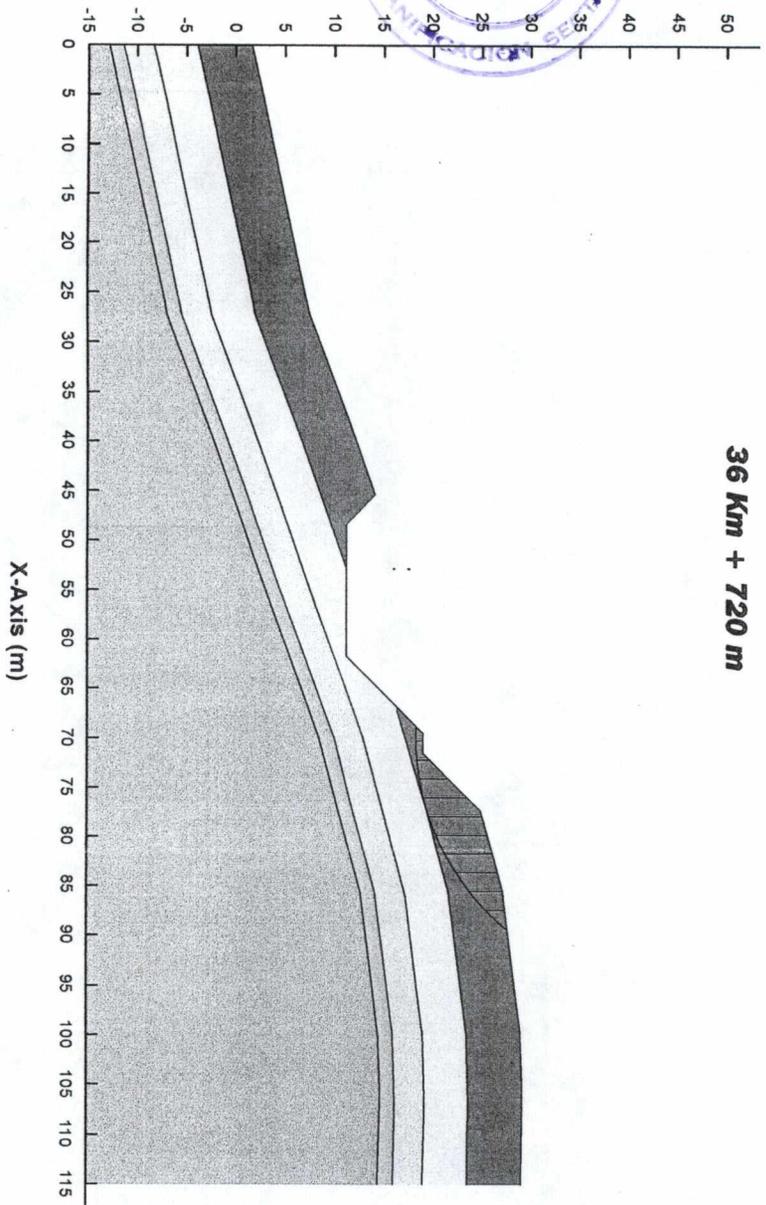


**36 Km + 720 m**



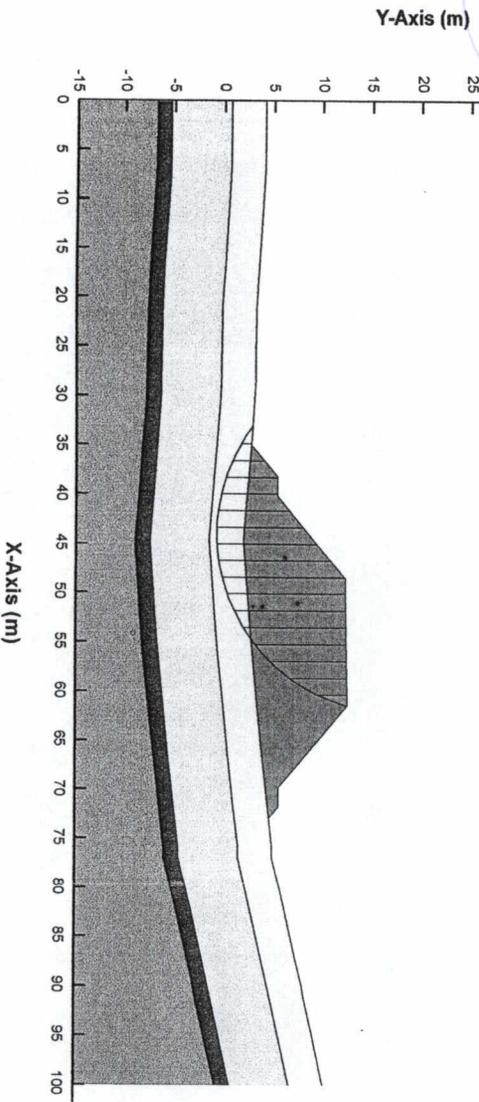
**Simbología**

- Descripción: MH  
 Modelo de suelo: Sin drenar (Phi= 0)  
 Peso unitario: 17 (KN/ m<sup>3</sup>)  
 Cohesión: 37.5 (KPa)
- Descripción: MH  
 Modelo de suelo: Sin drenar (Phi= 0)  
 Peso unitario: 17 (KN/ m<sup>3</sup>)  
 Cohesión: 87.5 (KPa)
- Descripción: MH  
 Modelo de suelo: Sin drenar (Phi= 0)  
 Peso unitario: 17 (KN/ m<sup>3</sup>)  
 Cohesión: 131.3 (KPa)
- Descripción: MH  
 Modelo de suelo: Sin drenar (Phi= 0)  
 Peso unitario: 17 (KN/ m<sup>3</sup>)  
 Cohesión: 175 (KPa)
- Descripción: MH  
 Modelo de suelo: Sin drenar (Phi= 0)  
 Peso unitario: 17 (KN/ m<sup>3</sup>)  
 Cohesión: 312.5 (KPa)
- Zona de posible ruptura según modelo aplicado

<b>Estudio de Impacto Ambiental</b> <b>Proyecto Carretera a San Carlos</b> <b>Sección Naranjo - Florencia</b>	
Figura N°27 Análisis de estabilidad de taludes Kilometro 36 + 720	
Tomado de Moh & Associates, Inc. (2001)	
Elaborado por: <i>[Signature]</i>	
Escala Vertical 1: 500	Fecha Abril, 2004



**36 Km + 900 m**



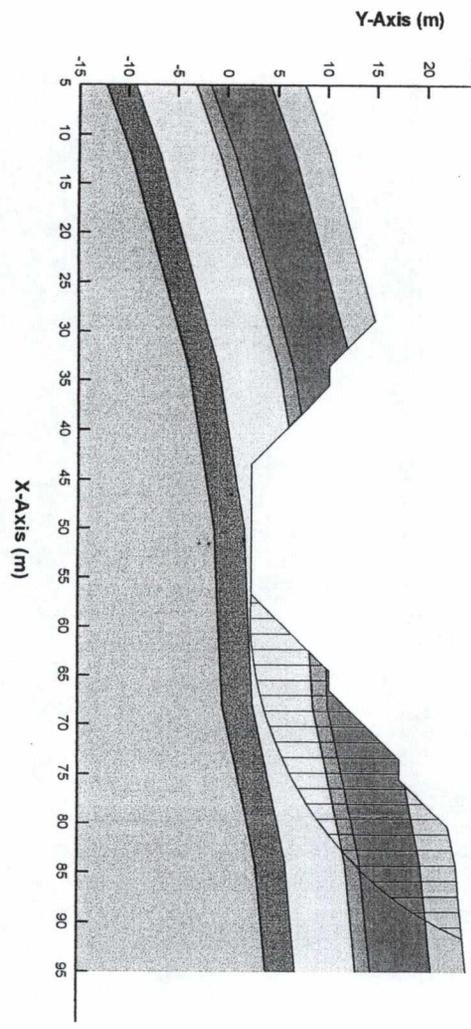
**Simbología**

- Descripción: Relleno  
 Modelo de suelo: Sin drenar ( $\Phi = 0$ )  
 Peso unitario: 19 (KN/m<sup>3</sup>)  
 Cohesión: 100 (KPa)
- Descripción: ML  
 Modelo de suelo: Sin drenar ( $\Phi = 0$ )  
 Peso unitario: 17 (KN/m<sup>3</sup>)  
 Cohesión: 43.75 (KPa)
- Descripción: Roca  
 Modelo de suelo: Mohr - Coulomb  
 Peso unitario: 20 (KN/m<sup>3</sup>)  
 Cohesión: 10 (KPa)
- Descripción: ML  
 Modelo de suelo: Sin drenar ( $\Phi = 0$ )  
 Peso unitario: 17 (KN/m<sup>3</sup>)  
 Cohesión: 50 (KPa)
- Descripción: MH - ML  
 Modelo de suelo: Sin drenar ( $\Phi = 0$ )  
 Peso unitario: 17 (KN/m<sup>3</sup>)  
 Cohesión: 93.75 (KPa)
- Zona de posible ruptura según modelo aplicado

<b>Estudio de Impacto Ambiental</b> <b>Proyecto Carretera a San Carlos</b> <b>Sección Naranjo - Florencia</b> Figura N° 28. Análisis de estabilidad de taludes Kilómetro 36 + 900	
Tomado de Moh & Associates, Inc. (2001)	
Elaborado por:	
Escala Vertical I: 500	Escala Horizontal I: 500
Fecha Abril, 2004	



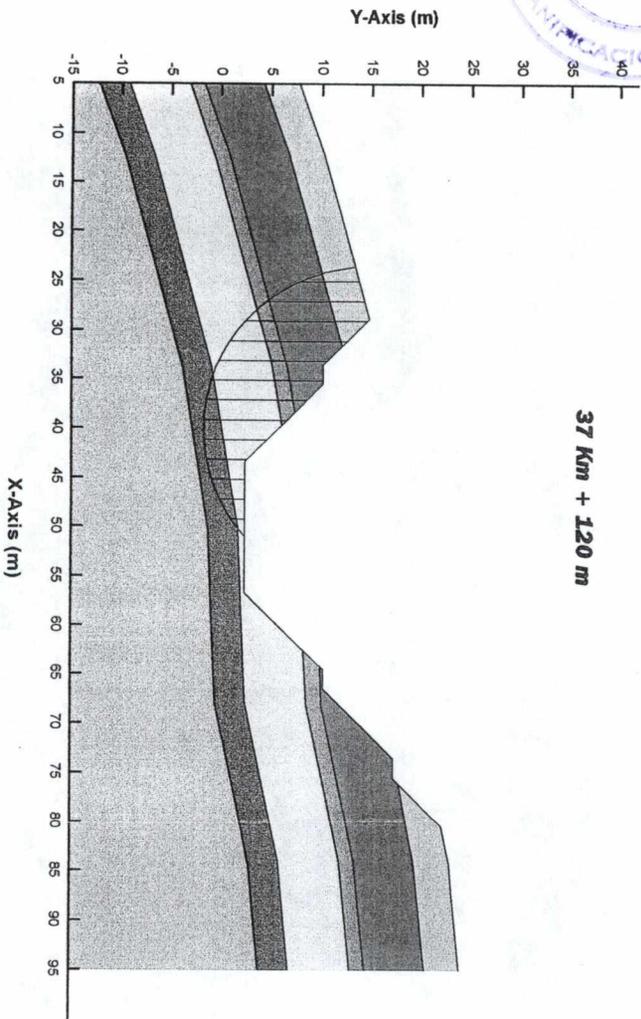
37 Km + 120 m



### Simbología

-  Descripción: ML  
Modelo de suelo: Sin drenar (Phi= 0)  
Peso unitario: 17 (KN/ m<sup>3</sup>)  
Cohesión: 43.8 (KPa)
-  Descripción: Roca  
Modelo de suelo: Mohr - Coulomb  
Peso unitario: 20 (KN/ m<sup>3</sup>)  
Cohesión: 20 (KPa)  
Phi: 30
-  Descripción: ML  
Modelo de suelo: Sin drenar (Phi= 0)  
Peso unitario: 17 (KN/ m<sup>3</sup>)  
Cohesión: 50 (KPa)
-  Descripción: MH - ML  
Modelo de suelo: Sin drenar (Phi= 0)  
Peso unitario: 17 (KN/ m<sup>3</sup>)  
Cohesión: 93.8 (KPa)
-  Descripción: MH  
Modelo de suelo: Sin drenar (Phi= 0)  
Peso unitario: 17 (KN/ m<sup>3</sup>)  
Cohesión: 68.8 (KPa)
-  Descripción: Roca  
Modelo de suelo: Mohr - Coulomb  
Peso unitario: 20 (KN/ m<sup>3</sup>)  
Cohesión: 20 (KPa)  
Phi: 30
-  Zona de posible ruptura según modelo aplicado

	
<b>Estudio de Impacto Ambiental</b> <b>Proyecto Carretera a San Carlos</b> <b>Sección Naranjo - Florencia</b>	
Figura N°6.29 Análisis de estabilidad de taludes Kilometro 37 + 120 (margen derecha)	
Tomado de Moh & Associates, Inc. (2001)	
Elaborado por:	Geol. Rafael Aguirre M. SETENA N° 081-2000
Escala Vertical	Escala Horizontal
1: 500	1: 500
	Fecha
	Abril, 2004



### Simbología

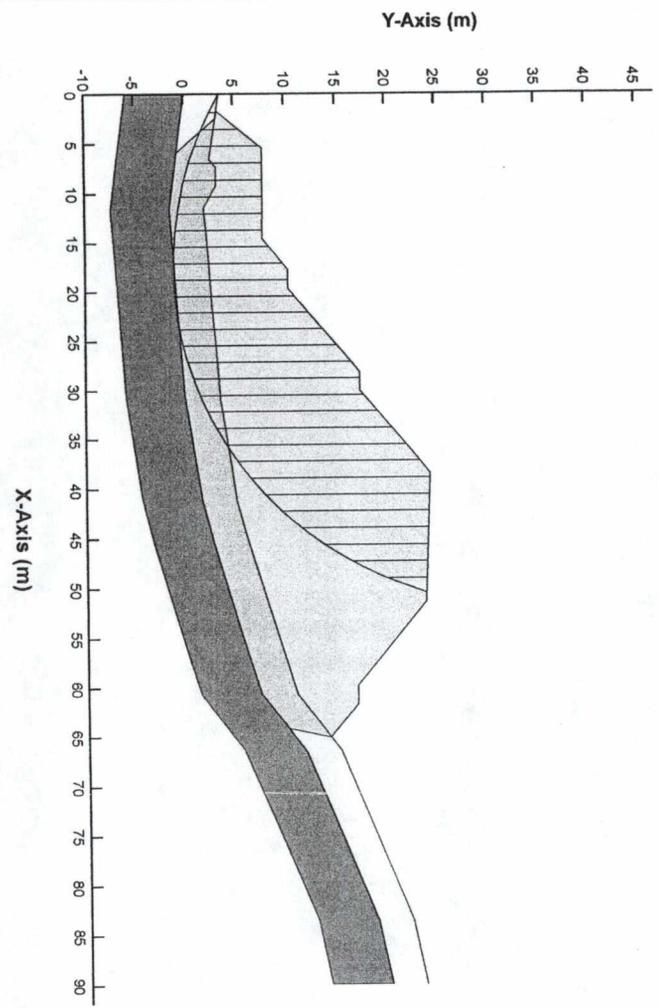
- 
 Descripción: ML  
 Modelo de suelo: Sin drenar ( $\Phi = 0$ )  
 Peso unitario: 17 (KN/m<sup>3</sup>)  
 Cohesión: 43.8 (KPa)
- 
 Descripción: Roca  
 Modelo de suelo: Mohr - Coulomb  
 Peso unitario: 20 (KN/m<sup>3</sup>)  
 Cohesión: 20 (KPa)  
 $\Phi$ : 30
- 
 Descripción: ML  
 Modelo de suelo: Sin drenar ( $\Phi = 0$ )  
 Peso unitario: 17 (KN/m<sup>3</sup>)  
 Cohesión: 50 (KPa)
- 
 Descripción: MH - ML  
 Modelo de suelo: Sin drenar ( $\Phi = 0$ )  
 Peso unitario: 17 (KN/m<sup>3</sup>)  
 Cohesión: 93.8 (KPa)
- 
 Descripción: MH  
 Modelo de suelo: Sin drenar ( $\Phi = 0$ )  
 Peso unitario: 17 (KN/m<sup>3</sup>)  
 Cohesión: 68.8 (KPa)
- 
 Descripción: Roca  
 Modelo de suelo: Mohr - Coulomb  
 Peso unitario: 20 (KN/m<sup>3</sup>)  
 Cohesión: 20 (KPa)  
 $\Phi$ : 30
- 
 Zona de posible ruptura según modelo aplicado

 <b>Suelo Ambiental</b> Asesores Ambientales		<b>Estudio de Impacto Ambiental</b> <b>Proyecto Carretera a San Carlos</b> <b>Sección Narranjo - Florencia</b> Figura N° 36: Análisis de estabilidad de taludes Kilometro 37 + 120 (margen izquierda)	
Tomado de Mohr & Associates, Inc. (2001)		Elaborado por: Geol. Rainer M. Apizar M. SETENA N° 081-2000	
Escala Vertical I: 500	Escala Horizontal I: 500	Fecha Abril, 2004	Fecha



000172

**37 Km + 240 m**



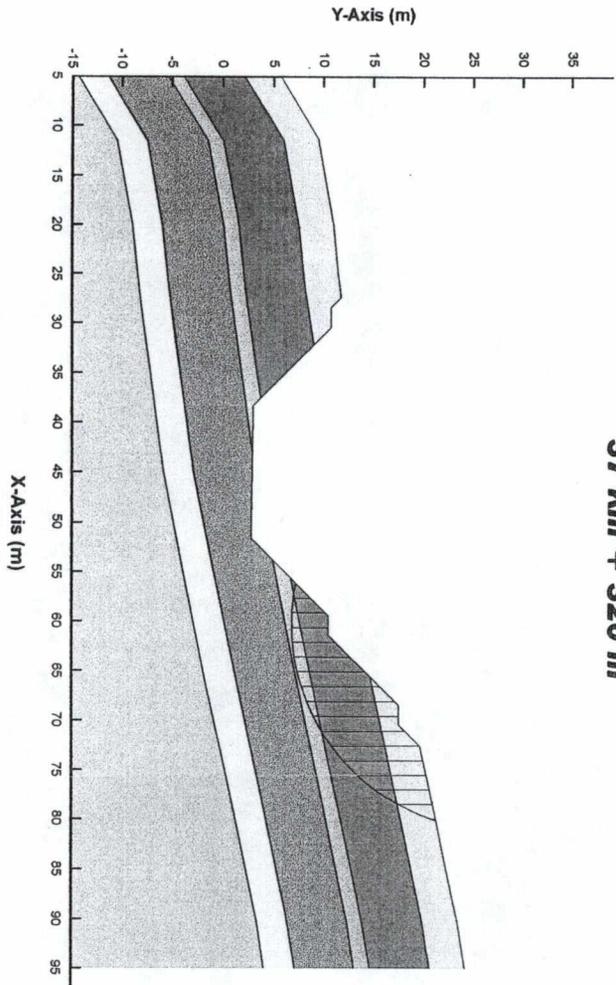
**Simbología**

- 
 Descripción: Relleno  
 Modelo de suelo: Sin drenar ( $\Phi=0$ )  
 Peso unitario: 19 (KN/m<sup>3</sup>)  
 Cohesión: 100 (KPa)
- 
 Descripción: MH (Arca mejorada)  
 Modelo de suelo: Mohr - Coulomb  
 Peso unitario: 17 (KN/m<sup>3</sup>)  
 Cohesión: 100 (KPa)
- 
 Descripción: MH  
 Modelo de suelo: Sin drenar ( $\Phi=0$ )  
 Peso unitario: 17 (KN/m<sup>3</sup>)  
 Cohesión: 43.8 (KPa)
- 
 Descripción: Roca  
 Modelo de suelo: Mohr - Coulomb  
 Peso unitario: 20 (KN/m<sup>3</sup>)  
 Cohesión: 10 (KPa)
- 
 Zona de posible ruptura según modelo aplicado

	
<b>Estudio de Impacto Ambiental</b> <b>Proyecto Carretera a San Carlos</b> <b>Sección Naranjo - Florencia</b> Figura N°3: Análisis de estabilidad de taludes Kilómetro 37 + 240	
Tomado de Mohr & Associates, Inc. (2001)	
Elaborado por:	Geol. Ramiro Lopez M. SETENA N° 081-2000
Escala Vertical	Escala Horizontal
I: 500	I: 500
	Fecha
	Abril, 2004



000178



**37 Km + 320 m**

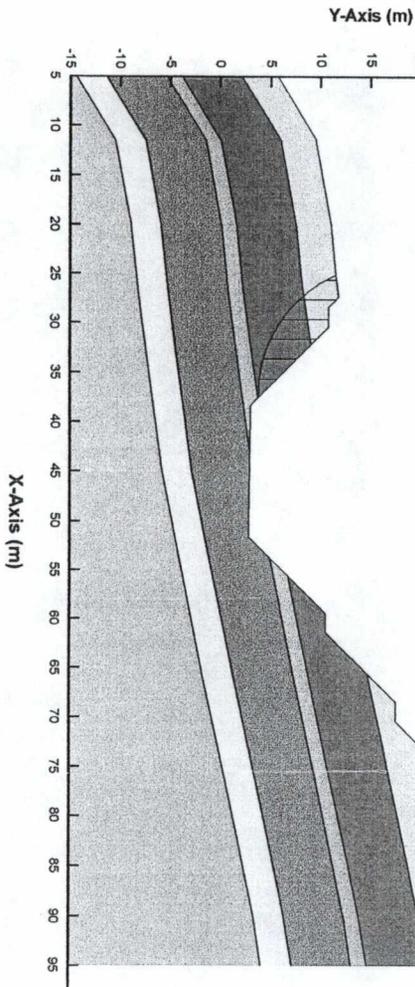
**Simbología**

- Descripción: ML  
Modelo de suelo: Sin drenar (Phi= 0)  
Peso unitario: 17 (KN/ m<sup>3</sup>)  
Cohesión: 43.8 (KPa)
- Descripción: Roca  
Modelo de suelo: Mohr - Coulomb  
Peso unitario: 20 (KN/ m<sup>3</sup>)  
Cohesión: 20 (KPa)  
Phi: 30
- Descripción: ML  
Modelo de suelo: Sin drenar (Phi= 0)  
Peso unitario: 17 (KN/ m<sup>3</sup>)  
Cohesión: 50 (KPa)
- Descripción: MH - ML  
Modelo de suelo: Sin drenar (Phi= 0)  
Peso unitario: 17 (KN/ m<sup>3</sup>)  
Cohesión: 93.8 (KPa)
- Descripción: MH  
Modelo de suelo: Sin drenar (Phi= 0)  
Peso unitario: 17 (KN/ m<sup>3</sup>)  
Cohesión: 68.8 (KPa)
- Descripción: Roca  
Modelo de suelo: Mohr - Coulomb  
Peso unitario: 20 (KN/ m<sup>3</sup>)  
Cohesión: 10 (KPa)  
Phi: 30
- Zona de posible ruptura según modelo aplicado

		<b>Estudio de Impacto Ambiental</b> <b>Proyecto Carretera a San Carlos</b> <b>Sección Nararajo - Florencia</b> Kilometro 37 + 320 (margen derecha)	
Tomado de Mohr & Associates, Inc. (2001)			
Elaborado por:	Geol. Patricia Ardizar M. SETENA N° 081-2000		Fecha:
Escala Vertical	Escala Horizontal		Fecha:
1: 500	1: 500		Abril, 2004



**37 Km + 320 m**



**Simbología**

- Descripción: ML  
Modelo de suelo: Sin drenar (Phi= 0)  
Peso unitario: 17 (KN/m<sup>3</sup>)  
Cohesión: 43.8 (KPa)
- Descripción: Roca  
Modelo de suelo: Mohr - Coulomb  
Peso unitario: 20 (KN/m<sup>3</sup>)  
Cohesión: 20 (KPa)  
Phi: 30
- Descripción: ML  
Modelo de suelo: Sin drenar (Phi= 0)  
Peso unitario: 17 (KN/m<sup>3</sup>)  
Cohesión: 50 (KPa)
- Descripción: MH - ML  
Modelo de suelo: Sin drenar (Phi= 0)  
Peso unitario: 17 (KN/m<sup>3</sup>)  
Cohesión: 93.8 (KPa)
- Descripción: MH  
Modelo de suelo: Sin drenar (Phi= 0)  
Peso unitario: 17 (KN/m<sup>3</sup>)  
Cohesión: 68.8 (KPa)
- Descripción: Roca  
Modelo de suelo: Mohr - Coulomb  
Peso unitario: 20 (KN/m<sup>3</sup>)  
Cohesión: 10 (KPa)  
Phi: 40
- Zona de posible ruptura según modelo aplicado

<b>Estudio de Impacto Ambiental</b> <b>Proyecto Carretera a San Carlos</b> <b>Sección Naranjo - Florencia</b> Figura N° 6. 33 Analisis de estabilidad de taludes Kilometro 37 + 320 (margen izquierda)	
Tomado de Mohr & Associates, Inc. (2001)	
Elaborado por:	Geol. Rando All Alpizar M. SETENA N° 081-2000
Escala Vertical	Escala Horizontal
I: 500	I: 500
	Fecha
	Abril, 2004



• SITIO 37+ 700

**Cuadro 6.27 Análisis de estabilidad de taludes del sitio 37+ 700 (Figura 6.34)**

Número estrato	Tipo de material	Modelo usado	Peso unitario (KN/m <sup>3</sup> )	Cohesión (KPa)	Consistencia del material según González de Vallejo et. al, 2002
1	MH	No drenado $\phi = 0$	17	37,5	Blando
2	MH-ML	No drenado $\phi = 0$	17	75	Medianamente firme
3	MH	No drenado $\phi = 0$	17	118,8	Firme

Fuente: Alpízar, R. Elaboración propia, 2004.

• SITIO 37+ 700

**Cuadro 6.28 Análisis de estabilidad de taludes del sitio 37+ 700 (Figura 6.35)**

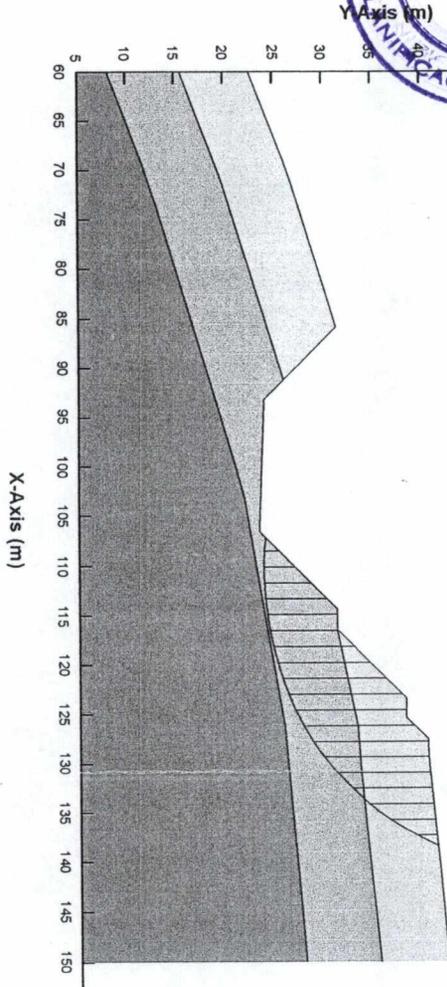
Número estrato	Tipo de material	Modelo usado	Peso unitario (KN/m <sup>3</sup> )	Cohesión (KPa)	Consistencia del material según González de Vallejo et. al, 2002
1	MH	No drenado $\phi = 0$	17	37,5	Blando
2	MH-ML	No drenado $\phi = 0$	17	75	Medianamente firme
3	MH	No drenado $\phi = 0$	17	118,8	Firme

Fuente: Alpízar, R. Elaboración propia, 2004.

Los estudios de estabilidad de taludes se determinaron para ambos lados de la carretera ya que en ambos lados, las direcciones de buzamientos de los estratos se dirigen hacia la carretera, produciendo deslizamiento de los materiales. El estudio comprende las capas 1 y 2 ya que la capa 3 tiene un valor de cohesión de 118,8, correspondiendo con el valor mayor de los materiales del sitio. En un lado de la carretera se diseñaron tres taludes con inclinación de 40° cada uno y separados por dos bermas de 2,5 m de longitud. La parte superior del corte de la carretera corresponde con una terraza de 30 m de longitud y una inclinación de 3°.



**37 Km + 700 m**



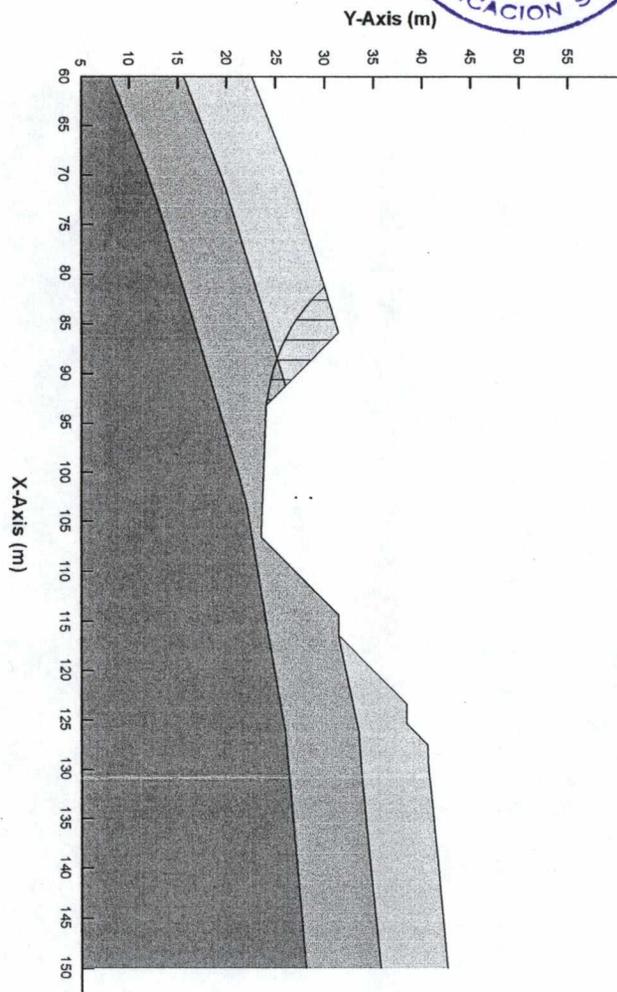
**Simbología**

- 
 Descripción: MH  
 Modelo de suelo: Sin drenar ( $\Phi=0$ )  
 Peso unitario: 17 (KN/m<sup>3</sup>)  
 Cohesión: 37.5 (KPa)
- 
 Descripción: MH - ML  
 Modelo de suelo: Mohr - Coulomb  
 Peso unitario: 17 (KN/m<sup>3</sup>)  
 Cohesión: 75 (KPa)
- 
 Descripción: MH  
 Modelo de suelo: Sin drenar ( $\Phi=0$ )  
 Peso unitario: 17 (KN/m<sup>3</sup>)  
 Cohesión: 118.8 (KPa)
- 
 Zona de posible ruptura según modelo aplicado

		<b>Estudio de Impacto Ambiental</b> <b>Proyecto Carretera a San Carlos</b> <b>Sección Naranjo - Florencia</b> Figura N° 34 Análisis de estabilidad de taludes Kilometro 37 + 700 (margen derecha)	
Tomado de Mohr & Aspinwall, Inc. (2001)			
Elaborado por: <i>[Signature]</i> Geol. Raimundo M. SETENA N° 081-2000		Escala Horizontal: <i>[Signature]</i> Fecha: Abril, 2004	
Escala Vertical: 1:500			



**37 Km + 700 m**



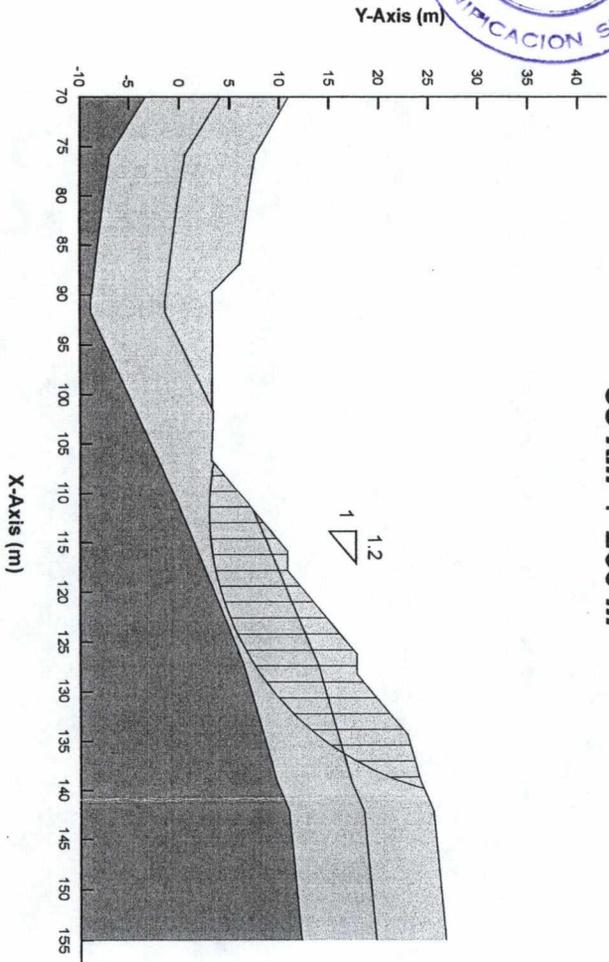
**Simbología**

- Descripción: MH  
 Modelo de suelo: Sin drenar ( $\Phi=0$ )  
 Peso unitario: 17 (KN/m<sup>3</sup>)  
 Cohesión: 37,5 (KPa)
- Descripción: MH - ML  
 Modelo de suelo: Mohr - Coulomb  
 Peso unitario: 17 (KN/m<sup>3</sup>)  
 Cohesión: 75 (KPa)
- Descripción: MH  
 Modelo de suelo: Sin drenar ( $\Phi=0$ )  
 Peso unitario: 17 (KN/m<sup>3</sup>)  
 Cohesión: 118,8 (KPa)
- Zona de posible ruptura según modelo aplicado

<b>Estudio de Impacto Ambiental</b> <b>Proyecto Carretera a San Carlos</b> <b>Sección Naranja - Florencia</b>	
Figura N° 55 Análisis de estabilidad de taludes Kilometro 37 + 700 (margen izquierda)	
Tomado de Mohr & Associates, Inc. (2001)	
Elaborado por: <i>[Signature]</i>	
Escala Vertical 1: 500	Escala Horizontal 1: 500
Geol. Rander, Roldán M. SETENA N° 081-2000 Fecha Abril, 2004	



**38 Km + 260 m**



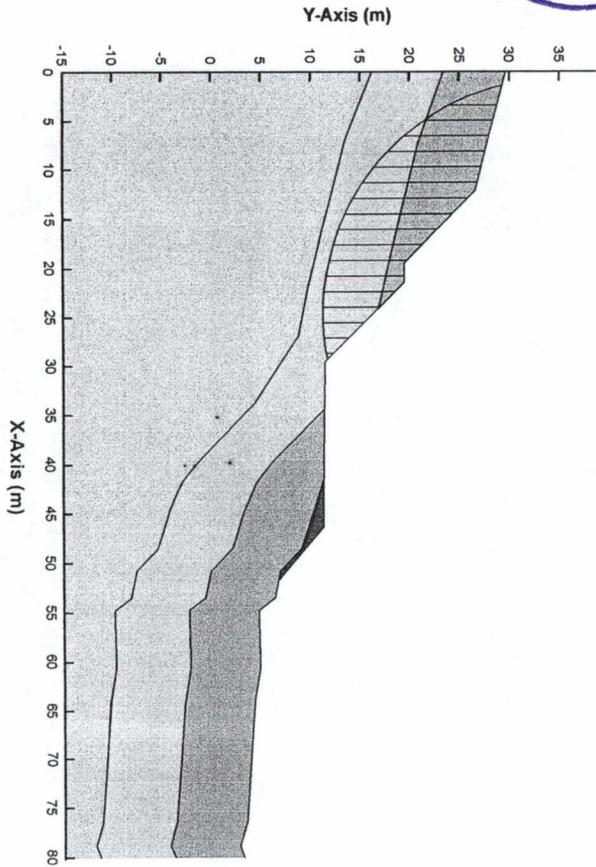
**Simbología**

-  Descripción: MH  
Modelo de suelo: Sin drenar (Phi=0)  
Peso unitario: 17 (KN/m<sup>3</sup>)  
Cohesión: 37,5 (KPa)
-  Descripción: MH  
Modelo de suelo: Sin drenar (Phi=0)  
Peso unitario: 17 (KN/m<sup>3</sup>)  
Cohesión: 75 (KPa)
-  Descripción: MH  
Modelo de suelo: Sin drenar (Phi=0)  
Peso unitario: 17 (KN/m<sup>3</sup>)  
Cohesión: 118,8 (KPa)
-  Zona de posible ruptura según modelo aplicado

		<b>Estudio de Impacto Ambiental</b> <b>Proyecto Carretera a San Carlos</b> <b>Sección Naranjo - Florencia</b>	
Asesoría Ambientales Tomado de Moh & Associates, Inc. (2001)		Figura N° 36 Análisis de estabilidad de taludes Kilómetro 38 + 260	
Elaborado por:		Fecha:	
Escala Vertical: 1:500		Escala Horizontal:	
Geól. Randall Vizcar M. SETENA N° 081-2000		Abril 2004	



**39 Km + 080 m**



### Simbología

- 
 Descripción: Relleno  
 Modelo de suelo: Sin drenar ( $\Phi=0$ )  
 Peso unitario: 19 (KN/ m<sup>3</sup>)  
 Cohesión: 100 (KPa)
- 
 Descripción: MH  
 Modelo de suelo: Sin drenar ( $\Phi=0$ )  
 Peso unitario: 17 (KN/ m<sup>3</sup>)  
 Cohesión: 37.5 (KPa)
- 
 Descripción: MH - ML  
 Modelo de suelo: Sin drenar ( $\Phi=0$ )  
 Peso unitario: 17 (KN/ m<sup>3</sup>)  
 Cohesión: 75 (KPa)
- 
 Descripción: MH  
 Modelo de suelo: Sin drenar ( $\Phi=0$ )  
 Peso unitario: 17 (KN/ m<sup>3</sup>)  
 Cohesión: 118.8 (KPa)
- 
 Zona de posible ruptura según modelo aplicado

	<b>Estudio de Impacto Ambiental</b> <b>Proyecto Carretera a San Carlos</b> <b>Sección Naranjo - Florencia</b> Figura N° 37 Análisis de estabilidad de taludes Kilometro 39 + 080	
	Asesora Ambientales Tomado de Moh & Associates, Inc. (2001)	
Elaborado por:	Geol. Rainer Tapizar M. SETENA N° 081-2000	
Escala Vertical	Escala Horizontal	
I: 500	Fecha Abril, 2004	



• SITIO 38+ 260

Cuadro 6.29 Análisis de estabilidad de taludes del sitio 38+ 260

Número estrato	Tipo de material	Modelo usado	Peso unitario (KN/m <sup>3</sup> )	Cohesión (KPa)	Consistencia del material según González de Vallejo et. al, 2002
1	MH	No drenado $\phi = 0$	17	37,5	Blando
2	MH	No drenado $\phi = 0$	17	75	Medianamente firme
3	MH	No drenado $\phi = 0$	17	118,8	Firme

Fuente: Alpízar, R. Elaboración propia, 2004.

En este sitio se analizó la estabilidad en los estratos 1 y 2, los cuales tienen un peso unitario de 17 y una cohesión de 37,5 y 75 respectivamente. La capa 3 corresponde con un limo inorgánico o suelo limoso arenoso fino con una cohesión de 118,8. Se diseñaron tres taludes con una inclinación de 40°. El talud basal tiene una pendiente con una longitud de 12 m. El talud superior tiene una pendiente con longitud de 7 m y el central de 11 m.

• SITIO 39+ 080

Cuadro 6.30 Análisis de estabilidad de taludes del sitio 39+ 080

Número estrato	Tipo de material	Modelo usado	Peso unitario (KN/m <sup>3</sup> )	Cohesión (KPa)	Consistencia del material según González de Vallejo et. al, 2002
1	Relleno	No drenado $\phi = 0$	19	100	Firme
2	MH	No drenado $\phi = 0$	17	37,5	Blando
3	MH-ML	No drenado $\phi = 0$	17	75	Medianamente firme
	MH	No drenado $\phi = 0$	17	118,8	Firme

Fuente: Alpízar, R. Elaboración propia, 2004.

En este sitio se establecieron dos taludes con inclinación de 45° y longitudes de pendiente de 12,5 m y 10 m desde la base. En este sitio la carretera queda sobre los estratos 1, 2 y 3, correspondiendo con material de relleno y limos inorgánicos a suelos arenosos finos a muy finos con nada o ligera plasticidad.

000181





## 6.2. GEOMORFOLOGÍA REGIONAL

La descripción de las unidades se hará siguiendo la clasificación propuesta por Madrigal (1980). El detalle es observable en la Figura 6.38.

### 6.2.1. DESCRIPCIONES GEOMORFOLÓGICAS

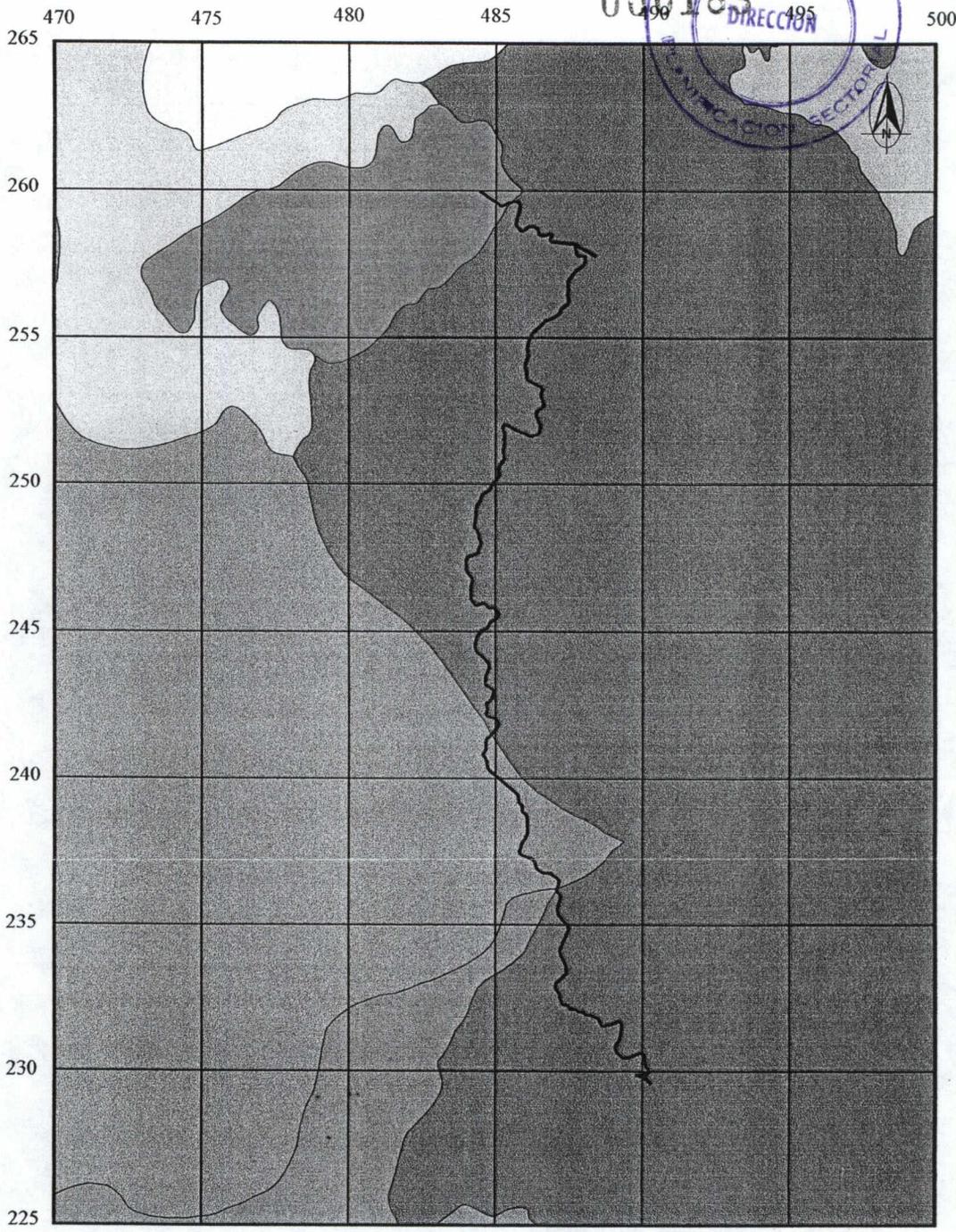
- **LOMERÍOS DE FUERTE PENDIENTE EN CORDILLERA DE TILARÁN**

Se localiza desde los alrededores de la ciudad de Tilarán, extendiéndose hacia el Sureste. Madrigal (1980) ha sugerido como límite hacia el este el río Barranca.

Es característico de esta unidad presentar un relieve fuerte en toda su extensión. Lomos con laderas de pendiente cercano a los 30° son frecuentes en toda la unidad. Los fondos de los valles por lo general son angostos, apenas unos pocos metros más anchos que el cauce. Las cimas de lomas y cerros también suelen ser angostos, pero redondeadas. Las zonas más elevadas de la unidad presentan siempre el mismo tipo de relieve pero sus formas están más redondeadas por la presencia de un mayor espesor de ceniza. Esto es evidente en Monteverde, Jabonal y Piedades de San Ramón.

Predominan las rocas de composición basáltica y andesítica, aglomerados, tobas e ignimbritas en una desordenada alternancia constituyen el cuerpo de esta unidad. Una cubierta de ceniza de espesor variable se extiende en la mayor parte de ella, sobre todo en las tierras altas previamente mencionados. La mayor parte de las rocas pertenecen a la Formación Aguacate, pero las tierras de formas más redondeadas es muy probable que pertenezcan a la Formación Monteverde.

Actividad intrusiva se observa en muchas localidades de la unidad. Pequeños diques son, frecuentes y una masa intrusiva más extendida se localiza en el área cercana a Guacimal de Puntarenas.



**Simbología**

- Abanico aluvial de Aguas Zarcas
- Abanico aluvial de Santa Clara
- Llanura aluvial de San Carlos y el Atlántico
- Volcán Poás
- Falda baja del Noreste de la Cordillera de Tilarán
- Cerros y valles del Aguacate
- Lomeríos de fuerte pendiente en Cordillera de Tilarán
- Proyección de la carretera nueva hacia San Carlos

 Asesores Ambientales	<b>Estudio de Impacto Ambiental</b> <b>Proyecto Carretera a San Carlos</b> <b>Sección Naranjo - Florencia</b>
	Figura N° 38 Mapa Geomorfológico Tomado de Madrigal (1980)
Elaborado por:	
Escala 1: 150.000	Fecha Abril, 2004



El origen de toda la unidad es eminentemente volcánico. Dentro de ella hay alguna pequeña influencia de actividad intrusiva que no ha sido mostrada en el mapa, como pequeños diques. Los conos por los cuales se produjo dicha actividad no están mostrados en el mapa y es muy probable que el inicio de la actividad haya sido fisural. La fisura se fue tapando por los propios materiales expelidos lo que ocasionó la formación de aberturas aisladas que dieron origen a cráteres centrales.

La unidad no ha sido datada directamente, pero la Formación Aguacate descansa discordantemente sobre rocas de las Formaciones Punta Carballo y Turrúcares, las cuales han sido datadas como del Mioceno medio. Esto hace que las rocas más viejas del Aguacate sean más jóvenes que el Mioceno medio o al menos contemporáneas. Dataciones de una andesita de la Cima en Palmares (comunicación oral, Tournon) la ubican en 4 a 5 millones de años, lo cual corresponde al Plioceno. Como se observa, el margen de edad de la unidad es muy amplio ya que podríamos tener partes de ella que se formaron durante fines del Mioceno y otras a fines o mediados del Plioceno. Desde luego las secciones, con rocas más viejas habrían sufrido erosión y eso complica más el panorama.

En definitiva puede decirse que en conjunto, la edad de esta unidad debe ser asumida como del final del Plioceno al Pleistoceno.

En la Figura 6.38 se ubica esta unidad hacia el Oeste del AP.

#### • CERROS Y VALLES DEL AGUACATE

Por razones de forma, se ha limitado a esta unidad entre el río Barranca y el Valle Central, o sea, a lo que como unidad geográfica se le ha dado el nombre de Aguacate.

El relieve está caracterizado por valles de laderas con muy fuerte pendiente y en algunos sitios escarpadas las divisorias suelen ser angostas. En ocasiones el espacio interfluvial es ancho entre dos ríos principales pero con un relieve demasiado ondulado, debido a la presencia de anchos valles de pequeñas quebradas. La presencia de muchas colinas de forma cónica sugiere la existencia de viejos conos volcánicos como los cerros: Mondongo, Conchal, Tinajita, Chompipe, Calabozo, Cerros de Mocho Chingo, Raicero y muchos otros que no muestran nombre en los mapas.

Las rocas típicas de esta unidad son del tipo de las andesitas y basalto-andesita. Se encuentran lavas, piroclastos, aglomerados y corrientes de lodo, brechas e ignimbritas. Posteriormente a las rocas volcánicas ocurrió la intrusión de rocas de composición ácida y neutro-ácida. Asociada a esta intrusión se efectuó una



mineralización de algunas zonas, dando origen a las vetas auríferas ya conocidas en esa región. La acción hidrotermal, caolinizante y silicificante produjo la descomposición y transformación de algunas de las rocas ya existentes como puede comprobarse en los cerros y colinas que forman los Cerros del Rayo, ubicados al Sur de Hacienda Vieja, los cerros ubicados inmediatamente al Norte de San Mateo de Orotina, dos cerritos cónicos ubicados 1 Km al Noreste de San Rafael, y otros cerca de Piedades Norte.

La unidad es volcánica pero la erosión ha tomado parte en el modelado de algunas de sus formas.

Estratigráficamente las rocas del Aguacate descansan sobre la Formación Turrúcares de edad Mioceno medio, al Sur del caserío de Turrúcares. Una andesita en la Cima de Palmares, fue datada obteniéndose 4 o 5 millones de años (comunicación oral, Tournon).

Se desprende de estos datos, que la edad de las rocas del Aguacate está comprendida en un espacio de tiempo que va desde mediados del Mioceno a mediados del Plioceno y quizá a su final. La edad de la forma es entonces compleja, pues se extenderá durante igual período.

Esta unidad se ubica hacia el Sur y Suroeste del AP según se observa la Figura 6.38.

- **FALDA BAJA DEL NORESTE DE LA CODILLERA DE TILARÁN**

Se localiza al Oeste del caserío de Santa Clara. Se extiende de Norte a Sur, al pie de la falda Noreste de la Cordillera de Tilarán. Tiene una estribación hacia el Este que separa el río La Tigra de Peñas Blancas.

Las pendientes de las laderas son de unos 10°, excepto donde el Peñas Blancas la corta pues sus laderas son de unos 33°. Los espacios interfluviales principales son amplios, más de 500 m pero las quebradas intermedias disminuyen esta medida. Sin embargo, las áreas con pendientes menores de 10° y suficientemente amplias, son frecuentes.

La unidad está constituida de un conjunto de lavas andesíticas-basálticas y con abundantes intercalaciones de lahares.

El origen de la forma está en el acúmulo provocado por las lavas emanadas del cerro Los Perdidos que es un volcán viejo.



Al igual que la Cordillera de Tilarán esta forma tiene una edad que puede estar entre el Plioceno y el Pleistoceno.

- **UNIDAD VOLCÁN POÁS**

Esta unidad es descrita por Madrigal (1980) como Unidad Volcán Poás; es el macizo más grande del país, su elevación máxima es de 2.708 m.s.n.m. Presenta laderas con todo tipo de pendiente y en él se encuentran otros conos volcánicos poco conocidos como son: El Cerro Platanares, Porvenir, Viejo, y otras unidades como Caldera de Hule y Congo.

En el macizo del Poás, se encuentran todo tipo de rocas volcánicas, pero principalmente de composición andesítica. El macizo del Poás debe su forma a la actividad volcánica que ha mantenido por varias centurias. Desde luego la erosión lo afecta en determinados lugares, pero su forma actual es exclusivamente el resultado del acúmulo de diferentes coladas de lávicas y piroclastos.

A pesar de que es una forma vieja, debe considerarse que su edad no va más allá del Plioceno.

Como se puede observar Figura 6.38, esta unidad domina la extensión del AP; se concentra hacia el Este.

- **LLANURA ALUVIAL DE SAN CARLOS Y EL ATLÁNTICO**

Se incluyen aquí las llanuras de Sarapiquí, Río Cuarto, Aguas Zarcas y la Fortuna, que en su mayoría tiene influencia de una serie de abanicos aluviales al pie de la Cordillera Volcánica Central.

Una serie de ríos que bajan de la Cordillera Volcánica Central han dado origen a la formación de abanicos aluviales, los cuales han contribuido a desarrollar un verdadero "pie de monte". Su forma es en conjunto plana, paralela a la Cordillera, con una pendiente de 6° (11%) en la sección alta, mientras que en la parte baja la pendiente es de 1 a 2° (-1%, - 3%). Esta pendiente está dirigida siempre en forma general de menos de 1° (-1%) o sea un promedio de 3,5 cm por cada 100 metros de distancia. El corte de los ríos efectuado en la zona alta de los abanicos, es profundo y de laderas verticales; la superficie de los abanicos es plana con muchas vías de drenaje superficial de pocos metros de corte. Los espacios interfluviales son angostos, no mayores de 200 m. la llanura y los abanicos se confunden imperceptiblemente. Los cauces principales que cortan la llanura, tienen un valle ancho con orillas casi siempre de uno a dos metros sobre el nivel



del río. Su patrón es meándrico. Como una consecuencia de su escasa pendiente, la presencia de terrenos pantanosos es frecuente.

Tanto la llanura como la sección distal, presentan una superficie plana, que en algunos sitios es ligeramente ondulada. En gran parte, esta ondulación es ocasionada por un poleo-relieve correspondiente con tabas y corrientes de lodo en mayor grado de meteorización que las rocas superficiales, y que tienen por efectos de erosión, la forma de lomeríos bajos, sobre los cuales se depositaron materiales aluviales recientes.

La monotonía de la llanura es interrumpida en los ríos por un microrrelieve producto de la erosión y las vecindades de la deposición fluvial. Se observan abundantes canales abandonados.

En el área de los abanicos, hay una dominancia de lahares y corrientes de lodo, lo cual hace que el terreno esté formado de gran cantidad de bloques de roca lávica dentro de una matriz, arenosa o arcillosa. En la sección más alta puede existir la presencia de rocas volcánicas como lavas y piroclastos intercalados en la secuencia que se han formado estos abanicos. La sección distal muestra únicamente fracciones finas de rocas lávicas dentro de una matriz arcillosa, pero en algunos sitios, es frecuente que a tres metros de profundidad se evidencie la presencia de rocas tobáceas o de corrientes de lodo, con mayor grado de meteorización que las superficiales. Esto en parte puede ser una de las razones del mal drenaje local.

Tanto los abanicos como la llanura en sí, han sido originados por el aporte enorme que en épocas pasadas hacían los ríos que llegan a esa zona. El relleno en su inicio, debe haberse efectuado dentro de la llamada Fosa de Managua, que estaba ocupada por el Océano Atlántico, y con el transcurso del tiempo, ésta fue totalmente rellena en el área correspondiente a nuestro territorio. Es posible que restos de vieja topografía volcánica, a un nivel muy inferior al actual de la llanura, haya dado origen a una ligera ondulación en su superficie.

El relleno inicial debe haber comenzado durante el final del Terciario (Plioceno) para continuar hasta nuestros días.

- **ABANICO ALUVIAL DE SANTA CLARA**

Se localiza en el Norte del país a unos 5 Km al Oeste de Ciudad Quesada.

Este abanico ha sido formado por los ríos: La Esperanza, San Lorenzo, Pavas, La Balsa, Santa Rita, La Vieja, Ron Ron, Peje y Quebrada Grande. Se encuentra confinado por lomeríos correspondientes a otras unidades. Su salida se hace por



medio del río Javillos principalmente, el cual, lo mismo que el Peje, corta una estribación de la unidad de Lomeríos de fuerte pendiente en la Cordillera de Tilarán. Esta parte de esa unidad, está formada aquí por corrientes de lodo muy meteorizadas, intercaladas con lavas andesíticas y andesítico-basálticas, que formaron un obstáculo, contribuyendo parcialmente al relleno del abanico. La superficie del abanico está cortada por numerosos cauces, de poca profundidad, quedando espacios interfluviales de unos 100 m de ancho, planos y de muy poca pendiente.

Las rocas que constituyen el relleno son todas de origen volcánico, lavas andesíticas son las dominantes aunque también hay fragmentos de basalto.

El relleno debe haberse efectuado durante el Pleistoceno.

- **ABANICO ALUVIAL DE AGUAS ZARCAS**

Se ubica al Norte del país, aproximadamente unos 10 Km al NE de Ciudad Quesada.

En términos generales muestra un aspecto algo triangular con su vértice ubicado a 80 y 100 metros sobre el nivel del actual río Aguas Zarcas, que debe haber sido el principal agente de acarreo de los materiales. A la altura del caserío de Aguas Zarcas, su ancho es de 5 Km.

La unidad está confinada por lomos volcánicos desde el vértice hasta unos 7 Km aguas abajo, los cuales le dan el aspecto triangular. Su pendiente es de aproximadamente 4,5%, con laderas en los ríos muy escarpadas. A partir de la población de los Chiles, a 2,5 Km al Norte de Aguas Zarcas, el abanico se confunde rápidamente con la llanura aluvial, unidad 3,14, de la cual forma parte.

El corte que el río Aguas Zarcas ha efectuado es muy profundo, cerca de su vértice es de 100 m, pero donde está la carretera a Ciudad Quesada, es de 10 metros.

Las rocas son fragmentos de lavas andesíticas dentro de una matriz principalmente piroclástica muy meteorizada. Malavassi y Modrigal, 1970, llaman a este conjunto aluvial con el término de Formación Buena Vista.

Grandes aportes de lahares y corrientes de lodo formaron este abanico. El origen de estos lahares está en las faldas de los volcanes Viejo, Platañares y Porvenir que se encuentran dentro de la unidad del Volcán Poás.

Malavassi y Madrigal, ya citados, le dan la edad de Plioceno al Cuaternario.



### 6.3. SUELO

#### 6.3.1. USO ACTUAL DE LA TIERRA

Iniciando de Sur a Norte, en el sector cercano a la carretera Bernardo Soto (comunidades de Concepción, Palmitos y San Roque), las características en el uso del suelo están asociadas a la presencia de plantaciones de café. Una característica de estas plantaciones es que en buena parte están asociadas a algún tipo de plantación forestal, principalmente de eucalipto, lo que se deja ver en muchas fincas cerca del inicio del Proyecto (ver Figura 6.39.A). Además del eucalipto se puede observar en el recorrido la presencia de otros árboles dentro de los cafetales, como son los guabas o *Inga* y el poró; ambas especies se han usado por muchos años para dar sombra a este cultivo. Asimismo, en algunas de estas plantaciones se pueden observar pequeñas áreas dedicadas a los cultivos estacionales (Figura 6.39.B). En este sector de la carretera, está ausente el bosque natural.

Figura 6.39. Fotografías de las plantaciones de café cercanas al inicio del Proyecto



Al inicio del Proyecto en el área cercana a la carretera Bernardo Soto lo que predomina en la cobertura del suelo son terrenos dedicados a la producción de café combinados con plantaciones de especies forestales (A). En algunos, entre el café existen pequeñas áreas dedicadas a cultivos estacionales o pastos, como lo muestra la imagen de la derecha (B).

Fuente: Arias, E. 2003

Cabe agregar que si bien la carretera no atraviesa centros urbanos, a lo largo de las vías o caminos principales que comunican las comunidades cercanas a Naranjo o San Ramón, sí existe infraestructura habitacional dispersa. Esta situación de cafetales con alguna presencia de población a lo largo de los caminos y carreteras se mantiene, al menos en los primeros 8 kilómetros del

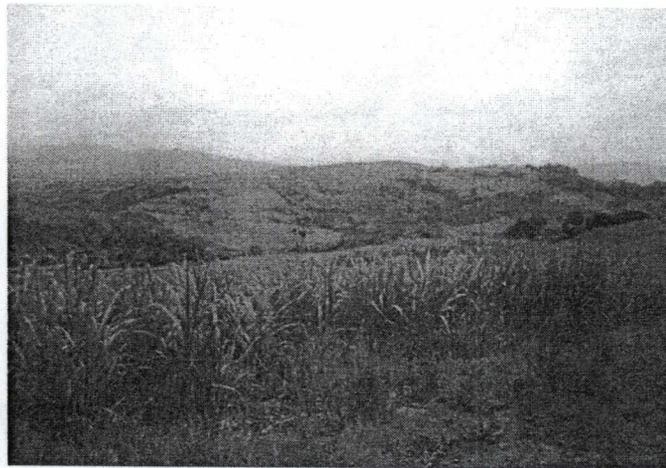


Proyecto, hasta llegar al poblado de Sifón. Este patrón se repite en el sector aledaño a Ciudad Quesada, concretamente en los alrededores de La Abundancia y Río Nuevo, hacia el final del AP.

El crecimiento poblacional, como es de esperar, se asocia a la presencia a ambos lados del Proyecto de centros urbanos importantes en la región, como son Naranjo por el Este y San Ramón por el Oeste, además de la presión que en este sentido pueda estar ejerciendo Palmares, ubicado al Sur. De igual forma debe mencionarse el crecimiento urbano que está experimentando y presenta ya Ciudad Quesada.

En los alrededores de Sifón el trazado del Proyecto continúa por una zona de cultivos y pastos de unidades pequeñas que para efectos cartográficos se une en un solo polígono, como se aprecia en el mapa de uso del suelo (ver Figura 6.44). Esta condición se mantiene por aproximadamente 4 kilómetros (estaciones 8,5 a 12,5 de la carretera).

**Figura 6.40. Fotografía del tipo de cobertura de suelos en la zona ubicada entre Volio y Sifón.**



En la zona, que se ubica entre Volio y Sifón, el tipo de cobertura dominante es un mosaico de cultivos variados y pastos.

Fuente: Arias, E. 2003

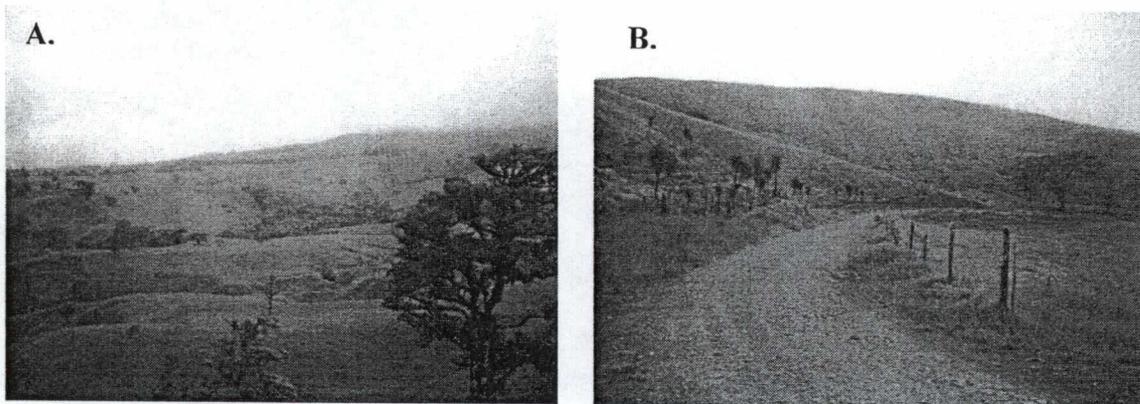
Una situación especial para esta área en particular es que dependiendo de la época del año en que se vaya a construir la carretera, la cobertura podría variar ligeramente, sobre todo en las áreas dedicadas a cultivos estacionales como caña, maíz o frijol, debido a que en las épocas en que éstos no se cultivan, lo que se encontrará en el lugar será alguna vegetación de charral, un tacotal joven o un



terreno descubierto, listo para ser sembrado. En este sector también se aprecian algunas pequeñas áreas de café.

A partir del kilómetro 12,5 y hasta el final del corredor las condiciones se mantienen bastante homogéneas por lo menos en cuanto a cobertura. A lo largo de todo este recorrido lo que se observa son pastos, asociados a los cuales se ha establecido la actividad lechera. Intercalados con los pastos existen parches de bosque de galería a lo largo de los ríos y quebradas de la zona. Ese es el caso de los ríos Espino, Tapesco y La Vieja, cada uno con sus afluentes (Figura 6.41). Esta condición no se presenta en el área donde la cobertura predominante son cafetales, la cual involucra a los ríos: Barranca, Cañuela o Grande y sus afluentes, los cuales están completamente rodeados de cafetales, como se mencionó en el primer párrafo de este Capítulo (ver Figura 6.44).

Figura 6.41. Fotografías de la cobertura que se presenta a partir del Km 12,5 de la Carretera.



La cobertura de pastos, es la que predomina a lo largo de todo el corredor. En A se observan los pastizales en el sector de Santa Elena y al fondo, un pequeño bosque de galería sobre la quebrada Arenas. Mientras en B se aprecia un aprovechamiento de pastos de manera más intensiva en la zona que se ubica entre Ron Ron y La Abundancia.

Fuente: Arias, E. 2003

En esta zona de pastos también aparecen algunos reducidos parches de bosque, dispersos en las laderas más empinadas. En el sector de Santa Elena se encuentra una plantación de pino también de tamaño reducido (Figura 6.42.A). De hecho, los parches de bosque más importantes en la zona que pueden ser afectados por el Proyecto se asocian a los ríos mencionados (Espino y Tapesco). En ambos el bosque de galería está unido a un parche mayor que se extiende aguas abajo de estos ríos y se junta con otros parches de ríos y lomas por el Oeste del Proyecto (ver Figura 6.44). También debe mencionarse el caso del río La Vieja en el cual existe un parche pequeño, que se extiende aguas arriba de



este río hasta alcanzar las partes altas del cerro Platana, de manera que por su función de conectividad debe ser considerado como importante (Figura 6.42.B).

**Figura 6.42. Fotografías de sectores boscosos cercanos al proyecto**



En la foto de la izquierda (A) se aprecia al fondo la plantación de pinos que se ubica en Santa Elena. A la derecha (B), se muestran las condiciones del bosque de galería que se ubica en las riberas del río La Vieja.

Fuente: Arias, E. 2003

En los alrededores de Ciudad Quesada, como se ha mencionado, continúa la cobertura de pastos sobre los cuales se aprecia un uso más intensivo, principalmente en los alrededores de Ron Ron, como se observa en la Figura 6.41.B. Como un caso particular al Norte de esa misma comunidad hay una laguna pequeña cercana al sitio de construcción de la carretera (Figura 6.43).

**Figura 6.43. Fotografía de la laguna ubicada en las cercanías de Ciudad Quesada.**



En las cercanías ya de Ciudad Quesada esta pequeña laguna se ubica cerca del paso de la carretera.

Fuente: Arias, E. 2003

**Cuadro 6.31. Hectáreas de cobertura potencialmente afectadas por el Proyecto**

Cobertura	Area Has.
Bosque Intervenido	0,77
Bosque Natural	22,11
Cultivos Permanentes (café)	41,53
Pastos y cultivos	14,57
Pastos	116,97

Fuente: Arias, E. 2003<sup>6</sup>

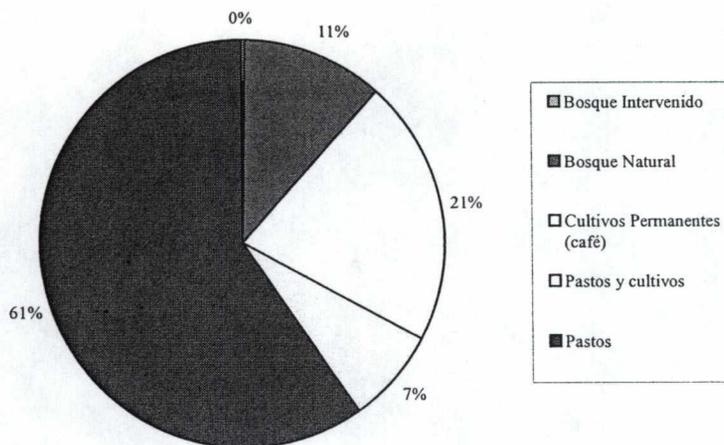
Haciendo una comparación entre estas coberturas se aprecia (ver Gráfico 6.1) que aquellas coberturas con ninguna o poca alteración (bosque natural y bosque intervenido) no llegan ni a 12% de área afectada y más del 88% del área afectada corresponde a coberturas alteradas (cultivos y pastos). De manera que en cuanto a cobertura del suelo, el Proyecto no presenta grandes limitaciones, dado que la zona por donde se ha propuesto está dominada por ambientes alterados en ese

<sup>6</sup> El concepto de bosque no necesariamente coincide con la definición legal que prevalece, pues se basó en fotografías y planimetría existente.

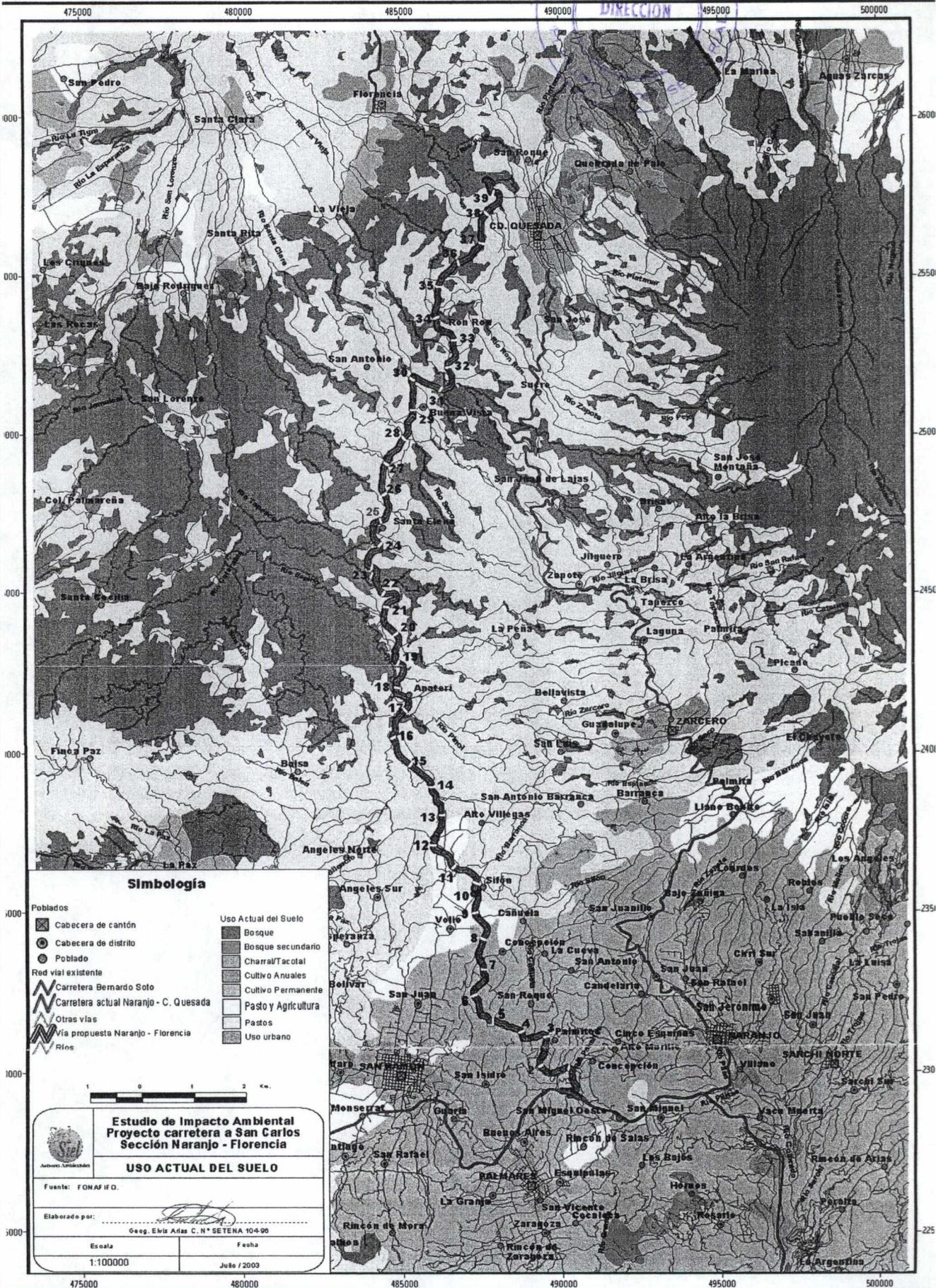


sentido y las pequeñas áreas de bosques afectadas se ubican en los extremos de parches mayores (ver Figura 6.44).

Gráfico 6.1. Distribución relativa de la cobertura de suelo afectada



Fuente: Arias, E. 2003



**Simbología**

<b>Poblados</b>	<b>Uso Actual del Suelo</b>
☒ Cabecera de cantón	☐ Bosque
⊙ Cabecera de distrito	☐ Bosque secundario
⊙ Poblado	☐ Charra/Tacotal
— Red vial existente	☐ Cultivo Anuales
— Carretera Bernardo Soto	☐ Cultivo Permanente
— Carretera actual Naranjo - C. Quesada	☐ Pasto y Agricultura
— Otras vías	☐ Pastos
— Vía propuesta Naranjo - Florencia	☐ Uso urbano
— Ríos	

**Estudio de Impacto Ambiental**  
**Proyecto carretera a San Carlos**  
**Sección Naranjo - Florencia**

**USO ACTUAL DEL SUELO**

Fuente: FONAFIFO.

Elaborado por: *[Signature]*  
Geog. Elvis Añas C. N° SETENA 104-90

Escala: 1:100000      Fecha: Julio / 2003



### 6.3.2. TIPO DE SUELO

Los suelos en la zona de estudio en términos generales (ver Figura 6.45) corresponden a Inceptisoles (153 has), del suborden dystrandept y ustropepts, o sea desarrollados a partir de cenizas volcánicas; En la parte media de las cuencas de los ríos Tapesco, Espino y Balsa hay presencia de ultisoles (33 has), suborden Tropohumult y alfisoles (8 has), y suborden ustalf (Gráfico 6.2).

Los inceptisoles son suelos inmaduros que tienen un desarrollo leve del perfil debido principalmente a la falta de horizontes genéticos. Una característica de estos suelos es que se encuentran en un rango muy amplio de ambientes. En este caso son suelos desarrollados sobre zonas altas de relieve ondulado, actualmente cubiertas de pasto. En términos generales son suelos de texturas medias de franco arcillosas a franco arenosas y no muestra muchos cambios entre los horizontes del perfil.

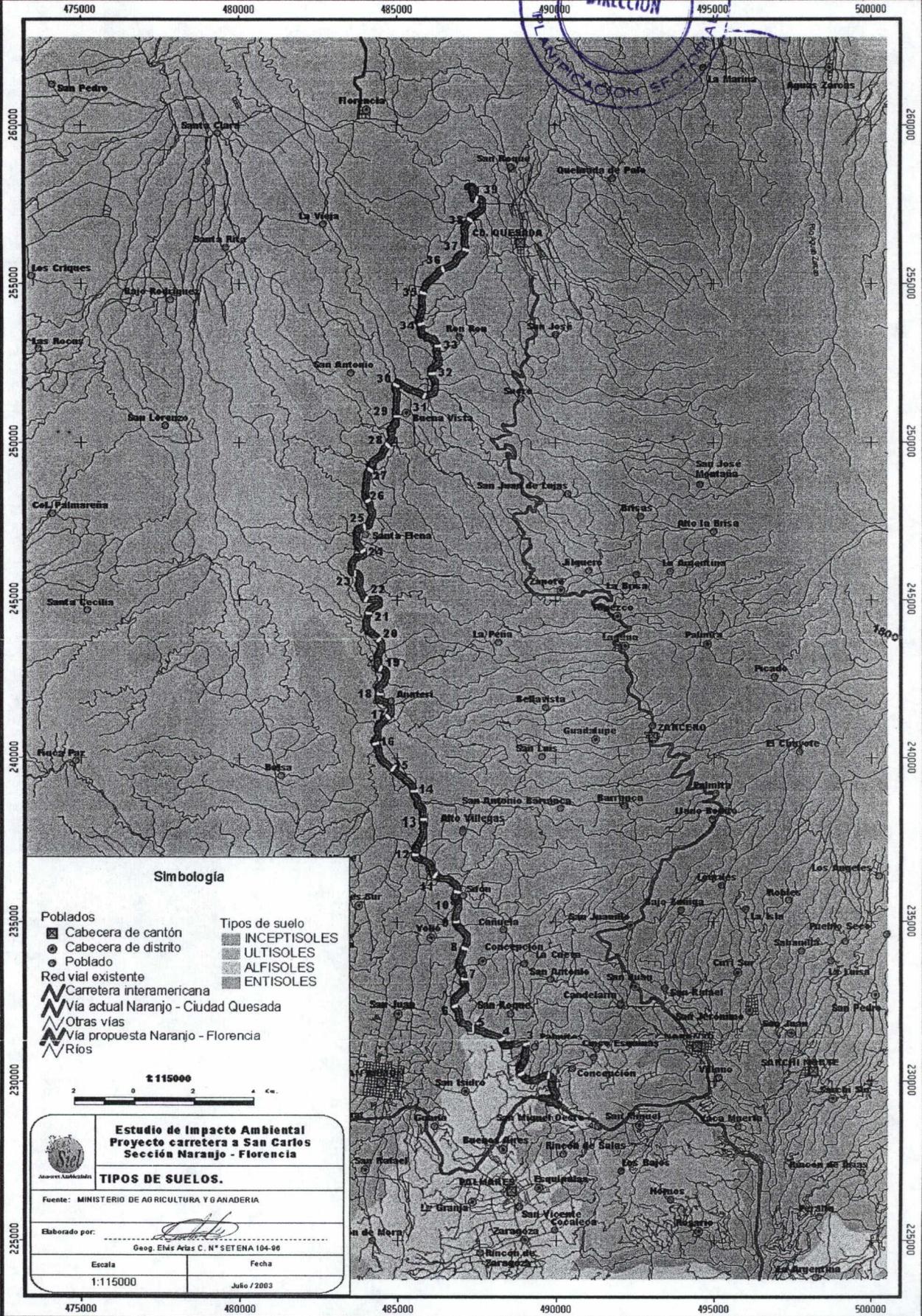
En las zonas boscosas el perfil presenta un horizonte A oscuro con un espesor que varía de 15 a 50 cm. Esta situación cambia en las zonas de pastos en donde el espesor se reduce considerablemente. El horizonte B es rojo amarillento poco desarrollado. Estos suelos son considerados como fértiles, con buen nivel de pH, acidez, y disponibilidad de la mayoría de los nutrientes, excepto fósforo y zinc, cuyos niveles registrados son bajos.

En las áreas de pastos el horizonte A tiene una estructura granular de tamaño fina a mediana y una buena porosidad aunque menor que en las áreas de cafetales, lo que muy posiblemente está asociado a la compactación que sufren los suelos, producto del pisoteo del ganado. Según Enckenvort 1995, la infiltración, permeabilidad y el drenaje interno de los mismos es bueno, lo que se asocia a su alta porosidad debido a eso, a pesar de que la cobertura vegetal ha sido fuertemente alterada, los procesos erosivos, si bien están presentes, no son tan fuertes ni constantes.

El tipo de relieve a que se encuentran asociados estos suelos es moderadamente ondulado, con pendientes que predominan por debajo del 30%, las cuales aumentan solo en los cañones fluviales provocados por los ríos y quebradas de la zona (Figura 6.46).

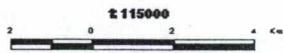
Los ultisoles, como se mencionó, se ubican en las cuencas medias de los ríos Tapesco, Espino y La Vieja, estos son suelos rojizos que presentan muy baja fertilidad y están en zonas de pendientes fuertes o empinadas de más de 60% como son los cañones de los ríos mencionados (Figura 6.46).

Los alfisoles, se ubican por el sector Sur del Proyecto. Son suelos lateríticos pardo rojizos, que se encuentran en condiciones topográficas variadas, según Vargas 1958., el origen de los mismos se da a partir del arrastre de materiales



**Simbología**

- |                                       |                       |
|---------------------------------------|-----------------------|
| <b>Poblados</b>                       | <b>Tipos de suelo</b> |
| ☒ Cabecera de cantón                  | ■ INCEPTISOLES        |
| ⊙ Cabecera de distrito                | ■ ULTISOLES           |
| ● Poblado                             | ■ ALFISOLES           |
| — Red vial existente                  | ■ ENTISOLES           |
| — Carretera interamericana            |                       |
| — Vía actual Naranjo - Ciudad Quesada |                       |
| — Otras vías                          |                       |
| — Vía propuesta Naranjo - Florencia   |                       |
| — Ríos                                |                       |



**Estudio de Impacto Ambiental**  
**Proyecto carretera a San Carlos**  
**Sección Naranjo - Florencia**

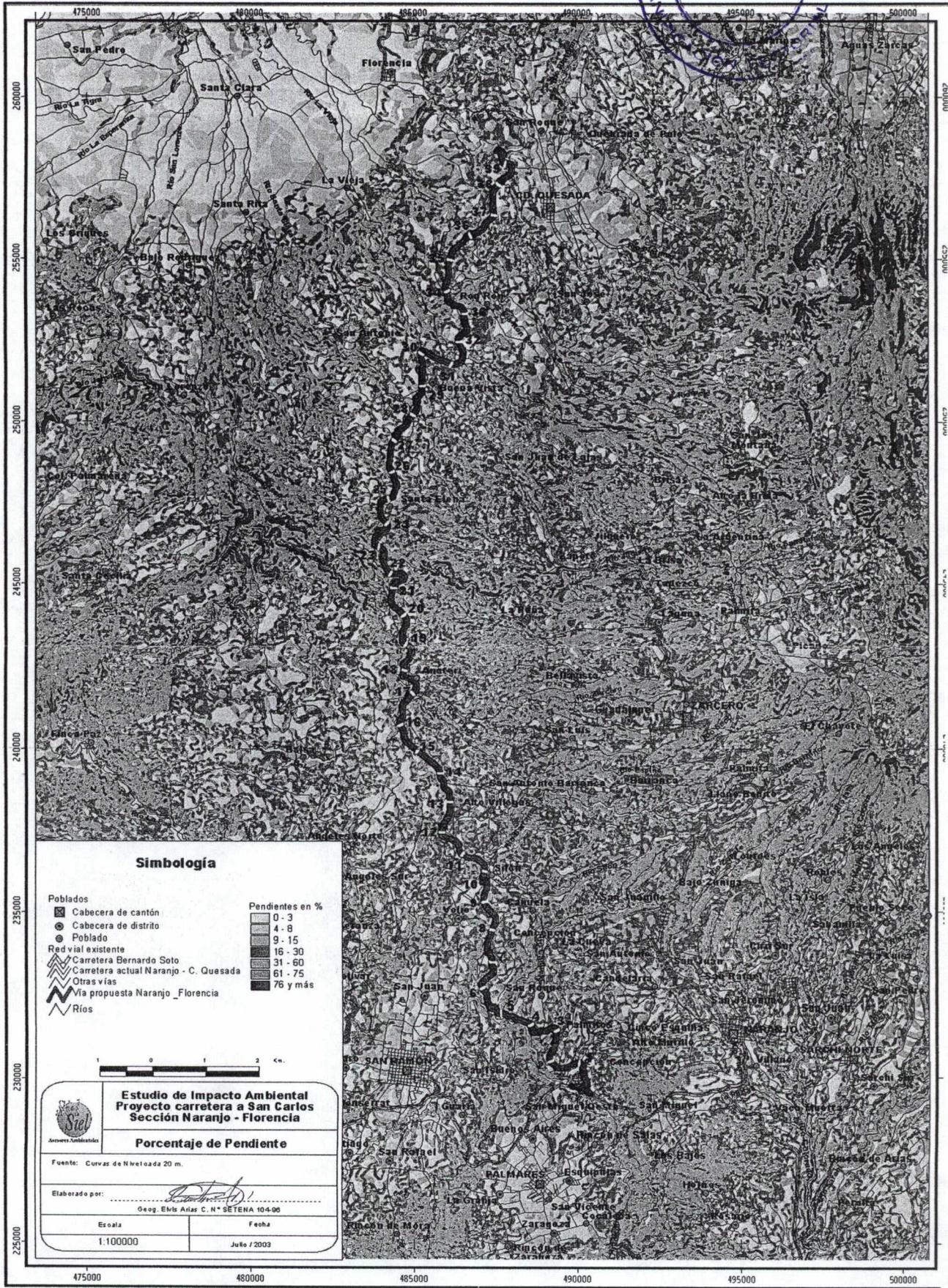
**TIPOS DE SUELOS.**

Fuente: MINISTERIO DE AGRICULTURA Y GANADERIA

Elaborado por: *[Signature]*

Geog. Elns Aras C. N° SETENA 104-98

Escala: 1:115000      Fecha: Julio / 2003



**Simbología**

- |   |                        |
|---|------------------------|
| <b>Poblados</b>                         | <b>Pendientes en %</b> |
| ☒ Cabecera de cantón                    | 0 - 3                  |
| ● Cabecera de distrito                  | 4 - 8                  |
| ● Poblado                               | 9 - 15                 |
| <b>Red vial existente</b>               | 16 - 30                |
| ▬ Carretera Bernardo Soto               | 31 - 60                |
| ▬ Carretera actual Naranjo - C. Quesada | 61 - 75                |
| ▬ Otras vías                            | 76 y más               |
| ▬ Vía propuesta Naranjo - Florencia     |                        |
| ▬ Ríos                                  |                        |



**Estudio de Impacto Ambiental**  
**Proyecto carretera a San Carlos**  
**Sección Naranjo - Florencia**

**Porcentaje de Pendiente**

Fuente: Curvas de Nivel cada 20 m.

Elaborado por: *[Signature]*  
Geog. Elvir Añas C. N° SETENA 104-06

Escala	Fecha
1:100000	Julio / 2003

000199  
 DIRECCION  
 M. O. P. T.  
 000199  
 DIRECCION  
 M. O. P. T.

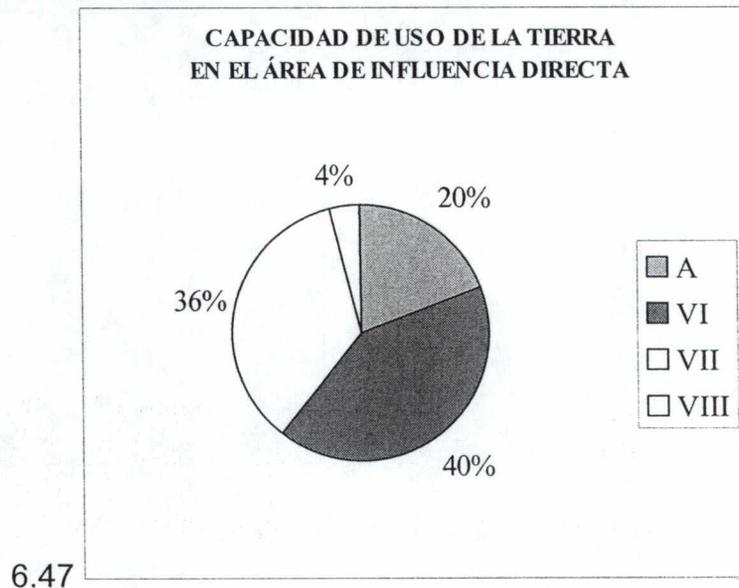


### 6.3.3. CAPACIDAD DE USO DE LAS TIERRAS

La capacidad de uso de la tierras en el Área de Influencia Directa del Proyecto es mayoritariamente de clases VI (manejo forestal y cultivos permanentes) y VII (manejo forestal); mientras que las clases VIII (protección) y A (que agrupa las clases de vocación agrícola I, II, III, IV y V), representan menos del 25% (Gráfico 6.3).

La clase VI cubre un 40% del AID; son tierras que soportan el uso de cultivos permanentes, siempre que se apliquen prácticas intensivas de manejo y conservación de suelos. También soporta las plantaciones forestales excepto aquéllas como teca y melina, que por su estructura aceleran los procesos erosivos en estas condiciones de pendiente. La clase VI se ubica principalmente en los extremos del Proyecto, como se observa en el mapa de capacidad de uso de las tierras. Las limitantes principales que se dan son: la pendiente que para ambos casos es de 30 a 60%, y por el sector Norte además, de la pendiente, está la presencia de vientos fuertes.

La clase VII alcanza el 36% del AID y se ubica predominantemente en el sector central del Proyecto, entre las comunidades de Buena Vista y Alto Villegas (Figura



Fuente: Arias, E. 2003



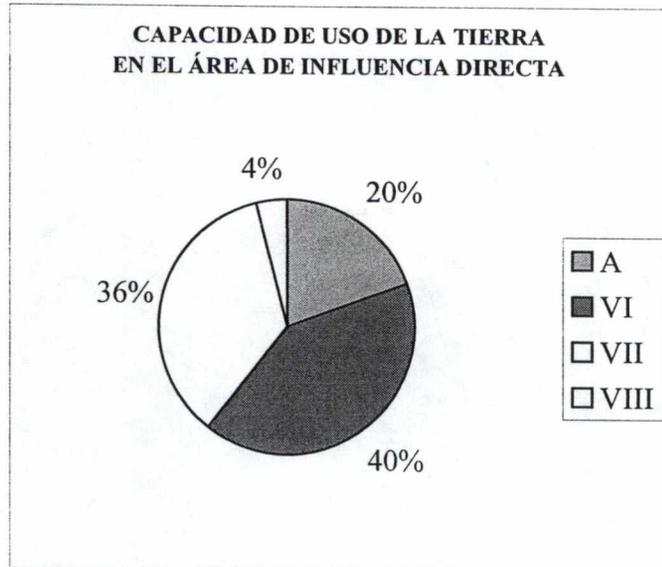
Figura 6.47). Las tierras de esta clase presentan severas limitaciones para implementar actividades agropecuarias. Solo soporta actividades forestales. En los casos en que el suelo tenga un uso diferente al bosque, se procurará su recuperación. Las limitaciones que se presentan en este caso son principalmente pendiente (de 30 a 60%) y neblina, sobre todo en el sector que se ubica en la cercanías de Santa Elena.

El grupo "A" que para efectos de los mapas consultados agrupa las clases de capacidad de uso mencionadas en el primer párrafo de este Capítulo, cubre un total de 20% del AID. Son pequeñas zonas que corresponden principalmente a las filas de pendiente suave y se ubican por todo lo largo del AID (Figura 6.47). Por las visitas que se hicieron a la zona, a pesar de que no se muestreó con fines de identificar la capacidad de uso de las tierras, se puede afirmar que las áreas que se encuentran en "A" son zonas con litaciones para el uso de cultivos estacionales y más bien son terrenos con aptitud para cultivos permanentes o pastos.

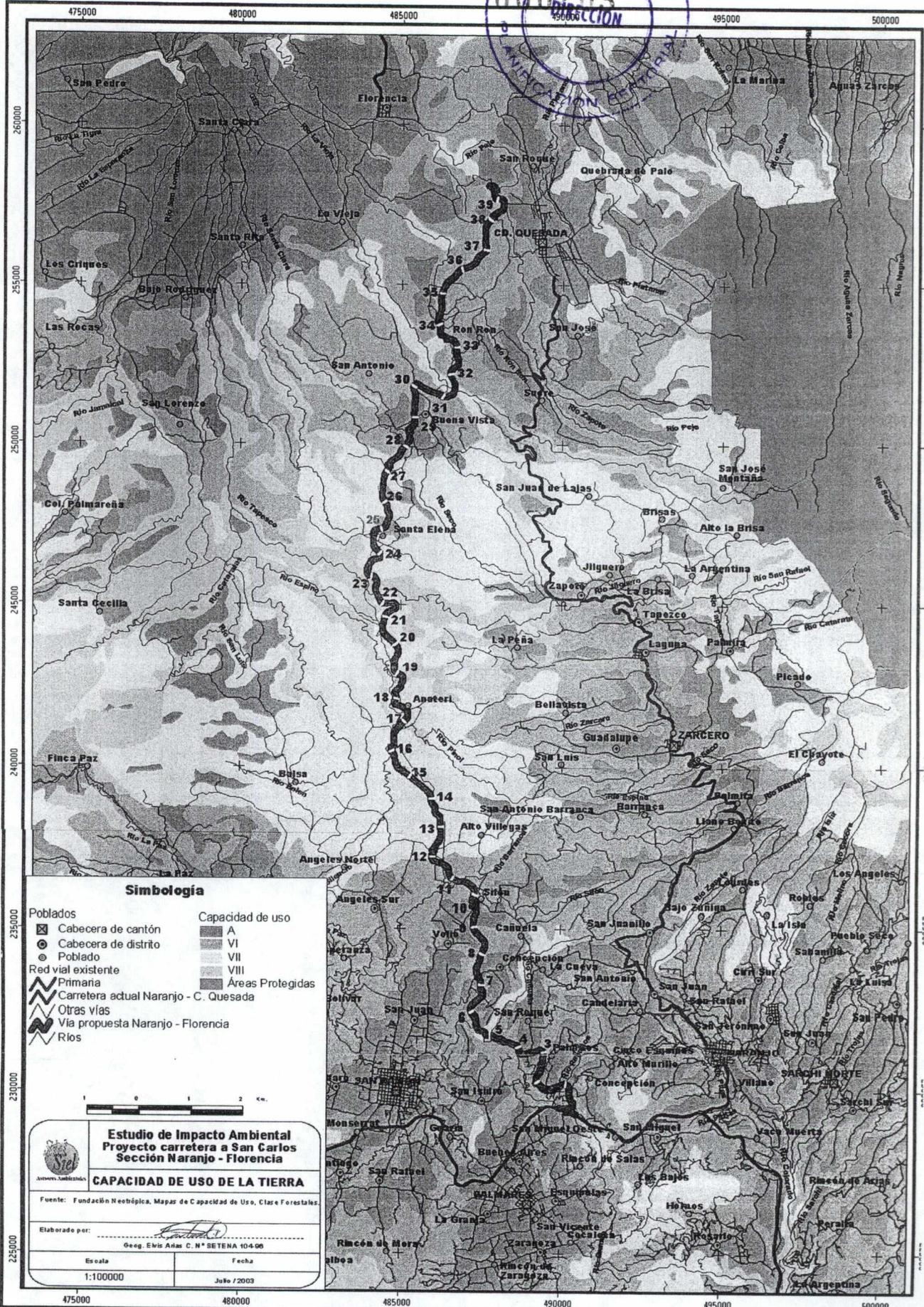
Finalmente, las tierras que corresponde a la clase VIII protección, apenas cubren el 4% del AID. Son tierras que se ubican en las márgenes de los ríos Espino y Tapesco, cuya limitación principal es la pendiente, que supera el 75%.



**Gráfico 6.3. Capacidad del uso de la tierra en el AID**



Fuente: Arias, E. 2003



**Simbología**

Cabecera de cantón	Capacidad de uso A
Cabecera de distrito	VI
Poblado	VII
Red vial existente	VIII
Primaña	Áreas Protegidas
Carretera actual Naranjo - C. Quesada	
Otras vías	
Vía propuesta Naranjo - Florencia	
Ríos	

**Estudio de Impacto Ambiental**  
**Proyecto carretera a San Carlos**  
**Sección Naranjo - Florencia**  
**CAPACIDAD DE USO DE LA TIERRA**

Fuente: Fundación Neotécnica, Mapas de Capacidad de Uso, Clase Forestales.

Elaborado por:

Geog. Elvis Añaz C. N° SETENA 10498

Escala	Fecha
1:100000	Julio 7 2003



### 6.3.4. CONDICIÓN DE USO DE LA TIERRA

Un aspecto a revisar en las áreas afectadas es la condición de uso que presentan las tierras. Dadas las características ya descritas de uso y capacidad de uso de la tierra, se hizo una combinación y se identificó que en su mayoría, las tierras en el AID se encuentran sobre explotadas.

Los terrenos con sobre\_uso son aquéllos que están soportando una actividad por encima de su capacidad. Así por ejemplo, las tierras cuya capacidad de uso está en clases VII y VIII y la cobertura o el uso que se les está dando es agropecuario, son áreas sobre utilizadas. Como se observa en el Gráfico 6.4, en el AID del Proyecto el 59% está en sobre\_uso. Ello se debe a que la mayoría de sus tierras están dedicadas a pastos aunque su capacidad es para actividades menos exigentes, como manejo forestal o protección. Las zonas en el AID, en donde se presenta esta situación, son las tierras que se ubican al Norte de la comunidad de Sifón (Figura 6.48).

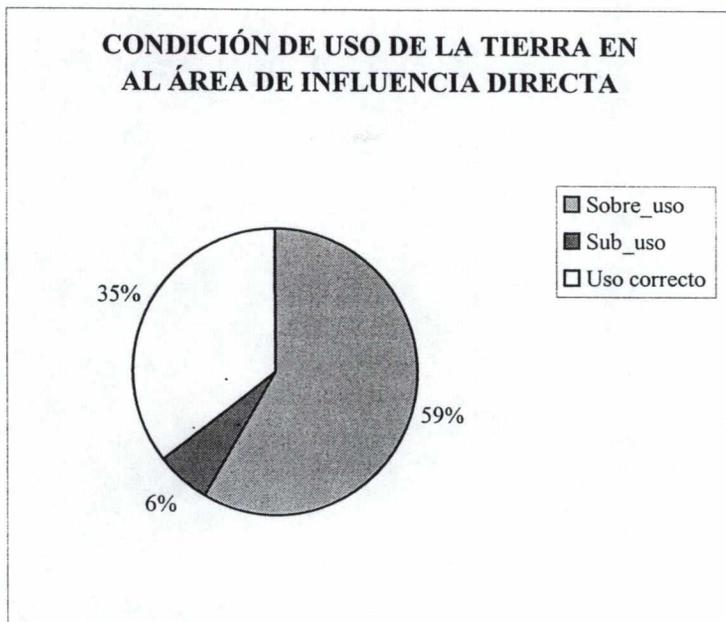
Las tierras que se ubican con un uso correcto, es decir, que son explotadas de acuerdo a su capacidad productiva, se ubican al Sur del Proyecto (mapa de condición de uso). Estas tierras están mayoritariamente dentro de las clase VI de capacidad de uso y asumiendo que se aplican las técnicas de conservación de suelos y aguas, soportan cultivos permanentes como el café y esa realidad la encontramos en el mapa de uso del suelo. Según los cálculos realizados el área directamente afectada será de 69 has., que corresponde al 35% del AID (Gráfico 6.4).

Finalmente, como se muestra en el Gráfico 6.4, es muy poca el área sub utilizada (6%), o sea, que son tierras que soportan una mayor intensidad de uso del que tienen, están siendo explotadas por debajo de su capacidad. En este grupo entran aquellas tierras que tienen una capacidad de uso diferente a las clases VII y VIII y la cobertura que tienen es bosque. Es muy poca, como se ha reiterado en varias ocasiones, el bosque presente, que es muy escaso y el poco que hay generalmente se asocia a tierras con serias limitaciones productivas. Las pequeñas áreas en esta condición se ubican al Norte de Buena Vista, como se puede apreciar en la Figura 6.48.

En lo que corresponde a la condición de uso de la tierra es probable que el cambio sea hacia un uso correcto o sub\_uso, si se aplican programas de mejoramiento del paisaje a lo largo de la vía, de manera que muchas de las áreas actualmente con cobertura de pastos pasarán a tener bosques, lo que provocará que de estar sobre utilizadas, pasen a un uso correcto y en el mejor de los casos (para el ambiente), pasen a estar sub utilizadas.



Gráfico 6.4. Condición de uso de de la tierra en el AID.



Fuente: Arias, E. 2003



#### 6.4. CLIMA

El clima en Costa Rica está definido para cada una de sus vertientes, principalmente en lo que respecta al comportamiento de la precipitación y los vientos, aunque es claro que el comportamiento diferenciado de estos factores tiene una clara relación con otros factores como brillo solar y humedad relativa.

La situación de Costa Rica, por su ubicación entre dos masas oceánicas y su condición ístmica, además de la cadena montañosa que atraviesa el país transversalmente en sentido Noreste – Sureste, favorecen esta heterogeneidad en el comportamiento del clima en diferentes lugares, en distancias relativamente cortas.

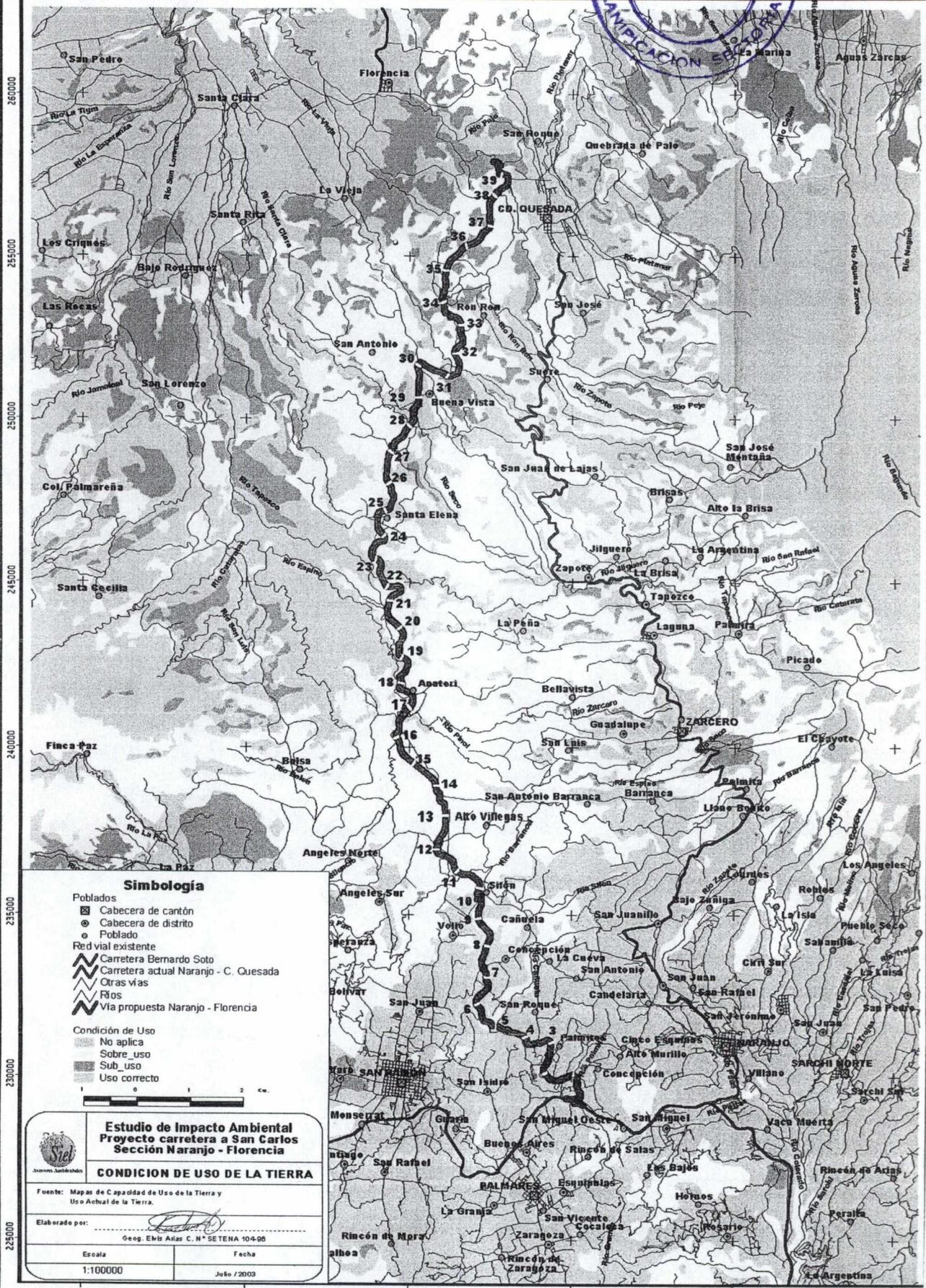
Para el caso particular de la carretera, dado que es un Proyecto lineal que se extiende por casi 40 kilómetros en sentido Norte – Sur, las condiciones climatológicas a lo largo del mismo varían considerablemente, máxime que el corredor del AP tiene presencia en ambas vertientes.

Una característica a resaltar es la constante presencia de nubes durante todo el año, especialmente al Norte de Alto Villegas, donde se condensa el aire húmedo que arrastran los vientos alisios, debido al efecto orográfico que ejercen las montañas (Figura 6.49).

Para mostrar mejor las condiciones predominantes a lo largo del AP se hará una descripción por los diferentes elementos climáticos, de los cuales se tienen registros en las diferentes estaciones meteorológicas ya listadas.



475000 480000 485000 490000 495000 500000



**Simbología**

- Cabecera de cantón
- Cabecera de distrito
- Poblado
- Red vial existente
  - Carretera Bernardo Soto
  - Carretera actual Naranjo - C. Quesada
  - Otras vías
- Ríos
  - Río
  - Vía propuesta Naranjo - Florencia
- Condición de Uso
  - No aplica
  - Sobre uso
  - Sub\_uso
  - Uso correcto

**Estudio de Impacto Ambiental**  
**Proyecto carretera a San Carlos**  
**Sección Naranjo - Florencia**

**CONDICION DE USO DE LA TIERRA**

Fuente: Mapas de Capacidad de Uso de la Tierra y Uso Actual de la Tierra.

Elaborado por:

Geop. Elio Atlas C. N° SETENA 104-98

Escala: 1:100000      Fecha: Julio / 2003

475000 480000 485000 490000 495000 500000



Figura 6.49. Fotografía de la nubosidad que se aprecia al Norte de Alto Villegas



La presencia de nubes por el sector de Alto Villegas es una condición común durante todo el año.

Fuente: Arias, E. 2003

#### 6.4.1. PRECIPITACIÓN

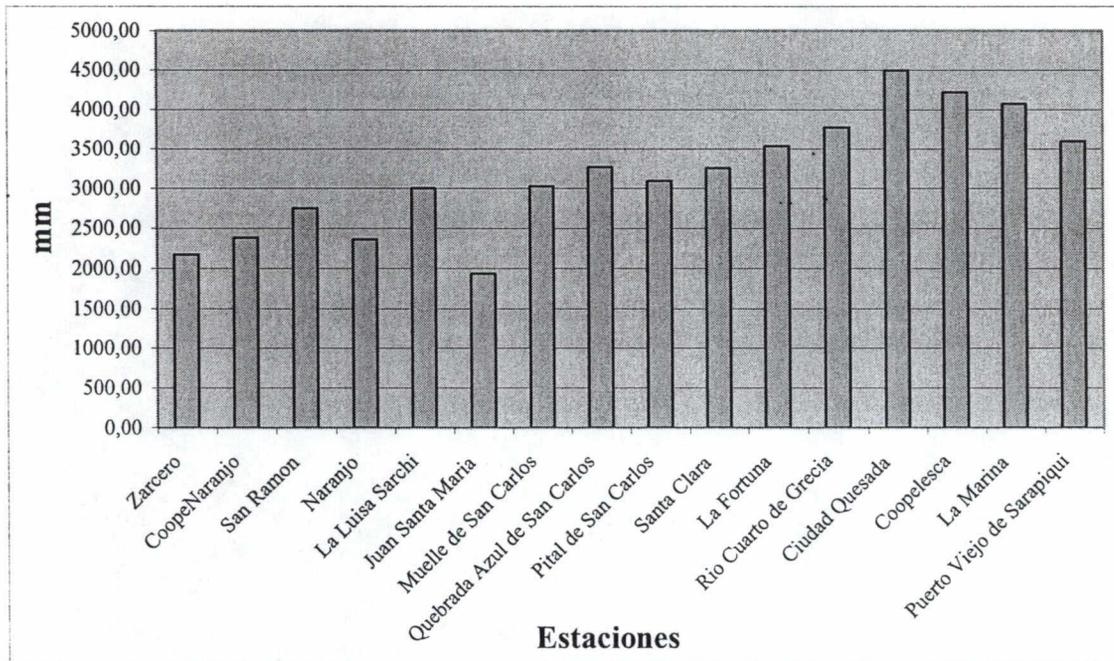
La precipitación media anual registrada en los alrededores del AP es bastante alta. Los valores más bajos que se obtuvieron corresponden a la estación del Aeropuerto Internacional Juan Santamaría, cuyo promedio anual es de 1.937 mm y el registro más alto corresponde a la estación de Ciudad Quesada con 4.496 mm.

Cabe enfatizar que por el tipo de Proyecto (lineal) el comportamiento de este elemento es diferenciado a lo largo del corredor y resulta dependiente del periodo del año y de la vertiente en que se ubique. En el Cuadro 6.32 se muestra que la lluvia en los meses de diciembre, enero, febrero, marzo y abril presenta valores muy bajos para las estaciones que se ubican en la vertiente Pacífica (Coopenaranjo, San Ramón, Naranjo, La Luisa Sarchí y Juan Santa María). Se suma a ellas la estación de Zarcero, que aunque se ubica sobre la vertiente Caribe presenta un comportamiento climatológico de vertiente Pacífica. Esto se debe muy posiblemente a su situación geográfica, ya que se encuentra protegida de la influencia Caribe por el cerro Platanar; este mismo cerro favorece la condensación y precipitación cuando la humedad viene desde los vientos ecuatoriales del Pacífico.



En los Gráfico 6.6, Gráfico 6.7 y Gráfico 6.8, se aprecia cómo la precipitación se concentra hacia la parte Norte del Proyecto en los alrededores de Ciudad Quesada. Excepción de ello es la precipitación registrada para el mes de octubre, cuando surge un segundo núcleo de precipitación fuerte en el sector Sureste del AP.

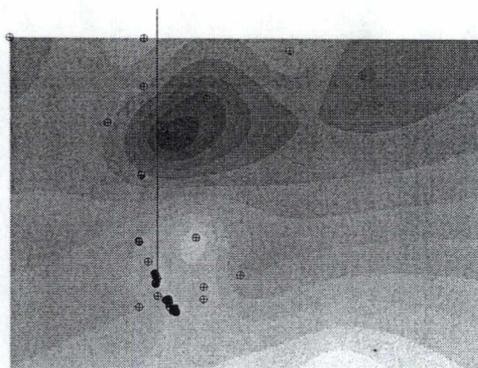
**Gráfico 6.5. Precipitación media anual.**



Fuente: Arias, E. 2003.

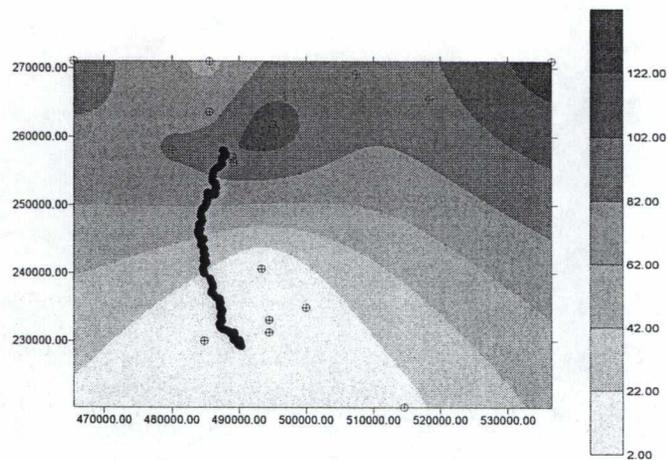


**Gráfico 6.6. Precipitación promedio anual**



Fuente: Arias, E. 2003

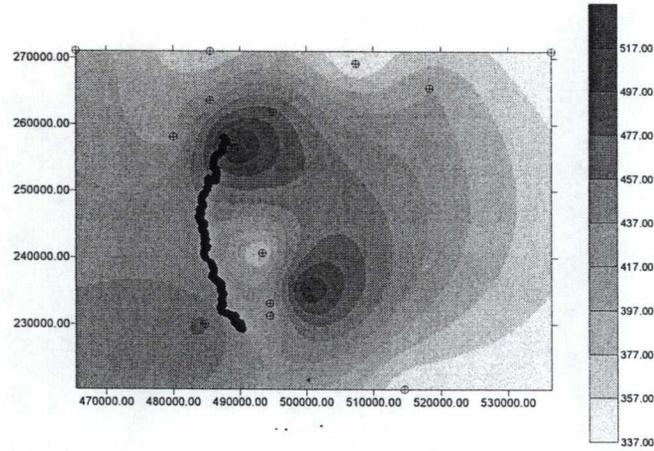
**Gráfico 6.7. Precipitación promedio en el mes de marzo**



Fuente: Arias, E. 2003



Gráfico 6.8. Precipitación promedio en el mes de octubre



Fuente: Arias, E. 2003

En estos gráficos se muestra la distribución espacial de la precipitación en marzo, que es el mes más seco; octubre, que es el más lluvioso y el promedio anual. La línea roja corresponde a la ubicación del Proyecto.

**Cuadro 6.32. Precipitación media mensual y promedio anual en mm según varias estaciones cercanas al Proyecto**

ESTACIÓN <sup>7</sup>	PERIODO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC	ANUAL
Zarcero	1996-2002	36,60	32,10	2,00	33,90	278,40	229,20	200,20	269,10	392,60	355,80	229,90	11,70	2171,50
Coopnaranjo	1971-2002	7,40	6,70	3,60	42,10	287,10	332,10	248,20	388,20	454,10	0,00	173,30	35,30	2386,00
San Ramón	1997-2002	2,20	25,00	3,60	36,80	322,90	330,00	201,70	246,50	468,70	462,10	138,20	43,00	2747,30
Naranjo	1940-2002	4,80	6,50	6,80	45,10	282,20	268,80	268,80	370,30	44,30	394,00	161,40	40,40	2361,80
La Luisa Sarchi	1963-2002	14,20	8,10	10,00	67,80	343,70	445,90	3,18	460,80	540,30	525,10	227,30	40,20	3002,20
Juan Santa María	1956-2002	7,70	12,70	16,80	77,70	471,50	263,30	176,30	254,70	338,90	336,60	148,50	32,30	1937,00
Muelle de San Carlos	1979-1987	155,80	90,70	54,70	146,00	316,50	329,70	378,30	336,70	335,00	357,10	291,70	236,80	3029,00
Quebrada Azul de San Carlos	1961-2002	178,90	101,70	73,80	85,60	253,00	336,70	418,00	405,10	377,00	409,10	338,00	293,90	3270,80
Pital de San Carlos	1973-2002	138,80	109,00	80,70	106,30	256,60	375,80	424,50	379,70	314,30	337,30	313,70	257,40	3094,40
Santa Clara	1983-2002	167,80	112,90	84,70	60,40	267,20	362,10	412,70	421,90	371,30	392,30	336,00	270,20	3259,50
La Fortuna	1971-1995	191,90	131,80	91,90	94,80	262,20	412,80	514,60	437,10	404,70	418,30	309,30	269,10	3538,50
Río Cuarto de Grecia	1995-2002	234,10	164,40	94,80	183,30	376,00	505,80	191,50	424,60	289,20	397,70	792,50	420,30	3774,40
Ciudad Quesada	1941-1992	181,40	181,70	95,40	103,10	320,20	454,90	526,40	512,30	504,20	519,30	482,40	512,20	4496,50
Copelesca	1987-2002	242,20	160,50	101,80	75,70	335,40	429,60	503,50	514,90	484,30	528,60	421,00	425,40	4222,90
La Marina	1938-1993	235,60	173,80	115,80	133,20	340,80	450,80	470,70	443,50	414,90	464,50	417,70	407,50	4068,80
Puerto Viejo de Sarapiquí	1995-2002	218,50	173,70	134,80	166,00	339,70	382,80	456,80	382,00	274,60	332,60	332,00	360,00	3598,90

Fuente: Arias, E. 2003

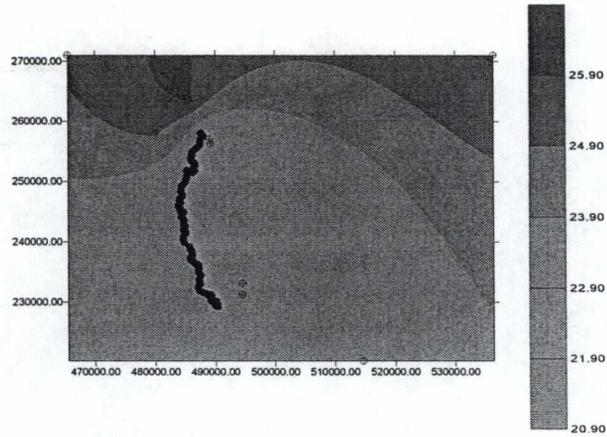
<sup>7</sup> La Figura 6.50 presenta la ubicación espacial de estas estaciones.







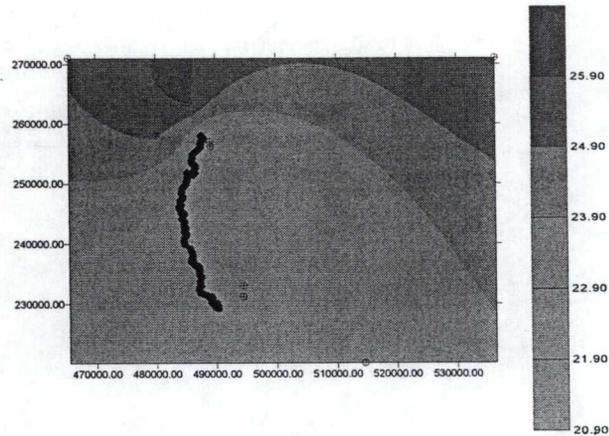
**Gráfico 6.10. Temperatura media promedio anual**



Fuente: Arias, E. 2003



**Gráfico 6.11. Temperatura mínima promedio anual**



Fuente: Arias, E. 2003

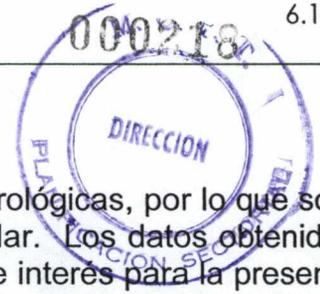
En los gráficos anteriores se muestran los promedios anuales de temperaturas y su distribución espacial en el área del Proyecto. La línea negra corresponde a la carretera.

**Cuadro 6.33. Temperatura media mensual y anual en grados Celsius. Según varias estaciones cercanas al Proyecto**

Estación	Periodo	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Set	Oct	Nov	Dic	Anual
Ciudad Quesada	1961-1987	21,60	22,30	23,00	23,60	23,80	23,30	22,90	23,10	23,30	23,20	22,60	22,10	22,90
Coopesca	1987-1996	21,20	21,30	21,70	22,50	22,80	22,50	22,00	22,20	22,60	21,90	21,60	21,00	21,90
Coopenaranjo	1971-2002	20,10	20,50	21,00	21,40	21,50	21,10	20,80	20,80	20,70	20,60	20,50	20,30	21,40
Juan Santa María	1956-2002	22,70	23,10	23,60	24,00	23,40	22,90	23,00	23,30	22,70	22,40	22,40	22,50	23,00
La Fortuna	1978-1991	24,20	24,50	25,50	26,00	26,30	25,90	25,10	25,50	25,80	25,40	25,40	25,60	25,30
Naranjo	1940-2002	20,90	21,10	21,40	22,00	22,00	21,50	21,50	21,60	21,50	21,20	21,20	21,20	21,40
Puerto Viejo de Sarapiquí	1955-1970	25,40	23,20	26,10	25,50	27,30	26,60	26,80	27,30	27,10	27,20	25,40	25,60	26,10
Quebrada Azul de San Carlos	1970-2002	25,00	25,70	26,40	27,00	27,20	27,10	26,30	26,10	26,20	26,40	26,10	25,00	26,20
Santa Clara	1984-2002	24,30	24,60	25,10	26,00	26,40	25,90	25,70	25,70	25,90	25,60	25,10	24,60	25,40

Fuente: Arias, E. 2003





### 6.4.3. BRILLO SOLAR

Éste es un elemento poco registrado por las estaciones meteorológicas, por lo que solo 6 de las que se seleccionaron tienen datos sobre este particular. Los datos obtenidos indican que el brillo solar es bajo en la mayoría de los casos de interés para la presente descripción climática. Solo la estación La Luisa Sarchí y Juan Santamaría superan las 5 horas de brillo solar por día, según los promedios anuales; el resto están por debajo de las 5 horas (Cuadro 6.34). Como se mencionó en párrafos anteriores, una condición que predomina en la zona es la presencia de cobertura nubosa durante casi todo el año, lo que impide la luz directa del sol.

**Cuadro 6.34. Brillo solar promedio anual, según las estaciones que lo registran.**

Nombre	Horas de brillo solar /día
Coopesca	3,90
Juan Santamaría	6,60
La Fortuna	3,50
La Luisa Sarchí	5,50
Muelle de San Carlos	4,87
Santa Clara	4,20

Fuente: Arias, E. 2003

### 6.4.4. VIENTO

De viento solo se tienen registros en tres estaciones, de las cuales solo dos están realmente cerca del Proyecto, a saber: Santa Clara y Coopesca. Sin embargo, al igual que para los otros elementos hay que partir de esta información para realizar el análisis correspondiente, por ser la única existente. El viento, conjuntamente con la precipitación, son los elementos climatológicos que deben considerarse con más interés para efectos del Proyecto, sobre todo durante su etapa constructiva. Lo anterior, ya que ambos pueden tener participación en los procesos erosivos: uno afecta en la época húmeda (precipitación) y el otro en la época seca (viento).

En el Cuadro 6.35 se muestran los promedios de velocidades del viento para 3 estaciones. En él se puede observar cómo los meses de enero, febrero, marzo y abril – que corresponde a la época seca o de menor precipitación-, presentan las velocidades más altas: arriba de los 10 km/h para Juan Santamaría y Coopesca, y alrededor de los 9 km/h para Santa Clara. Esta condición podría favorecer la formación de nubes de polvo durante la construcción, en los meses indicados.



**Cuadro 6.35. Velocidades del viento. Promedios mensuales y anuales de tres estaciones.**

NOMBRE	PERIODO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC	ANUAL
Coopesca	1987-1996	14,30	15,00	14,10	12,70	10,50	8,10	9,30	8,10	7,00	7,90	9,00	12,30	10,70
Santa Clara	1986-1991	9,10	9,80	8,80	7,50	6,20	5,20	6,20	5,50	4,90	4,60	5,60	7,40	6,70
Juan Santa Maria	1974-2002	25,70	26,20	23,30	20,80	14,30	12,20	15,60	14,00	11,00	11,20	14,70	21,60	17,60

Fuente: Arias, E. 2003