ANALISIS DE POSIBLES COSTOS ADICIONALES

PROYECTO: CARRETERA LONGITUDINAL DE LA SIERRA

TRAMO: HUÁNUCO-LA UNIÓN– HUALLANCA

PRESTAMO BID PE-L1151

Septiembre de 2016

**ING. LEONARDO VASQUEZ SAMACA A0013703/542565/11**

El presente documento fue elaborado por el Ing. Leonardo Vásquez Samacá, consultor contratado por el Banco Interamericano de Desarrollo en el marco de la preparación de la presente operación. Cualquier concepto vertido en este análisis es responsabilidad exclusiva del consultor y no refleja la posición oficial del BID

# Contenido

[Contenido 2](#_Toc461030366)

[1 Introducción y Antecedentes 5](#_Toc461030367)

[2 Objetivo y Alcance 7](#_Toc461030370)

[3 Metodología 9](#_Toc461030371)

[3.1 Etapas Metodológicas 9](#_Toc461030372)

[3.2 Metodología para el Análisis de Riesgos y Simulación de Montecarlo 11](#_Toc461030373)

[3.3 Rubros de Presupuesto Analizados 14](#_Toc461030374)

[3.4 Información Base 15](#_Toc461030375)

[4 Presupuesto del Proyecto 16](#_Toc461030376)

[5 Diagnóstico General de Costos 19](#_Toc461030377)

[5.1 Variación entre Precios de Referencia y Precios de Mercado (Ofertados en Licitación). 19](#_Toc461030378)

[5.2 Principales Insumos y su Incidencia en el Presupuesto de Referencia 20](#_Toc461030379)

[5.3 Variación de Precios de Mercado en el Tiempo 21](#_Toc461030380)

[5.4 Riesgo de Costos Adicionales 23](#_Toc461030381)

[6 Valoración del Riesgo de Costos Adicionales 29](#_Toc461030382)

[6.1 Valoración de Variación en Precios de Mercado en el Tiempo 35](#_Toc461030383)

[6.2 Valoración de Riesgo de Costos Adicionales por Mayores Cantidades de Obra ……………………………………………………………………………………38](#_Toc461030384)

[7 Conclusiones y Recomendaciones 40](#_Toc461030385)

[8 Lista de referencias 41](#_Toc461030386)

[ANEXOS - Series Históricas de Precios 42](#_Toc461030387)

[ANEXOS - Serie Histórica de Costos de Proyectos (Fuente Provias Nacional (PVN)) 49](#_Toc461030388)

INDICE DE TABLAS

[Tabla 1. Categorías de probabilidad de los riesgos 10](#_Toc461030457)

[Tabla 2. Categorías de clasificación de los impactos 11](#_Toc461030458)

[Tabla 3. Matriz de riesgos e impactos 11](#_Toc461030459)

[Tabla 4. PRESUPUESTO MEJORAMIENTO DE LA VÍA HUÁNUCO - LA UNIÓN – HUALLANCA 15](#_Toc461030460)

[Tabla 5. Cronograma Estimado de Ejecución Proyecto Huánuco - La Unión – Huallanca 17](#_Toc461030461)

[Tabla 6. Puentes y pontones propuestos en el Estudio de Factibilidad para ser construidos 17](#_Toc461030462)

[Tabla 7. Insumos Básicos e Incidencias 19](#_Toc461030463)

[Tabla 8. Caracterización de la Variación Anual de Inflación, Devaluación, y Precios de Mercado de Insumos Básicos (variaciones en moneda local) 20](#_Toc461030464)

[Tabla 9. Relación de proyectos Base Datos Histórica 24](#_Toc461030465)

[Tabla 10 Incidencias en Costos Adicionales por Rubro (PARTE 1 de 2) 25](#_Toc461030466)

[Tabla 11 Incidencias en Costos Adicionales por Rubro (PARTE 2 de 2) 25](#_Toc461030467)

[Tabla 12 Variación/Costo Directo e Incidencia en Costos Adicionales por Rubro 26](#_Toc461030468)

[Tabla 13. Promedio Estimado de Incidencias por Rubro en Costo Directo de Proyectos Viales 27](#_Toc461030469)

[Tabla 14. Proyectos de referencia para estimación de Incidencias por Rubro en Costo Directo de Proyectos Viales 27](#_Toc461030470)

[Tabla 14. Riesgos a Evaluar y Calificación 28](#_Toc461030471)

[Tabla 15. Riesgos: Asignación y Mitigación 30](#_Toc461030472)

[Tabla 16. Riesgos: Tratamiento en Modelación 32](#_Toc461030473)

[Tabla 17. Estructura para Cálculo de Provisión de Escalamiento de Precios 35](#_Toc461030474)

INDICE DE ILUSTRACIONES

[Ilustración 1. Corredores Logísticos y Tramo “Huánuco - La Unión – Huallanca” 5](#_Toc461030561)

[Ilustración 2. Proyecto Huánuco - La Unión – Huallanca (por Tramos) 16](#_Toc461030562)

[Ilustración 3. Porcentaje de Costos Adicionales (%) sobre Costo Total – Proyectos Provias Nacional (PVN) 23](#_Toc461030563)

[Ilustración 4. Variación Promedio de Precios de Mercado en el Tiempo 2016 a 2020 - Curva de Distribución de Probabilidad 35](#_Toc461030564)

[Ilustración 5. Costos Adicionales - Curva de Distribución de Probabilidad 37](#_Toc461030565)

# Introducción y Antecedentes

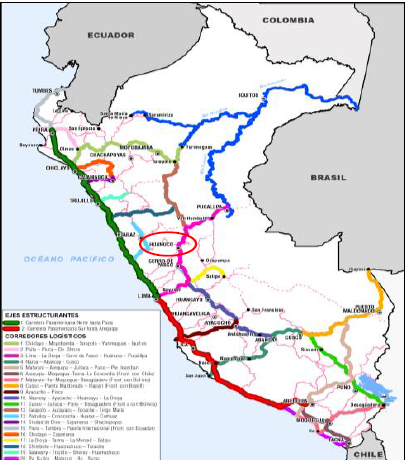
En Perú “el transporte carretero es el principal modo de traslado de carga y pasajeros. La red total de carreteras tiene una longitud de 156.792 km de los cuales 25.005 km (16%) corresponden a la Red Vial Nacional (RVN). Esta red nacional está estructurada en 22 corredores logísticos y dos ejes estructurantes que forman parte de la Panamericana, con vías que conectan algunos corredores logísticos, entre ellos el corredor Longitudinal de la Sierra. Al 2014, el 75% de la RVN está asfaltada, con 60% de la RVN en buen estado. La meta del gobierno es llegar al 85% de la red pavimentada y en buen estado en el 2016 y 98% para el 2018. Si bien los avances en la situación general de la RVN son significativos, aún existen vías en mal estado que limitan la accesibilidad en determinadas zonas del país” [[1]](#footnote-1).

El tramo objeto de intervención es “Huánuco – La Unión – Huallanca”, el cual hace parte del corredor Longitudinal de la Sierra, dicho tramo actualmente se encuentra a nivel de afirmado y en malas condiciones (tramos críticos con ancho limitado, obras de drenaje colapsadas, derrumbes en época de lluvias, entre otros), lo que limita el acceso de las personas, de bienes y servicios, de importantes zonas del Departamento de Huánuco a los mercados locales, nacionales y regionales. Al ser Huánuco, una región de acceso entre la selva con la sierra y la costa, también limita el acceso de personas y bienes entre los mercados de estas importantes zonas del país[[2]](#footnote-2). El mejoramiento de este tramo permitirá:

* Menores costos de transporte y tiempos de viaje para los usuarios de dicha vía.
* Aumentar la integración de diversos centros de producción y consumo de la zona central del país y conectar dos corredores logísticos priorizados por el Ministerio de Transporte y Comunicaciones (MTC) en el Plan de Desarrollo Logístico del Perú. El Corredor Huánuco - La Unión - Huallanca conecta el Corredor Lima - Pucallpa (eje Amazonas centro de IIRSA), por la Ciudad de Huánuco, y el Corredor Pativilca – Carhuaz, que es uno de los principales accesos a la carretera Panamericana, facilitado la exportación de carga (por conectividad con el puerto y aeropuerto de Lima)[[3]](#footnote-3).

En la siguiente ilustración se presenta la ubicación del tramo a intervenir “Huánuco – La Unión – Huallanca” (ver Ilustración 1).

Ilustración 1. Corredores Logísticos y Tramo “Huánuco - La Unión – Huallanca”



Fuente: Perfil del proyecto (IDBDOCS-#40281909), BID, 2016.

Por otro lado, es importante mencionar que El ente rector del sector de transporte es el Ministerio de Transporte y Comunicaciones (MTC), por medio del Proyecto Especial de Infraestructura de Transporte Nacional (denominado Provias Nacional (PVN)). PVN es el encargado de la planificación, ejecución, gestión y mantenimiento de la RVN.

“La carretera será ejecutada mediante un Contrato Integral de Mejoramiento, Operación y Conservación Vial por Niveles de Servicio (CMOCNS) con una duración aproximada de ocho años, en el que un solo contratista se encargará de la ejecución de un conjunto de obras civiles, específicamente en el mejoramiento del tramo Huánuco - La Unión - Huallanca y de la posterior operación y mantenimiento del tramo Huánuco - La Unión - Huallanca - Dv. Antamina y Emp PE-3N (Tingo Chico) - Llata – Emp AN-111 (Dv. Antamina). La ventaja de este tipo de contratos es que evita eventuales desfases entre el mejoramiento y el posterior mantenimiento, reduce la posibilidad que las fluctuaciones presupuestales afecten el mantenimiento de una vía y genera los incentivos para que los contratistas realicen una adecuada inversión toda vez que luego realizarán las actividades de mantenimiento”[[4]](#footnote-4).

Esta operación considera un monto de USD 356 millones (US$80 millones serán financiados por el Banco y US$276 millones de aporte local), para financiar[[5]](#footnote-5):

1. Obras de mejoramiento del tramo Huánuco - La Unión – Huallanca, con una longitud de 152,82 km.
2. Conservación de los tramos Huánuco - La Unión - Huallanca - Dv. Antamina y Emp PE-3N (Tingo Chico) - Nuevas Flores - Llata – Emp AN-111 (Dv. Antamina), con una longitud de 239,02 km.
3. Obras complementarias de construcción de estaciones de pesaje y peaje.
4. Supervisión del mejoramiento y conservación.
5. Planes de compensación y reasentamiento involuntario (recursos de contrapartida local)
6. Costos de Gestión

# Objetivo y Alcance

El presente estudio tiene por objeto determinar con la mayor precisión, los posibles costos adicionales que se puedan presentar durante la ejecución del proyecto “Mejoramiento de la vía Huánuco - La Unión – Huallanca” (156,8 kms) en Perú, teniendo en cuenta el comportamiento histórico de las variables más representativas en un proyecto vial, con el siguiente alcance:

1. Con base en información histórica de proyectos ejecutados por cuenta de Provias Nacional (PVN), se identificará el comportamiento estadístico de costos adicionales.
2. Con base en el análisis de riesgo realizado en la etapa anterior, se valorará la probabilidad de que se presenten costos adicionales durante la ejecución del proyecto y su cuantía, para lo cual se desarrollará un modelo matemático de costos.
3. Finalmente, se darán recomendaciones sobre la asignación de riesgos contractual, su cuantificación en proyectos futuros, y estrategias de prevención y mitigación.

# Metodología

## Etapas Metodológicas

Para el análisis objeto de estudio se adoptó la siguiente metodología:

1. **Levantamiento de Información**

Se realizó levantamiento de información secundaria existente, con el propósito de:

* Relacionarse con las características del proyecto objeto de estudio y su presupuesto de referencia.
  + Identificar aspectos clave de la problemática de costos adicionales en proyectos viales en Perú ejecutados por Provias Nacional (PVN).
* Obtener series históricas que permitan caracterizar cualitativa y cuantitativamente comportamientos de: costos adicionales en proyectos viales; y variaciones en el tiempo de costos unitarios de insumos de construcción.

1. **Diagnostico**

Con la información secundaria obtenida se realizó un diagnóstico, abordando los siguientes aspectos de interés:

* **Eficiencias capturadas en la oferta licitatoria:** se refiere a la reducción en el costo total del proyecto a causa de eficiencias o utilidades cedidas por los proponentes interesados en el proyecto en el momento de realizar la oferta licitatoria.
* **Riesgo de Costos Adicionales**: o riesgo de que el costo del proyecto se incremente por: i) mayores cantidades de obra a las previstas en el diseño original; y ii) obras adicionales a solicitud de terceros o requerimientos del propietario.
* **Variación de Precios de Mercado en el Tiempo (Escalamiento)**: punto en el cual se cuantifica la escalabilidad de costos del proyecto en el tiempo, por la variación de tendencia histórica del precio de mercado de sus insumos principales (pueden ser positivas o negativas).

Partiendo del presupuesto de referencia del proyecto **Mejoramiento de la vía Huánuco - La Unión – Huallanca** y su desagregación por actividades, se estableció una “canasta de costos de obra”, que comprende los principales insumos de obra, y su incidencia o participación porcentual en el costo total de obra.

Por otro lado, para cada uno de los principales insumos identificados anteriormente, se indagó sobre le evolución histórica del precio de mercado y sus expectativas futuras, con base en información de fuentes oficiales, gremios y otras entidades, estableciendo tendencias y distribuciones de probabilidad de dichas tendencias, las cuales se emplearon para la simulación de Montecarlo en la siguiente etapa.

1. **Procesamiento y Análisis**

El procesamiento y análisis de la información, parte del diagnóstico realizado, y se enfoca a la obtención de:

* 1. La curva de distribución de probabilidad de la relación entre presupuesto de referencia y presupuesto adjudicado en el proceso licitatorio, lo que representa la probabilidad de obtener economías en el proceso de competencia por el proyecto que se surte en licitación.
  2. La curva de distribución de probabilidad de costos adicionales como porcentaje del valor del presupuesto de referencia, considerando las economías capturadas en el proceso licitatorio.
  3. Estimación de la provisión por escalamiento, como porcentaje del presupuesto de referencia.

En análisis se apoyará en modelos matemáticos de costos y modelos probabilísticos de simulación empleando el Método de Montecarlo

Finalmente, se dan recomendaciones sobre la asignación de riesgos contractual, su cuantificación en proyectos futuros, y estrategias de prevención y mitigación.

## Metodología para el Análisis de Riesgos y Simulación de Montecarlo

El manejo de los riesgos en un proyecto pasa por las siguientes etapas principales:

* Identificación del riesgo (asociado al alcance, costo, calidad o tiempo)
* Cuantificación del daño
* Evaluación de la probabilidad
* Respuesta al riesgo

Siguiendo los lineamientos establecidos por el PMI[[6]](#footnote-6) en la guía PMBoK[[7]](#footnote-7), la cuantificación del daño y la evaluación de la probabilidad se relacionan con la evaluación cualitativa y cuantitativa de los riesgos.

Una vez identificados los riesgos, **la evaluación cualitativa** busca determinar la importancia de cada uno de ellos, con base a un análisis donde a cada riesgo se le asigna una probabilidad de ocurrencia y un impacto en caso de ocurrir. Con esas dos variables se le asigna una categoría de riesgo a cada uno de ellos. Para ello se utiliza el criterio de experto y bases de datos de otros proyectos similares. A la probabilidad de ocurrencia se le puede asignar un número por categoría, yendo desde 100% probables (Altamente Probables) hasta 0% probables (Improbables), como se muestra en la Tabla 1. Por su parte, al impacto se le puede dar también una categoría dependiendo de la gravedad en caso de ocurrencia, según la clasificación que se observa en la Tabla 2. Al analizar la probabilidad y el impacto conjuntamente se pueden calificar los riesgos con miras a determinar a cuáles se les debe prestar mayor atención, lo cual se facilita construyendo una matriz como la que se muestra en la Tabla 3.

Tabla 1. Categorías de probabilidad de los riesgos



Fuente: Guía PMBoK – Gestión de riesgos. PMI

Tabla 2. Categorías de clasificación de los impactos



Fuente: Guía PMBoK – Gestión de riesgos. PMI

**Tabla 3. Matriz de riesgos e impactos**



Fuente: Guía PMBoK – Gestión de riesgos. PMI

Paso siguiente, es la **evaluación cuantitativa** del riesgo, caso en el cual se cuantifica su probabilidad de ocurrencia con base en el acontecer histórico en proyectos similares al objeto de análisis, definiendo distribuciones de probabilidad; en cuanto a su impacto, se determina como el costo en el proyecto que su ocurrencia acarrea. Específicamente para el caso de análisis, el resultado se resume en una curva de distribución de probabilidad, que indica la probabilidad de ocurrencia de costos adicionales como porcentaje del costo de obra del proyecto, y cuya lectura se realiza en función del valor esperado o de un nivel de certeza o cobertura requerido, cuestión que indica impacto y probabilidad del mismo.

En este contexto, uno de los métodos más utilizados es la simulación de Montecarlo, que parte de un modelo matemático que simula la problemática objeto de análisis (en este caso un modelo de costos del proyecto), sobre el cual se asignan distribuciones de frecuencias a las variables del modelo que tienen riesgo (variables con riesgo de variación, como costos unitarios y cantidades de obra), para posteriormente generar números aleatorios acordes a esas distribuciones “simulando” la posible activación de riesgos en el futuro; por otro lado, se tiene una variable dependiente que mide el impacto de la activación de los diferentes riesgos, a la cual se le hace un seguimiento en el proceso de generación aleatoria de variables de riesgo, y al final de una serie de iteraciones, se obtiene una curva que relaciona impacto con probabilidad de ocurrencia del mismo (costos adicionales).

Los análisis de riesgo tradicionales se efectuaban con base en la generación de escenarios estáticos y unidimensionales, por ejemplo, un escenario pesimista, uno medio y uno optimista prediciendo solo un resultado al sensibilizar las variables. A través de la simulación de Montecarlo es posible obtener no solo los puntos extremos sino todos aquellos escenarios intermedios.

La simulación Montecarlo tiene las ventajas que se mencionan a continuación:

* Resultados probabilísticos: Se muestra no sólo lo que puede suceder, sino lo probable que es un resultado.
* Análisis de sensibilidad: Se evidencia cuáles de las variables introducidas tienen mayor influencia sobre los resultados finales.
* Análisis de escenarios: Dado que es posible ver exactamente los valores que tiene cada variable cuando se producen ciertos resultados, se facilita profundizar en los análisis.
* Correlación de variables de entrada: Es posible modelar relaciones interdependientes entre diferentes variables de entrada.  Esto es importante para averiguar con precisión la razón real por la que, cuando algunos factores suben, otros suben o bajan paralelamente.
* Resultados gráficos: Los datos que genera la simulación de Montecarlo permiten la creación de gráficos de diferentes resultados y las posibilidades de que sucedan.
* El análisis de riesgo que se realiza con la simulación de Montecarlo puede ser cualitativo y cuantitativo. En los análisis cualitativos se incluyen evaluaciones instintivas, mientras que en el cuantitativo se asignan valores numéricos a los riesgos, ya sea con datos empíricos o cuantificando evaluaciones cualitativas. En el caso del análisis objeto de esta consultoría se utilizarán análisis cuantitativos.
* Mediante el uso de distribuciones de probabilidad se describe la incertidumbre en las variables de un análisis de riesgo.  Las distribuciones de probabilidad más comunes son:
* *Normal* – “curva de campana”.  Se define la media o valor esperado y una desviación estándar para describir la variación con respecto a la media.  Los valores intermedios cercanos a la media tienen mayor probabilidad de producirse.
* *Lognormal* – Los valores muestran una clara desviación, y no son simétricos como en la distribución normal.  Se utiliza para representar valores que no bajan por debajo del cero, pero tienen un potencial positivo ilimitado.
* *Uniforme* – Todos los valores tienen las mismas probabilidades de producirse, se deben definir el mínimo y el máximo.
* *Triangular* – Se definen los valores mínimo, más probable y máximo.  Los valores situados alrededor del valor más probable tienen más probabilidades de producirse.
* *Extremo Máximo y Extremo Mínimo* – Se definen los valores mínimo, más probable o máximo, como en la distribución triangular, sin embargo, los valores situados entre el más probable y los extremos tienen más probabilidades de producirse que en la distribución triangular.
* *Discreta* – El usuario define los valores específicos que pueden ocurrir y la probabilidad de cada uno.

## Rubros de Presupuesto Analizados

Los rubros de presupuesto sobre los cuales se realizó el análisis, son los siguientes:

* Obras preliminares
* Movimiento de tierras
* Pavimentos (subbases y bases, Pavimentos flexibles)
* Drenaje
* Obras complementarias
* Transporte
* Señalización y seguridad vial
* Protección ambiental
* Puentes
* Peajes
* Túneles

## Información Base

Con respecto a la información obtenida en el levantamiento y que sirvió de base para el análisis contenido en el presente documento, se tiene

1. Perfil del proyecto suministrado por el BID.
2. Presupuesto de referencia a nivel de actividades del proyecto " Mejoramiento de la vía Huánuco - La Unión – Huallanca” (Ministerio de Transporte y Comunicaciones, enero 2016).
3. Información histórica de proyectos ejecutados por Cuenta Provias Nacional (PVN), entre 2012 y 2015, la cual abarca 10 proyectos de infraestructura vial (monto inicial del contrato, monto final, modificaciones en monto y plazo a los contratos de obra).
4. Información de variación en el tiempo de costos de insumos: cemento asfaltico, concreto, diésel, acero, salario mínimo, inflación interna, inflación externa; provenientes de bases de datos de fuentes oficiales (Banco Central de Reserva del Perú e Instituto Nacional de Estadística e Informática), y otras entidades (centralamericadata, indexmundi, U.S. Energy Information Administration[[8]](#footnote-8), notas de prensa).

# Presupuesto del Proyecto

A continuación, se presenta el presupuesto del proyecto **“Mejoramiento de la vía Huánuco - La Unión – Huallanca**” actualizado al año 2016 (enero):

Tabla 4. PRESUPUESTO MEJORAMIENTO DE LA VÍA HUÁNUCO - LA UNIÓN – HUALLANCA

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **RUBRO** | **S/.** | **Incidencia %** |
| OBRAS PRELIMINARES | 11.203.796 | 1,0% |
| MOVIMIENTO DE TIERRAS | 153.353.613 | 13,6% |
| PAVIMENTOS | 77.637.261 |  |
| *CAPAS ANTICONTAMINANTES SUB BASES Y BASES* | *20.569.326* | 1,8% |
| *PAVIMENTOS FLEXIBLES* | *57.067.935* | 5,1% |
| DRENAJE | 95.737.498 | 8,5% |
| OBRAS COMPLEMENTARIAS | 68.925.836 | 6,1% |
| TRANSPORTE | 304.738.785 | 27,1% |
| SEÑALIZACION Y SEGURIDAD VIAL | 11.058.869 | 1,0% |
| PROTECCIÓN AMBIENTAL | 1.544.719 | 0,1% |
| PUENTES | 47.345.045 | 4,2% |
| TUNEL | 13.437.790 | 1,2% |
| PEAJE | 4.575.408 | 0,4% |
| **COSTO DIRECTO** | **789.558.620** |  |
| GASTOS GENERALES (10,6%) | 83.672.377 | 7,4% |
| UTILIDAD (10%) | 78.955.862 | 7,0% |
| **SUB TOTAL** | **952.186.860** |  |
| IGV (18%) | 171.393.635 | 15,3% |
| **TOTAL** | **1.123.580.495** | **100,0%** |

Fuente: BID, Información originada por Ministerio de Transporte y Comunicaciones (Perú)

El proyecto tiene un costo de obra de S./ 1.123,58 millones de nuevos soles (que a la tasa de cambio promedio de 3,38 S.//USD equivalen a USD 332,42 millones), y comprende sobre una longitud de 152,8 kms el mejoramiento del tramo y su pavimentación en 6,60 metros de calzada con bermas de 1,20 metros, y las medidas de seguridad vial necesarias, tomando en consideración las recomendaciones de la auditoría de seguridad vial.

El proyecto se ha dividido en tres tramos, a saber[[9]](#footnote-9):

**Tramo 01:** Desde la ciudad de Huánuco a la altura del Puente Tingo (Km. 0+000) hasta la altura del centro poblado Punto Unión (Km. 52+350 aproximadamente), con un costo de obra de S./ 338,92 millones (USD 100,27 millones).

**Tramo 02:** Desde el centro poblado Punto Unión (Km. 52+350 aproximadamente) hasta el centro poblado Tingo Chico (Km. 103+150 aproximadamente), con un costo de obra de S./ 487,6 millones (USD 144,26 millones).

**Tramo 03:** Desde el centro poblado Tingo Chico (Km. 103+150 aproximadamente) incluye el Puente Tingo, hasta la entrada al distrito de Huallanca, a la altura del Puente Santa Luisa, con un costo de obra de S./ 297,06 millones (USD 87,89 millones).

En la siguiente ilustración se presenta la ubicación del proyecto y división por tramos:

Ilustración 2. Proyecto Huánuco - La Unión – Huallanca (por Tramos)

Fuente: ESTUDIO TECNICO ECONOMICO DE LA VERIFICACION DE VIABILIDAD MEJORAMIENTO CARRETERA HUÁNUCO - CONOCOCHA,SECTOR HUÁNUCO - LA UNIÓN – HUALLANCA, TRAMO: Km. 0+000 – Km. 150+420 - CODIGO SNIP: 9615

Se estima un plazo de ejecución del proyecto de dos años y medio, iniciando en el segundo semestre de 2017, en la siguiente tabla se presenta porcentualmente la ejecución presupuestal supuesta.

Tabla 5. Cronograma Estimado de Ejecución Proyecto Huánuco - La Unión – Huallanca

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Descripción de tramos | | Avance de la ejecución | | | | |
| 2017 | 2018 | 2019 | 2020 | Total |
| 01 | Huánuco – Punto unión | 20% | 40% | 40% |  | 100% |
| 02 | Punto Unión – Puente Tingo | 20% | 40% | 40% |  | 100% |
| 03 | Puente Tingo - Huallanca | 20% | 40% | 40% |  | 100% |

Fuente: ESTUDIO TECNICO ECONOMICO DE LA VERIFICACION DE VIABILIDAD MEJORAMIENTO CARRETERA HUÁNUCO - CONOCOCHA,SECTOR HUÁNUCO - LA UNIÓN – HUALLANCA, TRAMO: Km. 0+000 – Km. 150+420 - CODIGO SNIP: 9615

Con respecto a los puentes a ser reemplazados, se relacionan a continuación por tramo:

Tabla 6. Puentes y pontones propuestos en el Estudio de Factibilidad para ser construidos

| Tramo | Nº | Puente |
| --- | --- | --- |
| Húanuco – Punta Unión | 1 | Pontón Yaracyacu 1/ |
| 2 | Mamayhuachin |
| 3 | Higueras 1/ |
| 4 | Puyac 1/ |
| 5 | Pontón Chinchan 1/ |
| 6 | Pontón Sogosh 1/ |
| 7 | Shiragra 1/ |
| 8 | Vera |
| 9 | Pontón Kichki 1/ |
| Punta Unión – Puente Tingo Chico | 1 | San Juan 1/ |
| 2 | Pontón Tullu Urco 1/ |
| 3 | Pontón Quisuayusacu (Castilla) 1/ |
| 4 | Siyan 1/ |
| 5 | Pontón Anguyacu 1/ |
| 6 | Acobamba |
| 7 | Estacamachay 1/ |
| Puente Tingo Chico – La Unión – Huallanca. | 1 | Tingo Chico 1/ |
| 2 | Proyectado |
| 3 | Pontón Pachas 1/ |
| 4 | Pontón Jupanhuayro 1/ |
| 5 | Pontón Acushagra 1/ |
| 6 | Agokushna Proyectado |
| 7 | La Unión 1/ |
| 8 | Charan (Lampas) 1/ |

Fuente: ESTUDIO TECNICO ECONOMICO DE LA VERIFICACION DE VIABILIDAD MEJORAMIENTO CARRETERA HUÁNUCO - CONOCOCHA,SECTOR HUÁNUCO - LA UNIÓN – HUALLANCA, TRAMO: Km. 0+000 – Km. 150+420 - CODIGO SNIP: 9615

La estación de peaje y pesaje se ubica en el Km94+660m, y de otra parte se plantea la construcción de un túnel en el Tramo 2 desde las progresivas Km. 144+880 al Km. 145+460 (de una longitud de 580 metros), donde la vía pasa por una quebrada profunda.

# Diagnóstico General de Costos

En este numeral se presenta el diagnóstico de costos encaminado a la identificación y cuantificación de costos adicionales, desarrollando los siguientes aspectos:

1. Variación entre precios de referencia y precios ofertados en el proceso licitatorio.
2. Principales insumos y su incidencia en el presupuesto de referencia.
3. Variación de precios de mercado en el tiempo.
4. Riesgo de costos adicionales.

## Variación entre Precios de Referencia y Precios de Mercado (Ofertados en Licitación).

En este punto se evalúa la variación que históricamente se ha presentado entre el presupuesto de referencia empleado por la entidad ejecutora para establecer el precio de referencia del proyecto, y los precios de referencia ofertados por los proponentes, en especial aquellos ofertados por el proponente adjudicatario, estos últimos se convierten en la base contractual para remunerar las diferentes actividades, incluyendo aquellas en las cuales se presenta en ejecución del proyecto mayores cantidades de obra. Por lo general, en este aspecto se logran economías, dada la competencia que se surte en el proceso licitatorio

En particular se asumirá que la oferta licitatoria puede estar entre 95% y 100% del precio de referencia (con base en concepto experto de funcionarios Provias Nacional (PVN)).

## Principales Insumos y su Incidencia en el Presupuesto de Referencia

El presupuesto de referencia del proyecto vial “Mejoramiento de la vía Huánuco - La Unión – Huallanca” proporcionado por el Ministerio de Transporte y Comunicaciones (Perú) se encuentra a un nivel de desagregación por actividades, detallando cantidades y costos unitarios, pero la información suministrada carece de desagregación por tipo de materiales, mano de obra y equipos, por lo que con el objeto de complementar el análisis, se recurrió a información secundaria proveniente de otros proyectos de la región, con el propósito de estimar la incidencia de los principales insumos básicos en el presupuesto de obra. Se empleo información de desagregación de actividades por insumo básico de:

* Estudio “Costos de Obras Viales, Informe Estadístico" (INVEST-Honduras, Chin Sierra,2016), el cual reporta la composición de costos unitarios por insumo básico (materiales, mano de obra y equipos), permite establecer su incidencia en el costo total del proyecto.
* Presupuesto del proyecto “mejoramiento del camino Pantasma-Wiwilí”, Ministerio de Transporte e Infraestructura de Nicaragua (MTI).

A continuación, se presentan los resultados obtenidos de los principales insumos y su incidencia en el presupuesto de referencia:

Tabla 7. Insumos Básicos e Incidencias

|  |  |
| --- | --- |
| Insumo Básico | Incidencia (%) |
| MATERIAL GRANULAR | 1,10% |
| CONCRETO | 10,88% |
| ASFALTO | 4,27% |
| ACERO | 3,01% |
| MANO DE OBRA | 3,33% |
| EQUIPOS, COMPONENTE COMBUSTIBLE | 22,78% |
| EQUIPOS, COMPONENTE CAPITAL, MANO DE OBRA, OTROS | 22,78% |
| OTROS[[10]](#footnote-10) | 31,85% |
| **TOTAL** | 100,00% |

Fuente: Elaboración propia con base en presupuesto de referencia “Mejoramiento de la vía Huánuco - La Unión – Huallanca”

Se observa que los índices de costo de mayor incidencia son: equipos (45,6%), y concreto (10,9%).

## Variación de Precios de Mercado en el Tiempo

Con respecto a la variación en el tiempo de precios de mercado de los insumos básicos, se recurre a las bases de datos de series históricas de : cemento asfaltico, concreto, diésel, acero, salario mínimo, inflación interna, inflación externa, devaluación; provenientes de bases de datos de fuentes oficiales (Banco Central de Reserva del Perú e Instituto Nacional de Estadística e Informática),así como notas de prensa; analizando su comportamiento en los últimos años (Ver Anexo Series Históricas de Precios), y expectativas de mercado (notas de prensa y en el caso de combustibles proyecciones de la U.S. Energy Information Administration), se llega a la siguiente caracterización:

Tabla 8. Caracterización de la Variación Anual de Inflación, Devaluación, y Precios de Mercado de Insumos Básicos (variaciones en moneda local)



Fuente: Elaboración propia con base en información fuentes diversas (ya citadas)

Dicha caracterización permite proyectar escenarios futuros en el plazo de ejecución de la construcción del proyecto, permitiendo estimar efectos en costo por escalamiento de precios de mercado.

Se anota que las variaciones proyectadas son en moneda local (Nuevos Soles S/.) y por lo tanto para estimar la variación en dólares debe ajustarse por el efecto de devaluación.

Para la definición de las variaciones mínimas y máximas por año (2016 a 2019), se tuvieron las siguientes consideraciones:

* Inflación externa: Igual a la variación empleada por la EIA[[11]](#footnote-11) en sus proyecciones de precios de los combustibles, entre 1,8% y 2,0 anual.
* Inflación interna: De acuerdo a la evolución histórica 2016 reportada por el INEI, y a la encuesta de expectativas Macroeconómicas del Banco Central de Reserva del Perú (BCRP) de febrero 2016.
* Devaluación: De acuerdo a la evolución histórica 2016 reportada por el INEI, y a la encuesta de expectativas Macroeconómicas del Banco Central de Reserva del Perú (BCRP) de febrero 2016.
* Material granular: se opta por trabajar con un rango de variación igual a la inflación interna.
* Concreto: De acuerdo a la evolución histórica 2016 reportada por el Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento, y de 2017 a 2019 un promedio de la inflación interna, e inflación externa+devaluación.
* Asfalto: La variación en precio se iguala a la modelada para el precio del Diesel.
* Acero: De acuerdo a la evolución histórica 2016 reportada por el Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento, y de 2017 a 2019 se ha considerado que actualmente la sobreproducción de acero proveniente de China ha inundado los mercados internacionales, y deprimido el precio del producto[[12]](#footnote-12) (China produce la misma cantidad de acero que el resto del mundo[[13]](#footnote-13)). En este marco del mercado internacional, se opta en la proyección de precio 2017-2019, por mantener el precio internacional del acero sin variación, aplicando al precio interno la variación por devaluación.
* Mano de obra: A partir del primero de mayo de 2016 se incrementó el salario mínimo por mandato presidencial en 13,3%, para el modelo se asume que el 56% de la mano de obra es no calificada[[14]](#footnote-14) y que dicho incremento no se consideró en el presupuesto de referencia en enero de 2016. Entre 2017 y 2019 no se asumió incremento en salarios.
* Equipos, componente combustible: Se tomarán las proyecciones de variación del precio de combustibles (Diesel) de la EIA en dólares nominales[[15]](#footnote-15) a lo cual se le superpone la variación en devaluación para obtener la variación en moneda local (S/. Nuevos Soles), la proyección presenta las siguientes particularidades:
  + Si bien en 2016 se espera una reducción en el precio del petróleo y sus derivados de 18%(-), dicha reducción no se ha transferido al precio local, lo anterior a causa de que el precio local se ha incrementado en lo corrido del año (septiembre/2016) en 7%[[16]](#footnote-16), y se encuentra 32% por debajo del precio promedio internacional.
  + Para el año 2017 la EIA proyecta un incremento nominal en dólares de 16,3% a lo que debe sobreponérsele el efecto devaluación.
  + Para el año 2018 la EIA proyecta un incremento nominal en dólares de 11,4% a lo que debe sobreponérsele el efecto devaluación.
  + Para el año 2019 la EIA proyecta un incremento nominal en dólares de 14,1% a lo que debe sobreponérsele el efecto devaluación.
  + El promedio de incremento anual entre 1998 y 2014 fue de 8,23%[[17]](#footnote-17)
  + Bajo estas consideraciones, se opta por un rango de variación anual entre 2016 y 2019 entre 7% y 8,5%.
* Equipos, componente capital, mano de obra, otros: Su variación en precio se iguala al promedio entre inflación interna, e inflación externa+devaluación.
* Otros: La variación en el precio de “otros” componentes se iguala a la proyección de inflación interna.

La información histórica y de expectativas se presenta en el ANEXO: Series Históricas de Precios.

Para la simulación probabilística de variación en precios, se asumió distribuciones uniformes, bajo el concepto de que valores en los rangos anteriormente definidos son igualmente probables.

## Riesgo de Costos Adicionales

El organismo ejecutor Provias Nacional (PVN) suministró una base de datos compuesta de 10 proyectos, de los cuales se descartan para el análisis 2 proyectos por presentar variaciones por costos adicionales consideradas atípicas con respecto al conjunto de información suministrada. En la siguiente ilustración se presenta el porcentaje de costos adicionales que presentaron en su ejecución los proyectos cuya información fue suministrada, por obras adicionales o mayores cantidades de obra y por mayores gastos generales (MGG) por extensión de plazo, y se señalan los proyectos no considerados para el análisis estadístico:

Ilustración 3. Porcentaje de Costos Adicionales (%) sobre Costo Total – Proyectos Provias Nacional (PVN)



Fuente: Elaboración propia con base en información proporcionada por organismo ejecutor Provias Nacional (PVN).

En promedio los costos adicionales representan un 13,93% del costo total[[18]](#footnote-18) inicial del contrato, con una desviación estándar de 4,05% (Ver ANEXO - Serie Histórica de Costos de Proyectos), dicho valor considera impacto por ampliación en plazo (Mayores Gastos Generales – MGG) que contribuye en promedio en 1,77% de costos adicionales sobre costo total.

.

En la siguiente tabla se presenta la relación de No de Contrato y nombre del proyecto:

Tabla 9. Relación de proyectos Base Datos Histórica

| **ID** | **CONTRATO** | **PROYECTO** | **DETALLE** |
| --- | --- | --- | --- |
| 1 | N° 0126-2012-MTC/20 de fecha 07.dic.2012 | 2.002210 REHABILITACIÓN Y MEJORAMIENTO DE LA CARRETERA CHAMAYA-JAÉN-SAN IGNACIO-RÍO CANCHIS | TRAMO PERICOS SAN IGNACIO (INC VIA DE EVITAMIENTO) |
| 2 | N° 036-2012-MTC/20 | 2.015973 REHABILITACION Y MEJORAMIENTO DE LA CARRETERA JUANJUI - TOCACHE | Tramo Pizana Tocache |
| 3 | N° 090-2012-MTC/20 | 2.015973 REHABILITACION Y MEJORAMIENTO DE LA CARRETERA JUANJUI - TOCACHE | TR. JUANJUI CAMPANILLA |
| 4 | N° 032-2012-MTC/20 | 2.057906 REHABILITACION Y MEJORAMIENTO DE LA CARRETERA LIMA-CANTA-LA VIUDA-UNISH | TRAMO: LIMA - CANTA |
| 5 | N° 036-2013-MTC/20 de fecha 5.Mar.2013 | 2.088774 REHABILIACION Y MEJORAMIENO DE LA CARREERA HUAURA - SAYAN - CHURIN | OBRA |
| 6 | N° 046-2013-MTC/20 de fecha 12.Abr.2013 | 2.134881 REHABILITACION Y MEJORAMIENTO DE LA CARRETERA YAURI-NEGROMAYO-OSCOLLO-IMATA, TRAMO DV. IMATA-OSCOLLO-NEGROMAYO | OBRA |
| 7 | N° 051-2013-MTC/20 de fecha 19.Abr.2013 | 2.078371 MEJORAMIENTO DE LA CARRETERA SATIPO-MAZAMARI-DV. PANGOA- PUERTO OCOPA TR. SATIPO-MAZAMARI-DV. PANGOA- PUERTO OCOPA | OBRA |
| 8 | N° 075-2013-MTC/20 DEL 22-07-2013 Y ADENDA N° 01 | 2.110581 MEJORAMIENTO DE LA CARRETERA SAN MARCOS -CAJABAMBA-SAUSACOCHA | OBRA TRAMO: SAN MARCOS - CAJABAMBA |
| 9 | N° 126-2013-MTC/20 DEL 20.11.2013 | 2.062374 REHABILITACION Y MEJORAMIENTO DE LA CARRETERA CAÑETE - LUNAHUANA | OBRA: TR. CAÑETE - LUNAHUANA |
| 10 | N° 094-2014-MTC/20 | 2109837 REHABILITACION Y MEJORAMIENTO DE LA CARRETERA DV LA TINA-LA TINA-SURPAMPA-CHIRINOS-CACHAQUITO | OBRA: DV. LA TINA LA TINA SURPAMPA CHIRINOS CACHAQUITO |

Fuente: Elaboración propia con base en información proporcionada por organismo ejecutor Provias Nacional (PVN).

Adicional, se contó por proyecto con la información específica de adiciones y deductivos, la cual permite determinar la incidencia por rubro de presupuesto sobre el costo adicional total. En las siguientes tablas se presentan dichas incidencias (empleando el ID por proyecto de la Tabla 9):

Tabla 10 Incidencias en Costos Adicionales por Rubro (PARTE 1 de 2)



Fuente: Elaboración propia con base en información proporcionada por organismo ejecutor Provias Nacional (PVN).

Tabla 11 Incidencias en Costos Adicionales por Rubro (PARTE 2 de 2)



Fuente: Elaboración propia con base en información proporcionada por organismo ejecutor Provias Nacional (PVN).

En la Tabla 12 se presentan los valores promedio sobre la muestra de los 8 proyectos viales analizados:

Tabla 12 Variación/Costo Directo e Incidencia en Costos Adicionales por Rubro



Fuente: Elaboración propia con base en información proporcionada por organismo ejecutor Provias Nacional (PVN).

Se tiene que los rubros con mayor incidencia en costos adicionales (en promedio 29% sobre el 100% de costos adicionales) son: Movimiento de Tierras, Obras de Arte y Drenaje, y Transporte, aportando costos adicionales cada rubro en promedio del orden de 3,6% sobre costo directo.

Ahora, para el ejercicio de cuantificación de costos adicionales del proyecto “Mejoramiento de la vía Huánuco - La Unión – Huallanca”, es necesario transformar las variaciones sobre costo directo que aporta cada rubro, a variaciones sobre el presupuesto inicial de cada rubro en particular, de tal forma que se pueda sensibilizar el ejercicio por rubro. Dado que no se contó con información de presupuestó inicial por rubro para los proyectos de la base de datos suministrada por PVN, lo que en principio impide la mencionada sensibilización, se simularán rangos de participación de cada rubro en el presupuesto inicial de los proyectos de la base de datos, de forma tal que al dividir el aporte a la variación de costos adicionales sobre total costos directos, entre la participación simulada del rubro en el presupuesto inicial, se obtenga la variación de costo del rubro particular. En la siguiente tabla se presentan las participaciones estimadas por rubro en el total de costos directos, proveniente de lo observado en proyectos viales en la región (información sobre 14 proyectos en Bolivia, Honduras y Nicaragua):

Tabla 13. Promedio Estimado de Incidencias por Rubro en Costo Directo de Proyectos Viales

|  |  |
| --- | --- |
| **RUBRO** | **PROMEDIO INCIDENCIA %** |
| MOVIMIENTO DE TIERRAS | 11,9% |
| SUB BASES Y BASES | 19,1% |
| ESTRUCTURA DE PAVIMENTO | 18,2% |
| OBRAS DE ARTE Y DE DRENAJE | 11,6% |
| OBRAS COMPLEMENTARIAS | 0,8% |
| TRANSPORTE | 30,0% |
| SEÑALIZACION VIAL | 2,3% |
| MANEJO AMBIENTAL | 2,6% |
| PUENTES | 1,1% |
| TUNELES | 0,0% |
| OTROS RUBROS | 2,4% |
| TOTAL | **100,0%** |

Fuente: Elaboración propia con base en información 14 proyectos en Bolivia, Honduras y Nicaragua

En la siguiente tabla se presenta la lista de proyectos que se tomaron de base para la estimación de incidencia promedio por rubro en costo directo de proyectos viales

Tabla 14. Proyectos de referencia para estimación de Incidencias por Rubro en Costo Directo de Proyectos Viales

|  |  |
| --- | --- |
| **PAIS** | **PROYECTO** |
| HONDURAS | CA-5 NORTH HIGHWAY (IFB/CB/010-2008) |
| SECCIÓN V SANTA MARÍA DEL CARBÓN - BONITO ORIENTAL |
| LA BARCA-PIMIENTA PIVR II HO-L1121 |
| NICARAGUA | SEBACO-MARTAGALPA |
| EL TULE-SAN CARLOS |
| MATAGALPA-JINOTECA |
| MATAGALPA-JINOTEGA |
| PUENTE NISCALA-EMPALME PÁJARO NEGRO |
| EMPALME PAJARO NEGRO - EL TULE |
| LOVAGO-PUENTE NISCALA T1 |
| LOVAGO-PUENTE NISCALA T2 |
| EL VIEJO-TONALA-PUERTO MORAZAN |
| BOLIVIA | NAZACARA-HITO IV |
| OKINAWA-LOS TRONCOS |

Fuente: Elaboración propia

De otra parte, en entrevista con funcionarios del PVN se determinó que no es frecuente que la comunidad solicite obras adicionales en ejecución, por lo general esto se concilia en etapa de pre-inversión; como mecanismo de mitigación el BID exige: i) haber realizado al menos una consulta pública en concordancia con lo estipulado en las Políticas Ambientales y Sociales del Banco; y ii) presentar un Plan de Reasentamiento Involuntario (PRI) cuando así se requiera.

Finalmente, y punto bien importante pues regula de alguna forma el comportamiento de contratantes y contratistas en Perú, se tiene que las obras adicionales cuyos montos por si solos o restándole los presupuestos deductivos vinculados, superen el 15% del monto del contrato original, luego de ser aprobadas por el Titular de la Entidad, requieren previamente para su ejecución y pago, la autorización expresa de la Contraloría General de la República – CGR (Ley de Contratación Estatal y su reglamento – Ley 30225).

# Valoración del Riesgo de Costos Adicionales

En este apartado se presenta, sobre los riesgos identificados, los aspectos a considerar en su análisis y cuantificación. A continuación, se enumeran, describen, y califican de manera cualitativa en cuanto a probabilidad de ocurrencia e impacto:

Tabla 14. Riesgos a Evaluar y Calificación

| **RIESGO** | **DESCRIPCION** | **Probabilidad de Ocurrencia** | **Impacto de la Ocurrencia** |
| --- | --- | --- | --- |
| Precios de Referencia vs de Mercado | Se refiere a la variación existente entre los costos de referencia y los de Mercado. | Muy Probable | Impacto Menor.  Se cuenta con concepto experto (observación de funcionarios de la entidad ejecutora) |
| Cantidades de Obra | Mayores cantidades de obra a las previstas. | Muy Probable  En promedio los costos adicionales representan 13,93% del costo inicial total, con una desviación estándar de 4,05%.  Se cuenta con información por rubro (ver 5.4 Riesgo de Costos Adicionales) | Impacto Menor a Moderado. |
| Obras Adicionales NO Previstas | Obras No previstas, que en el momento de ejecución se encuentra necesario realizar, solicitadas por la comunidad | Improbable  Por lo general la interacción con la comunidad se da en la etapa de preinversión. | Impacto Menor |
| Variación en el tiempo de Costos Unitarios | Variación de Costos Unitarios en el tiempo, ya sea por fenómenos inflacionarios, devaluación, o dinámica propia de la oferta y demanda del mercado | Altamente Probable | Impacto Menor a Moderado. |
| Riesgo Cambiario | Variación moneda local (S/. Nuevos Soles) vs Dólar.  Incide en la presupuestación del préstamo en dólares vs ejecución en moneda nacional. | Altamente Probable | Impacto Menor |
| Retrasos en tiempos de ejecución de obra por motivos ajenos al contratista | En este tópico se tiene el paro de obra por causas del contratista o ajenas a el  . | Probable | Impacto Menor a moderado |
| Compra de Predios | Incremento en los valores inicialmente previsto.  Difícil negociación. | No se ha considerado compra de predios con cargo a recursos del préstamo | No se ha considerado compra de predios con cargo a recursos del préstamo |
| Riesgo de retrasos en inicio de obra por demora en proceso de adquisición de predios y servidumbres | El riesgo en cuestión retrasa el inicio de obra e incide en el riesgo de costos adicionales por escalamiento de precios de insumos de obra en el tiempo. | No se ha considerado compra de predios con cargo a recursos del préstamo | No se ha considerado compra de predios con cargo a recursos del préstamo |
| Riesgo de cartera | Asociado a costos financieros y paro de obra por retraso en pagos por parte del Estado | Poco probable en contratación BID | Nula |

Fuente: Elaboración Propia

Se advierte que, en el análisis realizado, se ha considerado que riesgos de costos adicionales asociados a la expedición de licencias (ambientales y otras), no se presentarán, dado que es requisito por parte del BID que dichos procesos se ejecuten antes de la contratación de obra.

Ahora, se considera importante revisar el tema de la asignación de riesgos entre contratantes y contratista y mecanismos de mitigación, para lo cual se recomienda lo siguiente:

Tabla 15. Riesgos: Asignación y Mitigación

| RIESGO | ASIGNACION DE RIESGO  (sugerida) | | OBSERVACIONES / MECANISMO DE MITIGACION (sugerido) |
| --- | --- | --- | --- |
| ESTADO | PRIVADO |
| Costos Unitarios Ofertados |  | X | Asumido completamente por el contratista, como conocedor del sector y negociador directo. |
| Variación en Cantidades de Obra |  | X | Asumido por el contratista.  Por lo general se emplea la modalidad de contratación a precio global. Lo que suele requerir diseños detallados en preinversión.  Sin embargo, se cuantifica dado que el agente privado lo valora y refleja en su oferta licitatoria.  Como mecanismo de mitigación se ha empleado en diferentes países la figura de asesor técnico o Inspector de campo para apoyar la gestión de control de costos y optimización de diseños. |
| Obras Adicionales NO Previstas | X |  | Se sugiere cubrir dicho riesgo con cargo a un fondo de imprevistos. |
| Variación en el tiempo de Costos Unitarios |  | X | Asumido por el contratista.  Por lo general se emplea la modalidad de contratación a precio global.  Sin embargo, se cuantifica dado que el agente privado lo valora y refleja en su oferta licitatoria.  Otra opción es que lo asuma el Estado, y regularlo mediante una ecuación de escalamiento. |
| Riesgo Cambiario |  | X | Asumido por el contratista.  Sin embargo, parte de su mitigación se canaliza mediante la fórmula de escalamiento, en la medida que afecte el precio de mercado de los insumos de obra. |
| Retrasos en tiempos de ejecución de obra | X | X | La experiencia indica que es el contratista quien lo asume, si las acusas son atribuibles a su gestión. De lo contrario lo asume el Estado. |
| Compra de Predios | X |  | El Estado debe asumir el riesgo, es exigencia del BID la compra de predios y servidumbres previo a la licitación del contrato de diseño de las obras. |
| Riesgo de retrasos en inicio de obra por demora en proceso de adquisición de predios y servidumbres | X |  | Incide en mayor costo de obra por escalamiento de precios en el tiempo, mayores costos administrativos, y paro de personal en obra en caso de haberse ya iniciado la ejecución.  Se recomienda llevar a cabo el proceso de compra de predios y servidumbres antes de inicio de obra |
| Riesgo de cartera |  | X | La experiencia indica que es el contratista quien lo asume.  En contratos BID es mínimo o nulo |

Fuente: Elaboración Propia

Finalmente, se tratarán los riesgos a analizar de la siguiente forma:

Tabla 16. Riesgos: Tratamiento en Modelación

| **RIESGO** | **TRATAMIENTO EN MODELACION** |
| --- | --- |
|
|  |
| Precios de Referencia vs de Mercado | *Variables Aleatorias:* Se trabajará con una distribución de probabilidad uniforme, se asumirá que la oferta licitatoria puede estar entre 95% y 100% del precio de referencia (con base en concepto experto de funcionarios Provias Nacional (PVN)). |
| Variación en el tiempo de Costos Unitarios desde elaboración del presupuesto inicial hasta finalización de obra. | *Variables Aleatorias:* Variación en el tiempo de precios de mercado por insumo básico (escalamiento de precios).  Se considera la incidencia de cada insumo básico en el costo del proyecto (ver numeral 5.2 - Principales Insumos y su Incidencia en el Presupuesto de Referencia), y variaciones del precio de dichos insumos desde la fecha de fijación del presupuesto de referencia hasta finalización de obra, las cuales de trabajan como variables probabilísticas con distribuciones de probabilidad uniformes, estableciendo mínimos y máximos según la evolución histórica y expectativas de mercado de variación en precios (ver numeral 5.3 - Variación de Precios de Mercado en el Tiempo).  Con respecto al plazo de construcción se asumió que la obra inicia en el segundo semestre de 2017 y finaliza a finales de 2019, con una ejecución presupuestal de 20% sobre el costo total por semestre (Ver Tabla 5). |
| Variación en Cantidades de Obra | *Variables Aleatorias:* Variación en el tiempo de cantidades de obra.  El ente ejecutor Provias Nacional (PVN) suministro información de 10 proyectos viales, de los cuales se emplearon 8 proyectos (descartando 2 considerados atípicos). La información provista sobre costos adicionales por rubro y costo adicional de mayores gastos generales por ampliación en plazo, fue empleada en conjunto con información de incidencias promedio de los diferentes rubros observadas en proyectos viales en la región (Bolivia, Honduras, Nicaragua), para establecer variables probabilísticas a nivel de rubro de:   1. Variación de Rubro/Costo Directo (%): distribución normal con media y desviación estándar establecidas con base en datos históricos (ver Tabla 12 Variación/Costo Directo e Incidencia en Costos Adicionales por Rubro). 2. Promedio de incidencias por Rubro en Costo Directo de Proyectos Viales (Ver Tabla 13). En este caso la variable probabilística fue la variación del rubro de transporte (distribución uniforme entre 20% y 38%), recalculando las incidencias de los demás rubros manteniendo su proporcionalidad.   El cociente (1) / (2) corresponde a la variación de costo debido a mayores cantidades de obra, simulada por rubro, con respecto al valor inicial del rubro, la cual se pondera por la incidencia de cada rubro en el presupuesto de referencia del proyecto “Mejoramiento de la vía Huánuco - La Unión – Huallanca” (ver ponderadores “Incidencia %” en Tabla 4) |
| Obras Adicionales NO Previstas | No se consideró: por lo general la interacción con la comunidad se da en la etapa de preinversión |
| Riesgo Cambiario | Se trabaja la devaluación de la moneda local con respecto al dólar, como una distribución uniforme, de acuerdo a evolución año 2016 y encuesta de expectativas Macroeconómicas del Banco Central de Reserva del Perú (BCRP) de febrero 2016 (ver rangos en Tabla 8). |
| Compra de Predios  Riesgo de retrasos en inicio de obra por demora en proceso de adquisición de predios y servidumbres | No se consideró: Por exigencia del BID como mecanismo de mitigación previo a la licitación del contrato de diseño de las obras, se debe tener la posesión legal de los inmuebles donde se construirá la respectiva obra, las servidumbres u otros derechos necesarios para su construcción y utilización  En consideración a lo enunciado, no se considerará el análisis de dicho riesgo, por cuanto no hace parte de lo financiado con los recursos del préstamo. |
| Riesgo de Cartera | No aplica |

Fuente: Elaboración Propia

Para el análisis se empleó el Método de Montecarlo empleando una macro comercial y como plataforma de cálculo la hoja electrónica Microsoft EXCEL. Las variables probabilísticas corresponden a costos y cantidades que hacen parte de un modelo simplificado de costos de obra, con base en los presupuestos hasta el momento oficiales suministrados por el BID. Finalmente, se encontró la curva de distribución de probabilidad del porcentaje de costos adicionales sobre el valor base de la obra.

## Valoración de Variación en Precios de Mercado en el Tiempo

En cuanto a la valoración de la provisión en costo del proyecto por la variación en el tiempo de los precios de mercado de los principales insumos, se procede a estimar la provisión de escalamiento, para lo cual se simula inicio de obra en el segundo semestre de 2017 con finalización hacia finales de 2019.

En la Tabla 7 y Tabla 8 se presentan para los insumos que hacen parte de la “canasta de costos” del proyecto, su incidencia, y el rango de variación (limites mínimo y máximo). Para la simulación de Montecarlo se asumió una distribución uniforme para cada una de las variaciones anuales.

Se obtiene entonces un estimado de variación por escalamiento desde su estimación (2016 enero de 2016) hasta terminación de obra hacia finales de 2019 de 6,9% como valor esperado, y la siguiente curva de distribución de probabilidad:

Ilustración 4. Variación Promedio de Precios de Mercado en el Tiempo 2016 a 2020 - Curva de Distribución de Probabilidad



Fuente: Elaboración propia

En la siguiente tabla se presenta la estructura empleada para el cálculo de la provisión de escalamiento

Tabla 17. Estructura para Cálculo de Provisión de Escalamiento de Precios



Fuente: Elaboración propia

Se observa lo siguiente:

* Se trabaja en unidades de tiempo semestrales
* Se trabaja inicialmente con el presupuesto en moneda local (Nuevos Soles S/.), incluyendo costos totales (costo Directo + Gastos Generales + Utilidad + IGV)
* Se parte de un supuesto de ejecución de inicio de obra a inicios del segundo semestre de 2017 con finalización a finales de 2019
* Se calcula la variación del periodo, proveniente de la simulación anual por insumo e incidencia de cada insumo en la “canasta de costos” del proyecto.
* Se asume que en el primer semestre del año se tiene el 70% de la variación simulada para la totalidad del año.
* Se calculan variaciones acumuladas las cuales se aplican sobre desembolsos
* Se escalan precios sobre desembolso
* Se calcula el factor de escalamiento en moneda local (Nuevos Soles S/.)
* Se simula la devaluación de la moneda local por periodo y tasa de cambio promedio periodo
* Se expresan desembolsos ya escalados en dólares americanos
* Se calcula el factor de escalamiento en dólares americanos

Se tiene que la provisión de Escalamiento se estima con un valor esperado de 6,9% en USD.

Se recomienda un cubrimiento de valor esperado (50% de certeza) en consideración a que los rangos de variación resultan bastante cerrados, y se percibe una probabilidad de ocurrencia uniforme.

## Valoración de Riesgo de Costos Adicionales por Mayores Cantidades de Obra

Partiendo de los supuestos reportados en la Tabla 16. Riesgos: Tratamiento en Modelación, se obtiene la siguiente distribución de probabilidad para costos adicionales que incluye: captura de eficiencias en proceso licitatorio + mayores cantidades de obra + mayores costos generales por ampliación en plazo de ejecución no atribuible a contratista, expresados como porcentaje sobre el presupuesto de referencia del costo de obra

Ilustración 5. Costos Adicionales - Curva de Distribución de Probabilidad



Fuente: Elaboración propia

Los resultados obtenidos indican lo siguiente:

* El porcentaje de costos adicionales que incluye: captura de eficiencias en proceso licitatorio + mayores cantidades de obra + mayores costos generales por ampliación en plazo de ejecución no atribuible a contratista, asciende a un valor esperado de 11,8%.
* Considerando que existe en la regulación de contratación la restricción de que las obras adicionales cuyos montos por si solos o restándole los presupuestos deductivos vinculados, superen el 15% del monto del contrato original, luego de ser aprobadas por el Titular de la Entidad, requieren previamente para su ejecución y pago, la autorización expresa de la Contraloría General de la República – CGR (Ley de Contratación Estatal y su reglamento – Ley 30225),y que dicha regulación incide sobre el comportamiento de contratistas y contratantes en el control de ejecución presupuestal, se recomienda trabajar con el valor esperado de la provisión simulada.
* Se recomienda implementar mecanismos de gestión de control de costos y optimización de diseño y especificaciones en etapa de ejecución. En países como Panamá y Nicaragua, aplicando un estricto seguimiento a la ejecución, y prácticas de control, gestión de costos, y optimización de diseños y especificaciones, se ha minimizado el porcentaje de costos adicionales a niveles inferiores a 3,0%, por lo que se recomienda concretar dicha gestión mediante la figura de un asistente técnico o inspector de campo.

Se anota que:

* No se consideraron retrasos en iniciación de obra
* No se consideró el riesgo de mayores costos en compra de predios.
* Se trabaja con el presupuesto suministrado que no incluye costos de supervisión.
* En este caso el porcentaje se refiere al efecto de mayores cantidades de obra u obras adicionales y proviene de cifras históricas de ejecución en dólares, por lo tanto, la provisión aplica al presupuesto en dólares americanos.

# Conclusiones y Recomendaciones

Con base en los análisis realizados y resultados obtenidos se tienen las siguientes conclusiones y recomendaciones:

1. Adoptar una provisión presupuestal por escalamiento de precios de 7% (valor esperado) sobre el presupuesto de referencia en dólares americanos, equivalente US$ 23,27 millones.
2. Adoptar una provisión presupuestal de 12% (valor esperado) por costos adicionales, variación entre precios empleados en el presupuesto de referencia y precios de mercado y riesgo de mayores gastos generales por ampliación en plazo, sin considerar el mayor riesgo de costo de predios y retrasos en inicio de obra, sobre el valor inicialmente presupuestado, equivalente a US$ 39,89 millones.
3. La suma de las provisiones de escalamiento y costos adicionales asciende a US$ 63,16 millones.
4. Con respecto a los mecanismos de mitigación del riesgo de costos adicionales por mayores cantidades de obra se recomienda:
5. Contratar a la firm supervisora del proyecto con mese de anticipación al inicio de obras, a fin de permitir que la firma revise el diseño de detalle en el campo y verifique que no se haya variado las condiciones de la vía antes del inicio de las obras.
6. Ampliar el concepto de “Administrador de contratos” con el que cuenta Provias Nacional para ampliarlo a un equipo multidisciplinario que apoye en la gestión del control de costos y optimización de diseños.
7. Con respecto a la recomendación de asignación de riesgos analizados ver Tabla 9. Riesgos: Asignación y Mitigación

# Lista de referencias

* Project Management Body of Knowledge del Project Management Institute
* Perfil del Proyecto. BID, 2016.
* Bases de datos de proyectos ejecutados por Provias Nacional (PVN)
* Estudio “Costos de Obras Viales, Informe Estadístico" (INVEST-Honduras,Chin Sierra,2016).
* Banco Central de Reserva del Perú
* Instituto Nacional de Estadística e Informática
* Otros citados en texto.

# ANEXOS - Series Históricas de Precios

A continuación, se presentan las series de variación de precios de los principales insumos operacionales y algunas notas sobre expectativas futuras:

**IPC**

**Serie histórica** cuatro últimos años - Instituto Nacional de Estadística e Informática - INEI:

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **Año** | **Var. Anual** | **Var. a agosto** | **% a agosto** |
| 2012 | 2,65% | 2,2% | 0,82 |
| 2013 | 3,08% | 2,6% | 0,85 |
| 2014 | 3,20% | 2,5% | 0,78 |
| 2015 | 4,13% | 3,1% | 0,75 |
| 2016 | 2,45% | 2,0% |  |
| \* estimado 2016 según % a agosto histórico | | | |

<https://www.inei.gob.pe/estadisticas/indice-tematico/economia/>

**Expectativas a corto plazo:**

BANCO CENTRAL DE RESERVA DEL PERÚ (BCRP)

De acuerdo a la Encuesta de Expectativas Macroeconómicas del BCRP de febrero 2016, las expectativas de inflación en febrero se ubicaron en 3,5 por ciento para el año 2016 y en un rango entre 3,0 y 3,5 por ciento para 2017. Para el año 2018, la inflación estaría en el rango meta del BCRP.



**DEVALUACIÓN**

**Serie histórica** cuatro últimos años - Instituto Nacional de Estadística e Informática - INEI:

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **Año** | **Var. Anual** | **Var. a agosto** | **% a agosto** |
| 2012 | -5,40% | -3,2% | 0,59 |
| 2013 | 9,63% | 10,1% | 1,04 |
| 2014 | 6,54% | 1,7% | 0,26 |
| 2015 | 14,55% | 8,6% | 0,59 |
| 2016 | -1,53% | -1,0% |  |
| \* estimado 2016 según % a agosto histórico | | | |

<https://www.inei.gob.pe/estadisticas/indice-tematico/economia/>

**Expectativas a corto plazo:**

BANCO CENTRAL DE RESERVA DEL PERÚ (BCRP)

De acuerdo a la Encuesta de Expectativas Macroeconómicas del BCRP de febrero 2016, el tipo de cambio esperado para el cierre del año 2016 de los encuestados en febrero se ubicó entre S/ 3,60 y S/ 3,65 por dólar.



**VARIOS**

**Series históricas**

**Índice de precios de materiales de la construcción (INEI)**

<https://www.inei.gob.pe/estadisticas/indice-tematico/economia/>

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **Año** | **Var. Anual** | **Var. a agosto** | **% a agosto** |
| 2012 | -2,25% | -1,8% | 0,82 |
| 2013 | 2,06% | 2,1% | 1,04 |
| 2014 | 2,95% | 0,9% | 0,30 |
| 2015 | 2,76% | 1,9% | 0,68 |
| 2016\* | 3,87% | 2,8% |  |
| \* estimado 2016 según % a agosto histórico | | | |

**Índice de precios de maquinaria y equipo (INEI)**

<https://www.inei.gob.pe/estadisticas/indice-tematico/economia/>

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **Año** | **Var. Anual** | **Var. a agosto** | **% a agosto** |
| 2012 | -1,59% | -0,5% | 0,33 |
| 2013 | 6,38% | 5,6% | 0,88 |
| 2014 | 4,58% | 1,0% | 0,22 |
| 2015 | 9,84% | 6,3% | 0,64 |
| 2016 |  | -0,6% |  |
| \* estimado 2016 según % a agosto histórico | | | |

**Cemento** Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento

(http://www.vivienda.gob.pe/destacados/construccion.aspx)

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **Año** | **Var. Anual** | **Var. a julio** | **% a julio** |
| 2012 | 1,0% | 1,12% | 111% |
| 2013 | 1,3% | 1,39% | 104% |
| 2014 | 5,5% | 0,22% | 4% |
| 2015 | 4,6% | 4,26% | 93% |
| ago-16 | 7,0% | 5,46% |  |
| \* estimado 2016 según % a agosto histórico | | | |

**Fierro** Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento

(<http://www.vivienda.gob.pe/destacados/construccion.aspx>)

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **Año** | **Var. Anual** | **Var. a julio** | **% a julio** |
| 2012 | -17,1% | -12,38% | 72% |
| 2013 | 9,2% | 7,54% | 82% |
| 2014 | 3,8% | -0,42% | -11% |
| 2015 | -5,9% | -6,31% | 108% |
| ago-16 | -5,9% | -3,70% |  |
| \* estimado 2016 según % a agosto histórico | | | |

**SALARIO MINIMO**

El salario mínimo en Perú se ha incrementado con una periodicidad entre 3 a 4 años, con excepción en el periodo 2011 a 2012. A continuación, se reporta la serie histórica:

<http://elcomercio.pe/economia/peru/cuanto-ha-subido-sueldo-minimo-peru-desde-2000-noticia-1808140>

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **NOTA** | **AÑO** | **VALOR** | **VARIACION** |
| ► **10 de marzo del 2000:** A través del Decreto de Urgencia Nº 012-2000 y a un mes de las elecciones, el ex presidente Alberto Fujimori aumentó el **sueldo mínimo**a los trabajadores del sector privado. La RMV, que no subía desde 1997, pasó de S/345 a S/410mensuales. | 1997 | S/. 345,00 |  |
|  | 2000 | S/. 410,00 | 18,8% |
| ► **15 de setiembre del 2003:** Tres años más tarde, por Decreto de Urgencia Nº 22-2003, el ex presidente Alejandro Toledo elevó laRMV a S/460, un aumento de S/50. Este incremento representó más del 12%. No obstante, según el INEI, la remuneración real (el poder adquisitivo) no se vio modificada. | 2003 | S/. 460,00 | 12,2% |
| ► **1 de enero del 2006:**En 2006, el **sueldo mínimo**ascendió aS/500. El Decreto Supremo Nº 016-2005-TR señalaba que el Ministerio de Trabajo y Promoción del Empleo, mediante Resolución Ministerial, dictaría las normas que sean necesarias para la aplicación de la misma. | 2006 | S/. 500,00 | 8,7% |
| ► **01 de octubre del 2007:** Al siguiente año, se dicta el D.S Nº022-2007-TR ,donde se especifica que, a octubre del 2007, el salario se incrementaría en 30 soles, a S/530, y recién en enero del 2008 alcanzaría la suma de S/550. | 2007 | S/. 530,00 | 6,0% |
|  | 2008 | S/. 550,00 | 3,8% |
| ► **01 de diciembre del 2010:**Después de tres años, la Remuneración Mínima Vital alcanzó la suma de S/580. Ese año, el Consejo de Ministros tomó la decisión de dividir en dos partes el incremento de la RMV, a través del elD.S Nº 011-2010-TR. | 2010 | S/. 580,00 | 5,5% |
| ► **01 de febrero del 2011:**Tal como ordenaba el D.S. N°011-2010-TR, un año después se aplicó la segunda parte del incremento. Desde febrero del 2011, el **sueldo mínimo** llegó a S/600 solo para los trabajadores sujetos al régimen laboral de la actividad privada. | feb-11 | S/. 600,00 | 3,4% |
| ► **15 de agosto del 2011:** Un domingo, el Gobierno oficializó el incremento de la RMV en S/75, aumento que se concretó en octubre de ese año, de modo que el **sueldo mínimo**cerró enS/675. | oct-11 | S/. 675,00 | 12,5% |
| ► **01 de junio del 2012:**Finalmente, a inicios del gobierno del presidente Ollanta Humala, se dictaminó que la RMV sería deS/.750, mediante el D.S. Nº007-2012-TR. El incremento del **sueldo mínimo** desde el 2006 hasta el año pasado ha sido de 80%. | 2012 | S/. 750,00 | 11,1% |
| ► **30 de marzo del 2016:**En una actividad, en la región andina de Puno, el mandatario anunció el incremento del sueldo mínimo aS/850 a partir del 1 de mayo.  "Hoy día, después de casi cuatro años y medio estamos invirtiendo S/100 más", dijo Humala. | 2016 | S/. 850,00 | 13,3% |

Los incrementos aplican para el sueldo mínimo, por lo general el incremento en salarios es potestad del empresario y puede rondar el 2% bianual.

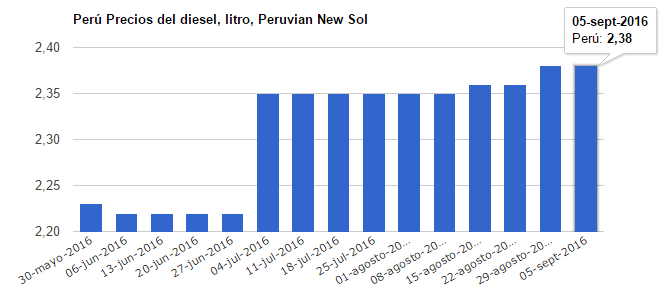
**PROYECCION COMBUSTIBLES**

La EIA - U.S. Energy Information Administration publica las siguientes proyecciones del precio internacional del crudo y del diésel:

http://www.eia.gov/analysis/projection-data.cfm#annualproj, Annual projections to 2040 - Petroleum product prices. Consultada 3 /08/2016.



En cuanto al precio interno en Perú se tiene que el precio del litro ronda al mes de septiembre los 2,38 nuevos soles, para comparación, el precio promedio del diesel en el mundo para este período es de 3.48 (Peruvian New Sol ) (<http://es.globalpetrolprices.com/Peru/diesel_prices/>, sep/2016).



# ANEXOS - Serie Histórica de Costos de Proyectos (Fuente Provias Nacional (PVN))



# ANEXOS - Serie Histórica de Costos de Proyectos (Fuente Provias Nacional (PVN))



# ANEXOS - Serie Histórica de Costos de Proyectos (Fuente Provias Nacional (PVN))



# ANEXOS - Serie Histórica de Costos de Proyectos (Fuente Provias Nacional (PVN))



1. Perfil del proyecto (IDBDOCS-#40281909), BID, 2016 [↑](#footnote-ref-1)
2. Idem [↑](#footnote-ref-2)
3. Idem [↑](#footnote-ref-3)
4. Perfil del proyecto (IDBDOCS-#40281909), BID, 2016 [↑](#footnote-ref-4)
5. Idem [↑](#footnote-ref-5)
6. Project Management Institute [↑](#footnote-ref-6)
7. Project Management Body of Knowledge del Project Management Institute, guía ampliamente aceptada como estándar en la gestión de proyectos. [↑](#footnote-ref-7)
8. <http://www.eia.gov/analysis/projection-data.cfm#annualproj>. [↑](#footnote-ref-8)
9. ESTUDIO TECNICO ECONOMICO DE LA VERIFICACION DE VIABILIDAD MEJORAMIENTO CARRETERA HUÁNUCO - CONOCOCHA,SECTOR HUÁNUCO - LA UNIÓN – HUALLANCA, TRAMO: Km. 0+000 – Km. 150+420 - CODIGO SNIP: 9615 [↑](#footnote-ref-9)
10. Cubre tubería de pvc, señalización, alambre, geocompuestos, encofrados, otros. [↑](#footnote-ref-10)
11. U.S. Energy Information Administration [↑](#footnote-ref-11)
12. http://www.bbc.com/mundo/noticias/2016/04/160426\_economia\_precios\_acero\_efectos\_consumidor\_lf [↑](#footnote-ref-12)
13. http://www.bbc.com/mundo/noticias/2015/03/150327\_china\_inunda\_acero\_barato\_ac [↑](#footnote-ref-13)
14. Promedio observado en el presupuesto de referencia del proyecto Santiago de Machaca – Hito IV (Bolivia), y TRAMO : WASLALA - EL COMEJEN (Nicaragua), financiados por el BID. [↑](#footnote-ref-14)
15. <http://www.eia.gov/analysis/projection-data.cfm#annualproj>, Annual projections to 2040 - Petroleum product prices. Consultada 3 /08/2016. [↑](#footnote-ref-15)
16. http://es.globalpetrolprices.com/Peru/diesel\_prices/ [↑](#footnote-ref-16)
17. Cálculos propios de acuerdo a información de precio del Diesel en Peru, Banco Mundial, http://datos.bancomundial.org/indicador/EP.PMP.DESL.CD?end=2014&start=1998&view=chart [↑](#footnote-ref-17)
18. Costo Total = Costo Directo + Gastos Generales + Utilidad + IGV [↑](#footnote-ref-18)