacionales de la ciudad, pasa por las localidades de Santa Fe, Chapinero y Usaquén.

El corredor posee una sección vial consolidada que varía entre V-2 y V-3 dependiendo de los tramos que se analicen. La implementación del sistema BRT modifica los perfiles generando la necesidad de diseñar tipologías viales que garanticen la continuidad de los sistemas de la manera más eficiente.

Paralelamente se identifican reservas viales especialmente importantes en las intersecciones con las calles 100, 127, 134 y 170 que deben ser analizadas e incorporadas en la elaboración de los diseños finales.

Es un corredor altamente consolidado en el que predominan los usos comerciales y residenciales, salvo en el sector del centro internacional, la calle 72 y la calle 100, donde el uso predominante uso del corredor como comercial y financiero. Debido a su cercanía con los cerros orientales cuenta con varios cuerpos de agua. (Véase Figura 5.2.3.194)

[19]Tomado del concurso de méritos IDU-CMA-SGI-014-2016 - ANEXO TÉCNICO SEPARABLE.

Figura 5.2.3.194 Panorámica Troncal Carrera 7a
Fuente. IDU – Visor de proyectos (2017)

- **Extensión de la avenida ciudad de Cali al sistema TransMilenio, entre la avenida circunvalar del sur y la avenida calle 17.**

Como rutas de conexión con el Metro, se construirán las Troncales alimentadoras de la Avenida 68, la Avenida Boyacá de la Autopista Sur a la Avenida El Dorado, y la Avenida Ciudad de Cali, desde Soacha hasta Las Américas. (Véase Figura 5.2.3.195)

La ciudad hacia el costado o borde occidental ha tenido procesos de expansión y densificación consolidándose estas áreas corresponden a las localidades de Kennedy Bosa y en localidades Fontibón, Engativá y Suba se ha presentado procesos de re densificación urbana, aumentado los datos demográficos de la ciudad, así como la demanda de servicios e infraestructura.

La extensión de la Av. Ciudad de Cali en su fase inicial tiene una duración de 12 meses, posterior proceso licitatorio para la construcción, razón por la cual se considera que es un proyecto a corto plazo.

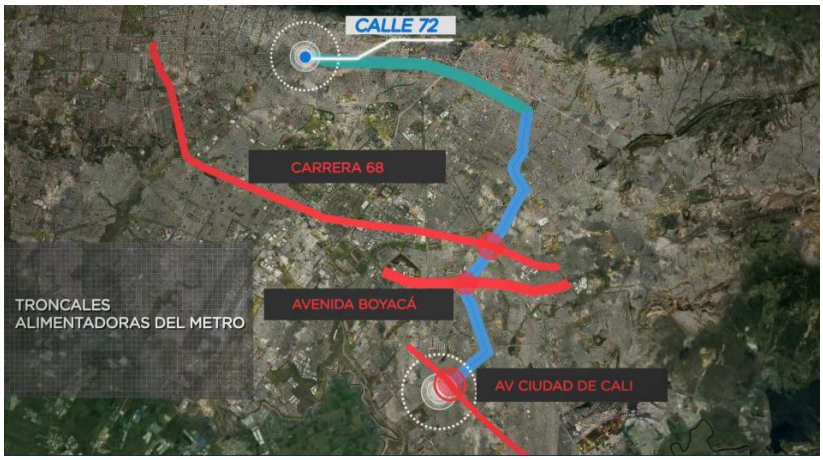


Figura 5.2.3.195Trazado extensión de la avenida ciudad de Cali al sistema TransMilenio
Fuente. IDU (2017)

5.2.3.3.3 Planes parciales

En relación a los planes que se adelantan en la ciudad a continuación se describen los planes parciales instrumentos de planificación sectorial de segundo nivel según el POT, que hacen parte del área de influencia del proyecto Metro, así como los nodos que tienen relación con la PLMB.

Tabla 5.2.3.73 Planes parciales

Plan parcial	Promotor	Iniciativa	Delimitación	Localidad	Zona (ubicación)	Formulación	Adopción	Área (ha)	Estado actual
ESTACIÓN CENTRAL	EMPRESA DE RENOVACIÓN URBANA	PUBLICA	Norte: Av. Del Salitre- (Calle 66) Sur: Av. José Celestino Mutis (Calle 63) Oriente: Parque Simón Bolívar (Sector Parque de los Novios) Occidente: Av. Ciudad de Quito	LOS MARTIRES Y SANTAFÉ	ZONA 5	1-2010-43468 del 15-10-10	Decreto Distrital No. 213 del 16-05-13 (Adopción).	10,7	Adoptado
TRIÁNGULO DE FENICIA	UNIVERSIDAD DE LOS ANDES	PRIVADA		SANTAFÉ	ZONA 5	1-2012-53068 del 23-11-12	Decreto Distrital No. 420 del 01-10-14 (Adopción).	8,82	Adoptado
LA SABANA/EL LISTÓN	GRUPO EMPRESARIAL RIV S.A (GERENTE IVAN VILLAREAL VASQUEZ)	PRIVADA	Norte: Calle 16. Sur: AC 13. Oriente: Carrera 17. Occidente: Par vial Avenida Mariscal Sucre	LOS MARTIRES	ZONA 5	1-2008-39636 del 16-09-08	Decreto Distrital No. 073 del 26-02-15 (Adopción).	2,93	Adoptado
SAN BERNARDO TERCER MILENIO	EMPRESA DE RENOVACIÓN URBANA	PÚBLICA	Norte: Avenida de los Comuneros (Calle 6). Sur: Calle 4 entre Carrera 12 y AK 10 y Calle 5 entre AK 14 y Carrera 12. Oriente: Avenida Fernando Mazuera (AK 10). Occidente: Avenida Caracas (AK 14).	SANTAFÉ	ZONA 5	1-2014-56532 del 04-12-14		5,34 (SDP), 6,04 (DTS)	Cuenta con concepto de viabilidad por parte de la Subsecretaría de Planeación Territorial de la SDP.
SAN VICTORINO	ISRAEL VELAZQUEZ CONTRERAS A TRAVÉS DE PRODIURBE Y POSTERIORMENTE DE ECOURBIA S.A.S.	PRIVADA	Norte: Avenida Jiménez de Quesada (Calle 13). Sur: Calle 10 (Desde la AK 14 a la Carrera 11) y Calle 9 (Desde la Carrera 11 a la Carrera 10). Oriente: Avenida Fernando Mazuera (Carrera 10). Occidente: Avenida Caracas (AK 14).	SANTAFÉ	ZONA 5	1-2011-17607 del 07-11-11		13,3 (Det), 14,79 (DTS)	Mediante oficio No. 2-2015-60628 del 09-12-15 se solicitó a los promotores del PPRU radicar los ajustes al DTS ajustado de la formulación, según los compromisos efectuados en las 27 mesas de trabajo adelantadas desde mayo de 2013, para poder

Plan parcial	Promotor	Iniciativa	Delimitación	Localidad	Zona (ubicación)	Formulación	Adopción	Área (ha)	Estado actual
									pronunciarse sobre la viabilidad del mismo. Para ello se dio 2 meses de plazo a partir del momento en que se reciba la comunicación.
LA ALAMEDA	EMPRESA DE RENOVACIÓN URBANA	PÚBLICA	Norte: Calle 24. Sur: Avenida Ciudad de Lima (AC 19). Oriente: Carrera 13. Occidente: Avenida Caracas (AK 14).	SANTAFÉ				8,55	Tiene concepto de determinantes. No ha sido efectuada la radicación de la formulación.

De acuerdo con el documento N° ETPLMB-ET18-L00-IFU-S- 0001_RB "ETAPA DE RECOPILACIÓN DE INFORMACIÓN E INSUMOS PARA LA ELABORACIÓN DE LA PROPUESTA URBANÍSTICA, elaborado por el Consorcio Metro BOG. En torno al Metro de Bogotá se desarrollan cuatro (4) nodos o ejes estratégicos, **NODO CHICÓ –LAGO, NODO CENTRO, NODO CALLE 26** y **NODO ESTACIÓN DE LA SABANA**, los cuales incluyen Planes Parciales de Renovación Urbana (PPRU) y se proyectarán alrededor de grandes proyectos de infraestructura como el Metro, TransMilenio, tren de cercanías y aeropuerto, entre otros. El proyecto de la PLMB se ve involucrado en la influencia de diferentes estrategias de aprovechamiento del espacio público, relaciones espaciales, de usos, funcionales, estrategias también para mejorar la movilidad, protección de la estructura ecológica principal que se desarrollan en los planes Parciales que se han venido desarrollando por iniciativas públicas y privadas.

Nodo Chicó- Lago

El nodo Chicó tiene la intención de consolidar los usos comerciales y de servicios y generar nuevas áreas de espacio público. Además busca desarrollar cinco (5) planes parciales en un sector que comprende desde la avenida Chile y la calle 85 y entre la autopista Norte y la carrera 11, de los cuales solo el Plan Parcial nodo norte Calle 72 se encuentra dentro del área de influencia de la PLMB.

5.2.3.3.3.1 Plan Parcial de Renovación Urbana Nodo Norte Calle 72

La formulación en la modalidad de redesarrollo, del Plan Parcial Nodo Norte Calle 72, propone generar nuevo espacio público, nuevas edificaciones y nuevos usos del suelo que permitan un mayor aprovechamiento de las posibilidades del sector y su situación estratégica

Tabla 5.2.3.74 Plan Parcial Nodo norte

Localización intervención Plan parcial de Renovación Urbana nodo Norte Calle 72.

Imagen 3D, Plan Parcial de Renovación Urbana Nodo Norte Calle 72.

Fuente: Secretaría Distrital de Planeación -SDP / Empresa de Renovación Urbana

Nodo centro

En el NODO CENTRO, Se encuentran en desarrollo los siguientes planes parciales de renovación urbana:

- San Victorino
- San Bernardo
- Ciudad Salud

Nodo Calle 26

Este NODO se compone de cuatro (4) planes parciales de renovación. Busca consolidar este sector de la ciudad como un centro de negocios a nivel nacional y uno de los más importantes y competitivos a nivel mundial, los planes parciales de renovación urbana son:

- La Estrella
- Plaza de la Democracia
- Alameda
- San Martín

Nodo Estación de La Sabana

NODO compuesto por cuatro (4) planes parciales, los cuales pretenden articular una importante oferta de servicios empresariales, de vivienda y comercio.

Los planes parciales de renovación urbana de éste NODO son:

- La Favorita
- Estación de la Sabana
- Plaza España Comercial

5.2.3.3.3.2 Plan Parcial Alameda - Estación Central

Según la SDP y la ERU, éste plan busca aprovechar las condiciones de accesibilidad que ofrece la Estación Central con el propósito de dar respuesta a la política sobre y aprovechamiento del suelo urbano en el centro de la ciudad. Consolidar la oferta de servicios empresariales a escala metropolitana, urbana y zonal. Impulsar la ocupación del centro con nuevos residentes frenar el deterioro de la zona.

Dentro de los más importantes proyectos relacionados con los sistemas generales de la ciudad se encuentra la ejecución del sistema integrado de Corredores Troncales y Rutas Alimentadoras “TransMilenio Fase III”.

5.2.3.4 Aspectos arqueológicos

Los aspectos arqueológicos son competencia del Instituto Colombiano de Antropología e Historia _ ICANH, esta entidad es la encargada de aprobar las autorizaciones de intervención arqueológica y los respectivos planes de manejo.

Para el proyecto ya se elaboró el diagnóstico arqueológico en el corredor de la PLMB y la prospección inicial de patio taller; atendiendo lo indicado por el ICANH en la autorización de intervención arqueológica No. 6819 del 11 de septiembre de 2017.

En cuanto al diagnóstico arqueológico el ICANH se pronunció el 23 de octubre de 2017 con el radicado 4817, en el cual indicó que se deberá en una fase siguiente adelantar las labores del plan arqueológico mediante una nueva licencia.

En cuanto al plan de manejo del área de patio taller se está a la espera de la aprobación por parte del ICANH.

5.2.3.4.1.1 Diagnóstico de línea base arqueológica

Teniendo en cuenta que la PLMB cruzará la ciudad, y siendo esta una oportunidad única para el registro y localización de sitios arqueológicos de diferentes temporalidades, se hizo necesario un trabajo de diagnóstico arqueológico que permita zonificar el área en cuestión para realizar los futuros trabajos de supervisión del PMAS. Por lo que se cuenta con objetivos puntuales a cumplir:

a) A partir de fuentes secundarias identificar áreas de posible potencial arqueológico. Generando una zonificación arqueológica preliminar del área directa de afectación.
b) Apoyándonos en los registros estratigráficos hechos por los equipos de geotecnia, en 2015, y en el actual proyecto, vincular posibles áreas de ocupación o sitios arqueológicos.
c) Evaluar de qué forma se afectarán dichas zonas y en qué manera podemos mitigar su deterioro, mediante un plan de manejo a ejecutarse al momento de las obras.

Con la investigación mediante fuentes secundarias se lograrón reconocer tres áreas de alto potencial arqueológico, la primera ubicada en la parte más occidental de la PLMB, en donde se han reconocido contextos arqueológicos prehispánicos en áreas aledañas a la obra. El segundo se ubica en la parte cercana al centro histórico de la Ciudad, en donde se han reportado vestigios principalmente coloniales y republicanos, así como el trazado de las vías férreas y de tranvía que cruzaron la región. Finalmente al norte del trazado se ubica el área de Chapinero, la cual es interesante en todas sus étapas históricas ya que cerca al área de intervención se han localizado desde vestigios Muiscas, ocupación colonial y finalmente periodo republicano con la llegada del tranvía y el paso del tren.

El desarrollo completo del diagnóstico de línea base arqueológica se encuentra en el Anexo 5.2.3.9 y Anexo 5.2.3.10

5.2.3.4.1.2 Prospección del Patio-Taller de la PLMB

Se realizó la prospección arqueológica la cual ayudó a generar una zonificación y un Plan de Manejo Arqueológico a ejecutarse antes del momento de la intervención del área por las obras del Patio Taller, el cual es presentado en este documento. Los trabajos que se realizaron tuvieron como objetivo reconocer posibles ocupaciones pretéritas en esta zona, asociadas directamente a las sociedades prehispánicas de Funza, Mosquera, Fontibón y el sitio El Corzo.

La prospección arqueológica que se llevó a cabo en los predios de El Corzo, a partir de la metodología de reconocimiento regional propuesta por Drennan e implementada a lo largo del país como metodología de prospección no dio resultados positivos para vestigios culturales arqueológicos, sin embargo hay varios aspectos que nos invitan a repensar sí existe o no una ocupación prehispánica en el sitio, así como la conveniencia de la aplicación de esta propuesta metodológica para sitios de camellones: la primera de ellas sería la edafología del sitio y los perfiles expuestos.

Para el área del presente estudio, se registró un camellón en un perfil expuesto cercano al río Bogotá, éste se asemeja al de Guaymaral registrado por Boada en el 2006, para el cual se llevó a cabo la excavación de un perfil de 1.20 m de profundidad.

5.2.4 BIBLIOGRAFÍA

Cámara de Comercio de Bogotá. (2006). *Cámara de Comercio de Bogotá.*

Secretaría de Hábitat. (2011). *Secretaría de Hábitat.*

bogotaturismo. (2017). Obtenido de www.bogotaturismo.gov.co

(2017). *CONSORCIO METRO BOG .* Bogotá.

Agustín, J. (2001). Recuperado el 2017, de http://www.banrepcultural.org/node/32944

Alcaldía de Antonio Nariño. (2017). *Alcaldía de Antonio Nariño*. Obtenido de http://www.kennedy.gov.co/

Alcaldía de Barrios Unidos. (2017). *Alcaldía de Barrios Unidos*. Obtenido de http://www.barriosunidos.gov.co/

Alcaldía de Chapinero. (2017). *Alcaldía de Chapinero* . Obtenido de http://www.chapinero.gov.co/

Alcaldía de Kennedy. (10 de Noviembre de 2016). *www.kennedy.gov.co*. Obtenido de www.kennedy.gov.co: http://www.kennedy.gov.co/mi-localidad/juntas-de-accion-comunal

Alcaldía de Kennedy. (2017). *Alcaldía de Kennedy*. Obtenido de http://www.kennedy.gov.co/

Alcaldía de Los Mártires. (2017). *Alcaldía de Los Mártires*. Obtenido de http://www.kennedy.gov.co/

Alcaldía de Puente Aranda. (2017). *Alcaldía de Puente Aranda*. Obtenido de http://www.puentearanda.gov.co/

Alcaldía de Santa Fe. (2017). *Alcaldía de Santa Fe*. Obtenido de http://www.santafe.gov.co/

Alcaldía de Teusaquillo. (2017). *Alcaldía de Teusaquillo*. Obtenido de http://www.teusaquillo.gov.co/

Alcaldía Mayor de Bogotá. (Julio de 2017). Revisión ordinaria del Plan de Ordenamiento Territorial de Bogotá. Bogotá D.C., Colombia.

Almanza-Castañeda, C., Preciado-Beltrán, J., & Leal-Pulido, R. O. (2005). *Historia ambiental de Bogotá, siglo XX: elementos históricos para la formulación del medio ambiente urbano.* Bogotá D.C.: Universidad Distrital Francisco José de Caldas.

Banco de la República. (2015). *Biblioteca Virtual Luis Ángel Arango* . Obtenido de http://www.banrepcultural.org/blaavirtual/ayudadetareas/economia/sectores_economicos

BOG, C. M. (2017). *Estructuración técnica del tramo 1 de la Primera línea del Metro de Bogotá (PLMB).* Bogotá.

Bogotá como vamos. (2015). *Bogotá como vamos.* Recuperado el Mayo de 2017, de http://www.bogotacomovamos.org/documentos/informe-de-calidad-de-vida-2015/

Bogotá, A. d. (1995). *Plan de Desarrollo Económico, Social y de Obras Publicas de Santa Fe de Bogotá "Formar Ciudad" .*

Cámara de Comercio de Bogotá. (2006). *Cámara de Comercio de Bogotá.*

Cámara de Comercio de Bogotá. (2006). *Cámara de Comercio de Bogotá.*

Cámara de Comercio de Bogotá. (2006). *Cámara de Comercio de Bogotá.*

Cámara de Comercio de Bogotá. (2006). *Cámara de Comercio de Bogotá.* Recuperado el Mayo de 2017

Cámara de Comercio de Bogotá. (2007).

Cámara de Comercio de Bogotá. (2007). *Cámara de Comercio de Bogotá.*

Cámara de Comercio de Bogotá. (2007). *Cámara de Comercio de Bogotá.* Recuperado el Mayo de 2017

Cámara de comercio de Bogotá. (2012). *Cámara de comercio de Bogotá*. Obtenido de file:///C:/Users/dianavelasquez/Downloads/observatorio%20de%20movilidad%208%20(1).pdf

Cámara de Comercio de Bogotá. (2017).

Cámara de Comercio de Bogotá. (2017). *Balance de la economía de la Región Bogotá Cundinamarca 2016.* Bogotá: Cámara de Comercio de Bogotá producción Editorial.

Cámara de Comercio de Bogotá. (2017). *Cámara de Comercio de Bogotá.*

Cámara de Comercio de Bogotá. (2017). *Cámara de Comercio de Bogotá.*

Cámara de Comercio de Bogotá. (2017). *Cámara de Comercio de Bogotá.* Recuperado el Mayo de 2017

Cámara de Comercio de Bogotá. (2017). *Cámara de Comercio de Bogotá.*

Cámara de Comercio de Bogotá. (2017). *Cámara de Comercio de Bogotá.* Recuperado el Mayo de 2017

Cámara de Comercio de Bogotá. (2017). *Cámara de Comercio de Bogotá.*

Central de Abastos de Bogotá . (s.f.). Recuperado el 20 de Agosto de 2017, de http://corabastos.com.co/index.php?option=com_content&view=article&id=45&Itemid=135

DANE. (2005). *Proyecciones de pobalción 2006 - 2020.* Recuperado el Mayo de 2017, de DANE: https://www.dane.gov.co/index.php/estadisticas-por-tema/demografia-y-poblacion/proyecciones-de-poblacion

DANE. (2005). *Proyecciones de población 2006 - 2020.* Recuperado el Mayo de 2017, de DANE: https://www.dane.gov.co/index.php/estadisticas-por-tema/demografia-y-poblacion/proyecciones-de-poblacion

DANE. (2009). *DANE.* Obtenido de https://www.dane.gov.co/files/investigaciones/fichas/Deficit_vivienda.pdf

DANE. (2017). *DANE*.

(s.f.). *Encuesta Multiproposito Bogotá 2014, DANE 2014.*

Gómez-Alzate, A. (2012). *Criterios metodológicos para el análisis de la calidad visual del paisaje urbano y su sostenibilidad.* 1º congreso internacional en gestión y control de la calidad del aire, auditiva y visual.

Herrera, J. A. (2015). *Observatorio de desarrollo económico*. Obtenido de http://observatorio.desarrolloeconomico.gov.co

Higuera, C. M. (2010). El sector San Victorino en los procesos de reconfiguración urbana de Bogotá (1598-1998) . *Cuadernos de Vivienda y Urbanismo*, 220 - 245.

hsbnoticias. (30 de 11 de 2017). *http:///hsbnoticias.com*. Obtenido de http://hsbnoticias.com: http://hsbnoticias.com/localidad-de-teusaquillo-m%C3%A1s-que-historia-88801

IDEAM. (28 de Noviembre de 2014). *Sistema de información ambiental de Colombia*. Obtenido de http://geoapps.ideam.gov.co:8080/geonetwork/srv/es/main.home?uuid=506e6ae8-19f7-4588-b643-58746046e753

IGAC - CORPOICA. (2002). *Zonificación de los conflictos de uso de las tierras en Colombia.* Bogotá D.C., Colombia: IGAC.

IGAC. (2000). *Estudio General de Suelos y Zonificación de Tierras Departamento de Cundinamarca.* Bogotá D.C., Colombia.

IGAC. (2003). *Mapa de Suelos de Colombia Memoria Explicativa.* Bogotá D.C.

IGAC. (2010). *Metodología Para La Clasificación De Las Tierras Por Su Capacidad De Uso.* (G. i. suelos, Ed.) Bogotá D.C., Colombia: IGAC.

INGETEC S.A. (2016). *Informe de diagnóstico y diseño de la cuenca pluvial Tunjuelo.* Bogotá: Recursos Hídricos - Ingetec S.A.

Instituto de Desarrollo Urbano. (2014). *Documento Técnico de Soporte de factibilidad Componente Social OTC - IDU.* Bogotá.

Instituto de Desarrollo Urbano. (2015). *Estudio ambiental y social integral de la primera línea del Metro para la ciudad de Bogotá D.C.* IDU.

Instituto Distrital de Patrimonio Cultural. (2017). *Instituto Distrital de Patrimonio Cultural.* Obtenido de http://idpc.gov.co/nuestro-patrimonio-2/

Instituto Distrital de Turismo. (julio de 2017). *Instituto Distrital de Turismo*. Obtenido de http://bogotaturismo.gov.co/parque-central-bavaria

Instituto para la Economía Social. (2017). *Informe Avenida Primero de Mayo.* Bogotá D.C.

IPES. (2013). *Cuadernillo de desarrollo económico .* Bogotá .

IPES. (2016). *Informe Cementerio Central .* Bogotá.

Jianguo-Wu, M. L. (2002). A gradient analysis of urban landscape pattern: a case study from the Phoenix metropolitan region, Arizona, USA. *Landscape Ecology*, 327-339.

K2 INGENIERÍA S.A.S. (2017). *Modelo de dispersión de contaminantes " Estructuración técnica de la primera línea del metro de Bogotá .* Bucaramanga.

K2 INGENIERÍA S.A.S. (2017). *ESTUDIO DE CARACTERIZACIÓN FISICOQUIMICA EN AGUAS SUPERFICIALES Y SUBTERRÁNEAS EN EL ÁREA DE INFLUENCIA DEL PROYECTO "ESTRUCTURACIÓN TÉCNICA DE LA PRIMERA LÍNEA DEL METRO DE BOGOTÁ", DEPARTAMENTO DE CUNDINAMARCA, PARA LA EMPRESA INGETEC S.A.* Bucaramanga.

Mahecha Pulido, J. D., Trujillo González, J. M., & Torres Mora, M. A. (2015). Contenido de metales pesados en suelos agrícolas de la región del Ariari, Departamento del Meta. (U. d. Llanos, Ed.) *ORINOQUIA, 19*(1), 5.

Martínez, V. (2013). *Soy trabajo social*. Obtenido de http://www.soytrabajosocial.com/

Matsuoka, R., & Kaplan, R. (2008). People needs in the urban landscape: Analysis of Landscape And Urban Planning contributions. *Landscape and Urban Planning*, 7-19.

MAVDT-WWF Colombia. (Octubre de 2009). *Plan Nacional de las Especies Migratorias: Diagnóstico e identificación de acciones para la conservación y el manejo sostenible de las especies migratorias de la biodiversidad en Colombia.* Recuperado el 15 de Abril de 2016, de https://www.minambiente.gov.co/images/BosquesBiodiversidadyServiciosEcosistemicos/pdf/Planes-para-la-conservacion-y-uso-de-la-biodiversidad/211010_plan_especies_migratorias.pdf

Naranjo, L., Amaya, J., Eusse-González, D., & Cifuentes-Sarmiento, Y. (2012). *Guía de las Especies Migratorias de la Biodiversidad en Colombia. Aves. Vol. 1. Ministerio de Medio Ambiente y Desarrollo Sostenible.* Bogotá D.C., Colombia: WWF Colombia.

Organización Internacional del Trabajo. (1993). Resolución sobre las estadísticas de empleo en el sector informal. *Decimoquinta conferencia Internacional de Estadísticos de Trabajo.*

Planeación, S. D. (2014). *Mapas Bogotá*.

Rueda Saa, G., Rodríguez Victoria, J. A., & Madriñán Molina, R. (2011). Metodologías para establecer valores de referencia de metales pesados en suelos agrícolas: perspectivas para Colombia. *Acta Agronómica, 60*(3), 203-217.

Secretaría de Habitát. (2011). *Secretaría de Habitát.*

Secretaría de Hábitat. (2011). *Secretaría de Hábitat.* Recuperado el Mayo de 2017

Secretaría de Hábitat. (2011). *Secretaría de Hábitat.* Recuperado el Mayo de 2017

Secretaría de Hábitat. (2011). *Secretaría de Hábitat.*

Secretaría de Hábitat. (2011). *Secretaría de Hábitat.*

Secretaría de Hábitat. (2011). *Secretaría del Hábitat.* Recuperado el Mayo de 2017

Secretaria de Salud de Bogotá. (2015). *Secretaria de Salud de Bogotá.* Recuperado el Mayo de 2017, de http://www.saludcapital.gov.co/Empalme%20del%20Sector%20Salud%2020122016/DIRECTIVA%2009%20DE%202015/1%20%20DIAGNOSTICO%20SECTORIAL%20DE%20SALUD.pdf

Secretaria Distrital de Ambiente. (2017). *Informe anual de la Red de Monitoreo de Calidad de Aire de Bogotá D.C. 2016.* Bogotá.

Secretaria Distrital de Cultura, Recreación y Deporte. (2017). *Secretaria Distrital de Cultura, Recreación y Deporte.*

Secretaría Distrital de Educación. (2015). *Secretaria Distrital de Educación.* Recuperado el Mayo de 2007, de ww.educacionbogota.edu.co/es/?option=com_content&view=article&id=117&catid=25

Secretaría Distrital de Educación. (2015). *Secretaría Distrital de Educación.* Recuperado el Mayo de 2017, de http://www.educacionbogota.edu.co/es/?option=com_content&view=article&id=117&catid=25

Secretaría Distrital de Educación. (2015). *Secretaría Distrital de Educación.* Recuperado el Mayo de 2017, de http://www.educacionbogota.edu.co/archivos/SECTOR_EDUCATIVO/ESTADISTICAS_EDUCATIVAS/2013/BoletinEstadisticoAnual2013.pdf

Secretaría Distrital de Educación. (2015). *Secretaría Distrital de Educación.* Recuperado el Mayo de 2017, de http://www.educacionbogota.edu.co/es/?option=com_content&view=article&id=117&catid=25

Secretaría Distrital de Educación. (2015). *Secretaría Distrital de Educación.* Recuperado el Mayo de 2017, de ww.educacionbogota.edu.co/es/?option=com_content&view=article&id=117&catid=25

Secretaría Distrital de Planeación . (2009). *Conociendo la localidad de Santa Fe: Diagnóstico de los aspectos físicos, demográficos y socioeconómicos .* Bogotá D.C.

Secretaría Distrital de Planeación. (2009). *Conociendo la localidad de Chapinero: Diagnóstico de los aspectos físicos, demográficos y socioeconómicos.* Bogotá D.C.

Secretaria Distrital de Planeación. (2011). *Secretaria Distrital de Planeación.* Recuperado el Mayo de 2017, de http://www.sdp.gov.co/portal/page/portal/PortalSDP/InformacionEnLinea/

Secretaria Distrital de Planeación. (2011). *Secretaria Distrital de Planeación.* Recuperado el Mayo de 2017, de http://www.sdp.gov.co/portal/page/portal/PortalSDP/InformacionEnLinea/

Secretaría Distrital de Planeación. (2011). *Secretaría Distrital de Planeación.* Recuperado el Mayo de 2017

Secretaria Distrital de Planeación. (2014). *Secretaria Distrital de Planeación.* Recuperado el Mayo de 2017, de http://www.sdp.gov.co/portal/page/portal/PortalSDP/InformacionEnLinea/

Secretaria Distrital de Planeación. (2016). *Secretaria Distrital de Planeación.* Obtenido de http://www.sdp.gov.co/portal/page/portal/PortalSDP/Noticias2016/Bogota_tiene_nuevo_plan_de_desarrollo/Acuerdo%20645%20de%202016.pdf

Secretaria Distrtital de Planeación. (2014). *Secretaria Distrtital de Planeación.* Recuperado el Mayo de 2017, de http://www.sdp.gov.co/portal/page/portal/Encuesta Multiproposito 2014/Resultados 2014

TransMilenio S.A. (2016). *TransMilenio en cifras.* Bogotá.

Unidad Administrativa Especial de Catastro Distrital . (2016). *Así evoluciona Bogotá, análisis inmobiliario 2008 - 2016.* Bogotá D.C: Alcaldía Mayor de Bogotá.

Unidad Administrativa Especial De Catastro Distrital. (2015). *Unidad Administrativa Especial De Catastro Distrital.* Recuperado el Mayo de 2017, de https://issuu.com/catastrobogota/docs/armadaresultadoscenso_issuu_2015

USDA. (2010). *Claves para la Taxonomía de Suelos.* Montecillo, Texcoco, México: Departamento de Agricultura de los Estados Unidos.

5.2.5 ANEXOS

Anexo 5.2.3.1 Cartas de solicitud información

Anexo 5.2.3.2 Respuesta Solicitud de información alcaldías

Anexo 5.2.3.3. Censo comerciantes

Anexo 5.2.3.4 Comunicación Ministerio del Interior

Anexo 5.2.3.5 Listado de BIC y Comunicaciones entidades del sector Cultura

Anexo 5.2.3.6 Plano de localización BIC

Anexo 5.2.3.7 Información entidades

Anexo 5.2.3.8 Directorio Institucional

Anexo 5.2.3.9 Diagnóstico Línea Base Arqueológica

Anexo 5.2.3.10 Licencia arqueológica para la prospección del Patio Taller de la PLMB y viaducto de conexión