233
E.C/c1
1977

MOPT

MINISTERIO DE OBRAS PUBLICAS Y TRANSPORTES
DIRECCION GENERAL DE VIALIDAD
Departamento Diseños Específicos

233

MINISTERIO DE OBRAS PUBLICAS Y TRANSPORTES
BIBLIOTECA
República de Costa Rica

ESTUDIO DE FACTIBILIDAD

ANTEPROYECTO DE CARRETERA: CIUDAD COLON - PUERTO CALDERA

GEOLOGIA Y GEOTECNIA

1977

625783

MINISTERIO DE OBRAS PUBLICAS Y TRANSPORTES

DIRECCION GENERAL DE VIALIDAD

VIALIDAD
DIRECCION GENERAL
M.O.P.T.

Departamento Diseños Específicos

ESTUDIO DE FACTIBILIDAD

ANTEPROYECTO DE CARRETERA: CIUDAD COLON - PUERTO CALDERA

GEOLOGIA Y GEOTECNIA

1977

PROYECTO DE CARRETERA

CIUDAD COLON-CALDERA

GEOLOGIA Y GEOTECNIA

EJECUTARON GEÓLOGOS:

M. Sc. CARLOS TORRES A.

M. Sc. RODOLFO MADRIGAL G.

GEOMINAS S.A.

1977

PRESENTACION

El siguiente estudio geotécnico del Proyecto de carretera Ciudad Colón - Caldera, es presentado al Ministerio de Obras Públicas y Transportes de acuerdo a lo estipulado en el Contrato de Prestación de Servicios entre ese Ministerio y la Firma de Consultoría - GEOMINAS S.A. Según el concurso de antecedentes publicado para tal efecto en la Gaceta del 29 de Noviembre de 1975, de conformidad con el contrato de préstamos - suscrito entre el Gobierno de Costa Rica y el B.C.I.E. aprobado por la Ley N° 57 60 del 1° de Agosto de 1975.

Publicado por:

MINISTERIO DE OBRAS PUBLICAS Y TRANSPORTES

DEPARTAMENTO DE DISEÑOS ESPECIFICOS

1977

AGRADECIMIENTO

Nuestro agradecimiento a los señores ingenieros Roberto J. Avilés C. y Manuel Gutiérrez G. del Departamento de Diseños Específicos del Ministerio de Obras Públicas y Transportes, por la amplia colaboración que nos brindaron en la ejecución del presente trabajo.

Queremos destacar la trascendencia que para nosotros ha tenido la accesibilidad, coordinación y afabilidad que encontráramos siempre en el Departamento para la satisfactoria culminación del mismo.

***

INDICE

		PAGINA
	PRESENTACION	
	AGRADECIMIENTOS	
1.	GEOLOGIA GENERAL:	1
1.1	Introducción	1
	Ubicación y descripción geológico	
	geotécnico de las Formaciones	1
1.2	Formación Pacacua	1
1.3	Formación Térraba	2
1.4	Formación Turrúcares	4
1.5	Formación Aguacate	5
1.6	Formación Tivives	6
1.7	Formación Volcánica del Valle Central..	8
2.	ALTERNATIVAS:	11
2.1	Alternativa Norte Turrúcares	12
2.1.1	Segmento Santa Ana - Río Grande	13
2.1.2	Segmento entre el Río Grande de Tárcoles y Quebrada Caño Grande.....	14
2.1.3	Segmento entre Quebrada Caño Grande y la intersección con la alternativa Norte Diseño.....	15

PAGINA

2.2	Alternativa Norte Diseño	17
2.2.1	Segmento entre Santa Ana y la Coord. 502 al oeste del Río Ciruelas.....	18
2.2.2	Segmento entre la Coord. 502 y el Río Grande	19
2.2.3	Segmento entre el Río Grande y Quebradas	20
2.3	Alternativa Sur	23
2.3.1	Segmento de inicio desde el norte de Santa Ana hasta la Quebrada Honda	24
2.3.2	Segmento entre la Quebrada Honda y el Llano de Limón al oeste del Río Jaris	25
2.3.3	Segmento entre Coord. 507.25 y 505.4	26
2.3.4	Segmento entre el Río Jaris y el Picagres.....	27
2.3.5	Segmento entre el Río Picagres y el Chucás	28

PAGINA

2.3.6 Segmento entre el Río Chucás y SanPablo..... 30

2.3.7 Segmento de los Llanos de Bolsón ... 32

2.3.8 Segmento al oeste del Bolsón hasta el Grande de Tárcoles..... 33

2.4 Alternativa Unica..... 35

2.4.1 Segmento desde el inicio de la intersección con alternativa sur ... 36

2.4.2 Segmento entre el Grande de Tárcoles y Puerto Caldera..... 38

2.4.3 Llanos del Río Jesús María..... 43

3. PUENTES 45

3.1 Alternativa Norte Turrúcares..... 46

3.1.1 Puente 18, Río Grande..... 47

3.1.2 Quebrada Máquina 52

3.1.3 Quebrada San Francisco. Puente 36 . 54

3.1.4 Quebrada Concepción. Puente 9 57

3.2 Alternativa Norte Diseño..... 61

3.2.1 Río Segundo. Puente 2 62

3.2.2 Río Ciruelas. Puente 3 64

PAGINA

3.2.3	Río Grande, Puente 6	67
3.2.4	Quebrada San Francisco, Puente 5	70
3.2.5	Virilla, Puente 41	73
3.2.6	Río Virilla, Puente 1	76
3.3	Alternativa Sur	79
3.3.1	Quebrada Honda, Puente 21	80
3.3.2	Río Jarís, Puente 24	82
3.3.3	Río Picagres	84
3.3.4	Río Chucás, Puente 34	87
3.3.5	Río Grande de Tárcoles, Puente 8	91
3.4	Alternativa Unica	95
3.4.1	Río Jesús María, Puente 7	96
3.4.2	Río Grande de Tárcoles, Puente 43 ..	100
3.4.3	Río Grande de Tárcoles, Puente 44 ...	104
4.	TUNELES	108
4.1	Alternativa Norte	109
4.1.1	Sitio De paso a subnivel Coord.	
	485.8-486.2 y 212	114

PAGINA

4.1.2 Sitio de paso a subnivel Coord. 483.8-211.4 y 484.05-211.35 114

4.1.3 Sitio de paso a subnivel coord. 484.75-211.62 y 485.04-211.7 117

..... 120

4.2 Alternativa Sur .....

4.2.1 Sitio de paso a subnivel entre Coord. 507.6 y 508.1, Quebrada Honda. 121

4.2.2 Sitio de paso a subnivel entre los Kms. 24.06 y 24.57 del trazado..... 124

4.2.3 Sitio de paso a subnivel entre los Kms. 23.5 y 23.82 del trazado..... 126

5. CANTERAS..... 128

Sitios en la Hoja Barranca .....

5.1 Cerro Cebollín. Coord. 213.5-216.5 y 459.5-460.2 129

5.2 Caserío de Artieda. Cord 215-216 y 460-461..... 130

5.3 Hda. Arboleda. Coord. 210.15-210.6 480.4-480.7 131

PAGINA

5.4 Margen Derecha del Tárcoles

Coord. 211.1 - 481.3 132

Sitios en la Hoja de Río Grande .....

5.5 SanPablo. Coord. 484,4 - 486.5;

210.5 - 211.3 133

5.6 Hda. Vieja. Coord. 482.7-483;

210.7 - 211. 134

5.7 Coord. 486-212.6 135

6. DESLIZAMIENTOS: 137

6.1 Deslizamientos que pueden afectar la

alternativa sur 138

6.1.1 Deslizamiento N°1 138

6.1.2 Deslizamiento N°2 139

6.1.3 Deslizamiento N°4 140

6.1.4 Deslizamiento N°5 140

6.1.5 Deslizamiento N°7 141

6.2 Deslizamientos que no afectarán a la

Alternativa Sur..... 141

PAGINA

6.2.1 Deslizamiento N°3 142

6.2.2 Deslizamiento N°6 142

6.2.3 Deslizamiento N°8 142

7. CONCLUSIONES 144

GEOLOGIA GENERAL

1.1 Introducción:

El área cubierta por las diferentes alternativas de este proyecto presenta una geología variada pero senci - lla. Las unidades lito-estratigráficas encontradas son las siguientes:

FORMACION	EDAD
Pacacua	Eoceno-Oligoceno
Térraba	Oligoceno
Turrúcares	Mioceno medio
Aguacate	Mioceno medio
Tivives	Plio-Pleistoceno
Esparta	Pleistoceno
Volcánico Valle Central	Cuaternario

1.2 Formación Pacacua:

Representada en la zona por delgadas capas de are- niscas tobáceas grises a gris café que sobre yacen a un conglomerado de fragmentos de lava de 0,5 a 1,0 cm, den tro de una matriz más fina de origen tobáceo. La arenis ca está meteorizada en mayor grado que el conglomerado.

1.2.1 Ubicación:

El área ocupada por esta unidad está limitado a la zona de inicio del proyecto, al norte de Santa Ana, Pie dades y Ciudad Colón.

Los cortes de carretera que se están efectuando para bajar por el oeste la colina conocida como "Palomas" o Alto de las Palomas, muestra una secuencia de esta unidad. Lo mismo se observa al norte de Piedades en el camino que conduce a la Planta eléctrica del Brasil.

1.2.2 Estructura:

La unidad muestra un buzamiento suave y general hacia el nor-oeste con valores de 5°a 15°.

1.2.3 Fracturas:

Las pocas que hay no tienen importancia.

1.2.4 Geotecnia:

La unidad puede presentar problemas de estabilidad - en los cortes altos de más de 5 metros por la arcilloci - dad de sus componentes. También por la misma razón la capacidad soportante debe ser bien investigada.

1.3 Formación Térraba:

Las rocas de esta unidad son lutitas negras levemente calcáreas que alternan con lutitas grises algo silí - ceas, limolítas arenosas y alguna caliza impura de color gris.

Las rocas son pobremente fosilíferas pero muy bien estratificadas, lo cual es típico de un ambiente marino de aguas tranquilas bastante alejadas de la costa y con muy poca aereación. Al Sur de Turrúcares está afectada

por intrusiones.

1.3.1 Ubicación:

Se encuentra esta formación constituyéndo parte del cauce de la Quebrada Honda y al oeste forma los cerros - conocidos como Fila Diamante. Se la observa en Piedras Negras, desde el río Jaris y hasta el Picagres, donde sus afloramientos alternan con la ignimbrita sobreyacente.- En la confluencia del río Jesús María y la quebrada El - Tanque al oeste del caserío de Picagres se observa arenis cas muy meteorizadas que tentativamente han sido asigna- das a esta unidad.

1.3.2 Estructura:

Buzamientos. Las rocas de estas formaciones muestran una gran variedad de valores de buzamiento, desde 05° en la Quebrada Honda hasta 51° en la Fila Diamante, siempre dirigidos hacia el noroeste.

1.3.3 Fracturas:

Numerosas fracturas cruzan esta formación. En la que brada Honda se observan con rumbos del N 55°W y N 20°W. - Algunas fallas de tensión con buzamiento de 45° al norte y dirección estratigráfica de N 45° W, otra con 68°al nor te de buzamiento y dirección estratigráfica de N 70° E.

Una falla vertical con rumbo de N 10° W se observó en la fila Diamante. Sus desplazamientos y otras carac terísticas no se pudieron observar debido a las acumula

ciones de talus y poca exposición del afloramiento. Aun que la información obtenida es muy local parece ser que hubo esfuerzos de tensión en una dirección NW-SE, cercanos al norte franco.

El fracturamiento y las condiciones de una magnifíca estratificación producen un resquebrajamiento en las lutitas.

1.3.4 Geotecnia:

La formación Térraba cuando está sin meteorizar es una unidad muy estable con cualquier altura de corte. - Pero cuando está meteorizada sus rocas se arcillifican y son inestables.

El gran fracturamiento puede presentar problemas - en los cortes que se efectúen en la Fila Diamante. Aquí los buzamientos y los esfuerzos de tensión de las rocas estarán dirigidos hacia el sitio de corte y en esas condiciones ocurrirán muchos deslizamientos de roca en lajas o en bloques.

1.4. Formación Turrúcares:

Constituida por areniscas y conglomerados calcáreos altamente fosilíferos, de orígen químico detrítico y depositados en un ambiente de transición marino continental.

1.4.1 Ubicación:

Esta unidad se encuentra en los cerros de Turrúcares

al sur del caserío de igual nombre y no es cortada por ninguna de las alternativas.

1.5 Formación Aguacate:

Esta formación está compuesta enteramente de rocas volcánicas. Su edad no ha sido determinada por metodos directos sino por la relación de sobre posición con rocas supuestamente de la Formación Carballo de edad Mioceno medio. El límite superior de edad no ha sido establecido en ninguna forma hasta el momento.

Su litología cubre todos los ámbitos de rocas volcánicas como lavas, andesíticas u balsáticas, tobas e ignimbritas así como aglomerados y brechas.

1.5.1 Ubicación:

En el área de interés esta formación está dividida en dos por el Valle del Grande de Tárcoles.

Al Norte del río Grande de Tárcoles, desde Balsa - hacia el oeste, la alternativa norte Turrúcares, corta en esta unidad, hasta llegar a Hacienda Vieja. Unica - mente a la altura de la estación de Escobar, baja y corre sobre ignimbritas del cuaternario.

La alternativa norte Diseño, corta una sección de - aproximadamente 1,300 metros en los cerros de Turrúcares.

La alternativa Sur se desplaza sobre esta unidad -- desde el caserío de Picagres al noroeste de Puriscal hasta llegar al Río Grande de Tárcoles en la coordenada 210.

1.5.2 Estructura:

Siendo una unidad volcánica no hay buzamientos. Se observaron algunas fracturas de plano casi vertical y rumbo N 23°W, N 30°W, N 60°W, N 55°W.

1.5.3 Geotecnia:

Las rocas sanas de esta unidad son duras y resistentes y no presentan ningún problema de estabilidad o capacidad - soportante.

Por el contrario, cuando meteorizadas, su comportamiento es similar al comportamiento de un suelo, variando sus parámetros con el grado de avance que la meteorización acuse.

En forma generalizada, la capa de meteorización escasamente supera los veinte metros de espesor, ocupando la misma una posición paralela a la superficie topográfica actual.

La Formación Aguacate, presenta con mucha frecuencia secciones que han sufrido fuerte actividad hidrotermal, encontrándose en ellas, como fenómeno común diversos grados de arcillificación, básicamente caolinización; fenómeno - que redunda en un empeoramiento significativo del com - portamiento de la roca como medio soportante. El paso de estas secciones requerirá la aplicación de medidas preventivas específicas, tales como, taludes de poca inclinación, buenos sistemas de drenaje y utilización de materiales de préstamo.

1.6 Formación Tivives:

Esta formación está constituída de varias unidades laháricas. El lahar está formado de bloques sanos de —

lavas andesíticas y basálticas, embebidos en una matriz tobácea.

Los bloques de lava están sanos pero la matriz superficial se presenta en algunos sitios totalmente arcillificada. Se ha visto en algunos lugares de corte natural que la arcillificación alcanza no más profundo de dos metros.

1.6.1 Ubicación:

Se encuentra esta unidad al sur, al oeste y norte - de Orotina. Se extiende en todas direcciones hasta llegar a la línea de costa. Es interrumpida únicamente por el valle del Río Jesús María donde desaparece.

1.6.2 Estructura:

Esta unidad dado su aspecto caótico no muestra evidencias de fallas o fracturas. Por la misma razón tampoco hay planos de buzamiento.

1.6.3 Geotecnia:

Cuando esta unidad está sin meteorizar constituye - un magnífico soporte para cualquier alternativa del Proyecto.

Sus características de bloques sanos en matriz arenosa la hacen parcialmente permeable.

Cuando la unidad se encuentra meteorizada se transforma en un material de baja capacidad soportante y que presentará problemas de estabilidad. Esto sucede solamente en la superficie hasta un máximo de dos metros de pro

fundidad.

1.7 Formación Volcánica del Valle Central:

Esta unidad litológica está representada por rocas lávicas y pirocástos. En su mayoría están sanas, Lavas, piso tobas e ignimbritas son observables en todas las - áreas del valle central. Algunas de sus unidades son muy conocidas como la colada de Cebadilla, la lava de Río Segundo y las ignimbritas.

1.7.1 Ubicación:

Esta unidad es muy fácil de ubicar ya que constituye todos los terrenos de topografía plana ondulada, disectada por el río Virilla y Tárcoles. Se extiende al norte del Virilla constituyendo los terrenos de topografía plana por donde cruzan las diferentes alternativas del norte. Al sur y norte del Grande de Tárcoles forma los llanos de Bolsón, San Isidro, Balsa, Mangos, Escobal , Llano de Limón, por donde cruzan diferentes alternativas del Proyecto. Los llanos de Santa Ana y Ciudad Colón, donde se inicia este proyecto pertenecen a esta unidad y son formados de ignimbrita que descansa sobre unidades de lava.

Unidades piroclásticas se extienden hasta Orotina y siguen al oeste de esta población hasta llegar y sobrepasar al río Jesús María.

1.7.2 Estructura:

Buzamientos:

Dado que es una unidad volcánica no existen planos de buzamiento. Además el tectonismo del Cuaternario que

la afectó ha sido principalmente de carácter ascendente en esta área y por consiguiente únicamente se presentan fracturas. La posición de sus unidades es casi horizontal.

1.7.3 Fracturas:

La mayor parte de las fracturas observadas son de plano vertical o cercano a ella, con rumbos entre N 05° E y N 15°E que se cruzan con otras de rumbo N 75°E y N 63°E.

En cortes naturales se ha observado que algunas de estas fracturas penetran a unos cuatro metros.

Su densidad por metro lineal es sumamente variable sin poder establecer promedio. Se ha observado en algunos sitios una fractura cada cinco metros con otras más pequeñas intermedias.

1.7.4 Geotecnia:

La totalidad de esta unidad puede considerarse como ideal para la construcción y soporte de cualquiera de las alternativas.

Los cortes a efectuar en alguna de las rocas de la unidad darán la estabilidad requerida para cualquier altura de corte. Unicamente debe esperarse algún problema por deslizamiento de bloques debido a las fracturas que tienen las rocas.

La meteorización de estas rocas no ha sido suficiente como para avanzar hasta el punto de ocasionar problemas de estabilidad o soporte. Tanto lava como ignimbri-

brita son alteradas como máximo hasta un grado de presentarse como una roca fácil de partir con la piqueta y que pueden servir como un lastre o cascajo para caminos.

En algunas áreas como ocurre en vecindades de la Guácima la alternativa norte Turrúcares puede iniciar su corte en ignimbritas arcillificadas. El espesor de arcillificación no va más profundo de los dos metros y en la mayor parte de los lugares llega a un metro.

Algo similar puede suceder en el área de Santa Ana donde el proyecto se inicia.

La misma alternativa norte, puede empezar a cortar cerca de la Guácima al sur oeste y al sur en una cubierta de ceniza de 1 a 1,5 metros de espesor.

En algunas áreas, bajas o muy planas, podrán presentarse problemas por estancamiento de aguas, ya que su delgada capa de meteorización las ha convertido, superficialmete en impermeables, presentando tendencia a la formación de pantanos. Es este, sin embargo un problema que fácilmente quedará resuelto, garantizando buenos sistemas superficiales de drenaje y teniendo el cuidado de que los terraplenes de la obra en proyecto, no se transformen en muros de retención de las aguas corrientes superficiales, principalmente en aquellos sitios en que la topografía se presta para tal fenómeno.

***

2. ALTERNATIVAS

2.1 ALTERNATIVA NORTE TURRUCARES

GEOLOGIA Y GEOTECNIA

2.1.1. SEGMENTO ENTRE SU INICIO EN SANTA ANA Y EL RIO GRANDE:

2.1.1.1 Geología:

Esta área está cubierta de rocas volcánicas del Valle Central.

Una cubierta de ceniza color negro a café marrón cubre el área que se extiende aproximadamente al este de la coordenada 507 que pasa al este de la estación Sánchez del ferrocarril. En algunos sitios, debajo de esta ceniza aparece un subsuelo rojizo amarillo producto de la meteorización de rocas piroclásticas. Este subsuelo arcillificado es muy manifiesto en los alrededores de la estación de Siquiares, pero se extiende también hasta Turrúcares.

Ignimbritas gris claro a gris oscuro, se localizan a poca profundidad (1 a 4 metros) en la mayor parte del área que recorre esta alternativa. Desde su inicio al norte de Santa Ana hasta su intersección en el río Virilla se presenta esta condición. Lo mismo sucede desde el río Virilla hasta llegar al Río Grande. Al cruzar el río Segundo en la vecindad de la coordenada 510 la alternativa cortará lava sana, pero en bloques. Lo mismo ocurrirá después de Turrúcares donde la alternativa cortará el área de la colada de Cebadilla, formada de bloques más o menos sueltos aunque con algunas secciones compactas.

2.1.1.2 Geotecnia:

Rocas sanas, permeables de elevada resistencia a la acción de los esfuerzos, componiendo una topografía plana

bien drenada. Es este el panorama que ofrece la casi to_ talidad de la alternativa NOrte de Turrúcares en el seg- mento que se describe. Condiciones éstas que aseguran - un comportamiento satisfactorio de la estructura en pro- yecto.

2.1.1.3 Recomendaciones:

El segmento comprendido entre la estación del ferro- carril "Siquiares" y el pueblo de Turrúcares podrá presen_ tar dificultades por la existencia de una capa de suelo - arcilloso (situado debajo de la capa de ceniza), cuyo com_ portamiento deberá ser investigado, principalmente si la rasante cortase en algunos sitios la capa en mención.

2.1.2 SEGMENTO ENTRE EL RIO GRANDE (COORDENADA 498-216.2) Y QUEBRADA CAÑO GRANDE (COORDENADA 493.45).

2.1.2.1 Geología:

La roca de este sector es piroclástica con fragmen- tos de lava hasta de 3 cm. En algunos sitios los frag - mentos son bien angulares de 15 cm. La matriz es tobá - cea de color gris oscuro y en algunos sitios marrón, tie_ ne piroxenos de 2 mm, es porosa y fácil de partir con la piqueta.

2.1.2.2 Geotecnia:

Los primeros 2 a 3 m. superficiales pueden ser fá_ ciles de cortar pero más profundo la roca se hará más - dura. No existirán problemas de estabilidad de taludes. Su capacidad soportante para la carretera es buena.

2.1.2.3 Recomendaciones:

Ninguna.

2.1.3 SEGMENTO ENTRE LA QUEBRADA CAÑO GRANDE (COORD. 493.45) Y SU INTERSECCION CON LA ALTERNATIVA NORTE DISEÑO.

2.1.3.1 Geología:

El inicio puede efectuarse sobre roca lávica, muy - meteorizada pero no arcillificada. A unos 500 metros, - cerca de la quebrada San Francisco corta lava sana, dura, resistente, fracturada. Esta lava es basáltica, color - negro de textura porfírica muy fina. Esta situación se repite como una alternabilidad de roca sana y roca meteorizada. Condición generalizada de este sector hasta llegar cerca de la Quebrada Escobal (Coord. 489.3) es la presencia de pequeñas filtraciones de agua de los macisos - rocosos, observación realizada en Diciembre de 1976.

En la plaza del caserío de Escobal, afloran rocas - piroclásticas de textura arenosa, muy meteorizadas e incoherentes.

Cerca de la Quebrada Banco y en ella misma, dentro del caserío de Escobal, aflora lo que parece ser una corriente de lodo, con grandes bloques de lava sanadentro de matriz arcillosa. Posiblemente debajo de ella se localice ignimbrita.

2.1.3.2 Geotecnia:

Este sector puede presentar problemas de estabilidad de cortes y capacidad soportante en aquellos sitios donde el corte se efectúe en la roca meteorizada, sobre todo si su agua intersticial es mucha.

2.1.3.3 Recomendaciones:

Dentro de las posibilidades procurar cortes de talud con ángulo de inclinación no superior a 70º. En cortes de mucha elevación (más de 30 m); efectuar terráceo.

Será necesario utilizar en forma amplia, materiales de préstamo y ejecución de buenos sistemas de drenaje.

***

2.2 ALTERNATIVA NORTE DISEÑO

GEOLOGIA Y GEOTECNIA

2.2.1 SEGMENTO ENTRE SANTA ANA Y LA COORDENADA 502 AL OESTE DEL RIO CIRUELAS.

2.2.1.1 Geología:

El área pertenece a la unidad Volcánica del Valle - Central. La roca dominante es ignimbrita, gris claro a gris oscuro de acuerdo a su mayor contenido de obsidiana (vidrio volcánico). Es dura y compacta, firme, puede presentar fracturas. En un pequeño sector al norte y noroeste de Santa Ana, esta roca está meteorizada al grado de arcillificación. También la misma área presenta una ligera cubierta aluvial arcillificada. En conjunto, ambas zonas de ella se encuentra la sección más sana de ignimbrita.

Coladas de lava pueden ser cortadas en pequeñas extensiones sobre todo al cruzar el río Segundo, en las vecindades de la tubería de Presión de la Planta de Nuestro Amo y al cruzar el Río Ciruelas.

2.2.1.2 Geotecnia:

A excepción de la delgada capa de meteorización, cuyo espesor no sobrepasa 1.5 m; enla totalidad del trayecto descrito se encontrarán las ignimbritas sanas, bien - cementadas, porosas, de buena dureza, poco permeables; - las cuales constituirán un óptimo medio soportante para la carretera. (Foto 1).

2.2.1.3 Recomendaciones:

En la sección ubicada en las inmediaciones a la población de Santa Ana, sería recomendable la eliminación de la capa arcillificada, cuyo espesor es de aproximadamene 1.5 m. lo cual permitirá que la base de la carretera quede constituida por las ignimbritas sanas, anteriormente descritas. Tal recomendación tiene también validez para cualquier otro sitio del segmento que se describe, en el cual las condiciones topográficas permitan la eliminación de esta capa de meteorización, sin que peligre, por inundación, la obra en proyecto.

2.2.2 SEGMENTO ENTRE LA COORDENADA 502 y el RIO GRANDE:

2.2.2.1 Geología:

Se inicia este segmento en ignimbritas que alternan con areniscas y lutitas de la formación Térraba. Esta alternancia continúa hasta cerca de la calle Carrera Buena en la coordenada 500. En los siguientes 500 metros, la alternativa se encuentra de nuevo en ignimbritas.

Un recorrido de aproximadamente 1 K m.se efectúa en rocas volcánicas de la unidad volcánica del Aguacate, - formadas por rocas parcialmente o totalmente meteorizadas.

2.2.2.2 Geotecnia:

El segmento comprendido entre las coordenadas 502 y 501 presentará problemas de estabilidad de taludes, requerirá material de preśtamo y buenos sistemas de drenaje, ya que las rocas que componen esta sección son una alter

nancia de lutitas y areniscas de la formación Térraba, cuya condición de abundante fisibilidad y diaclasamiento las hace poco competentes para el paso de la carretera.

La sección en que son cortadas las rocas volcánicas de la Formación Aguacate, presentará también problema por estabilidad de taludes, requerirá abundante material de preśtamo y buenos sistemas de drenaje, puesto que esta formación se nos presenta en elevado grado de meteorización como producto de lo cual, las rocas presentan ya condiciones similares a las de un suelo limo arcilloso.

El resto del segmento quedará emplazado sobre las ignimbritas, cuyas caracteríticas geotécnicas para el paso de la carretera son óptimas:

2.2.2.3 Recomendaciones:

El segmento comprendido entre coordenadas 502 y 501 debería desplazarse hacia el sur, con la finaliad de que la carretera quede emplazada sobre las ignimbritas, evitando la problemática que presenta esta sección con el - actual emplazamiento.

2.2.3 SECTOR RIO GRANDE - QUEBRADAS:

(497.350-214 ; 486.750 - 212.85)

2.2.3.1 Geología:

Se inicia este recorrido en el corte del Río Grande con el afloramiento de ignimbrita gris, parcialmente me-

teorizada en la cual se observan cristales de feldespato.

Cerca de ahí, la ignimbrita es color café con fragmentos de 4 cm de lava y piroxenos de 2-3 mm, en una matriz de ceniza.

La roca es compacta, dura, fácil de partir con piqueta. En algunos sectores hay fragmentos lávicos de hasta 15 cm.

En este sitio se inicia una topografía suavemente ondulada que se extiende hasta la Quebrada Cedro (coordenada 486.700) inmediatamente al oeste de Quebradas. Esta topografía se ve interrumpida por los valles de quebradas afluentes al Tárcoles.

En la Quebrada Lapas, en la parte superior hay ignimbritas sobre lava vesicular.

Este sector muestra en superficie una ignimbrita con un espesor medio de 10 metros. Debajo lava amigdaloidea con un espesor aproximado de 15 metros. Esta lava subyace a una ignimbrita muy meteorizada gris claro. (Foto 12).

2.2.3.2 Geotecnia:

Todos los materiales que entran en la composición geológica de este segmento presentan características óptimas para el emplazamiento de la estructura en proyecto.

Hay franco predominio de ignimbritas, de buena dureza, sanas, bien cementadas. Este tipo de roca será una excelente base para la carretera. A la vez, en ellas pueden efectuarse cortes de talud estables aún con inclinaciones cercanas a los 90°y alturas de hasta 50 metros.

Sirvan como ejemplo del comportamiento de estas ignimbritas los abundantes cortes verticales que encontramos en los ríos Grande y Virilla.

Las condiciones geotécnicas antes descritas tendrán igual validez en este segmento, aún si el trazado fuera necesario desplazarlo 500 metros al norte o al sur de su posición actual.

***

2.3 ALTERNATIVA SUR.

GEOLOGIA Y GEOTECNIA

2.3.1 SECTOR INICIAL. DESDE EL NORTE DE LA POBLACION DE SANTA ANA, HASTA LA QUEBRADA HONDA Y EL RIO VIRILLA.

2.3.1.1. Geología:

En este sector, la roca pertenece a la unidad Formación Volcánica del Valle Central, definiéndose, por sus características líticas, como ignimbrita. En un manto superficial, paralelo a la superficie, cuyo espesor oscila de dos a tres metros; la meteorización ha producido arcillificación de las rocas descritas.

En algunas áreas encontramos sobre las ignimbritas, una cubierta de aluvión compuesta por bloques líticos sanos comprendidos en una matriz limo-arcillosa. Estos materiales visiblemente provienen del abanico aluvial de Santa Ana.

Se encuentran también áreas en las cuales hay una cobertura de arcilla negra muy plástica, cuyo espesor varía de 0.5 m a 2.0 m. Cuando seca, densa y de buena dureza, produciéndose en ellas típicas grietas de retracción, dejando separaciones entre bloques de hasta 20 cm.

2.3.1.2 Geotecnia:

A excepción de las secciones cubiertas por la capa de arcilla, el segmento ofrece condiciones satisfactorias para el emplazamiento de la estructura. (Foto 1.)

2.3.1.3 Recomendaciones:

En las áreas compuestas por ignimbritas arcillificadas sería conveniente que el corte profundizara, eliminando la capa menos competente. En las secciones en que aparezca la arcilla negra plástica deberá procederse a la eliminación y/o reemplazo de la misma, dadas las condiciones geotécnicas anteriormente apuntadas.

2.3.2 SEGMENTO ENTRE LA QUEBRADA HONDA Y EL LLANO DE LIMON AL OESTE DEL RIO JARIS.

2.3.2.1 Geología:

Este segmento corta la llamada Fila Diamante. Topográficamente constituye la falda norte de la Fila Diamante; su pendiente cayendo hacia el río Virilla es fuerte.

La litología del área está formada por alternancia de lutitas y areniscas perteneciente a la Formación Térraba. Tanto las lutitas como las areniscas muestran un variado grado de meteorización. Entre algunas capas o estratos se intercalan delgadas capas arcillosas de 3-4 cm de espesor. El color de la secuencia lutita arenisca es el marrón cuando están muy meteorizadas y tienden a ser grises y negras cuando más sanas.

El buzamiento es de 15°a 50° variando las dirección de este desde S 60°W a N 57° W.

La fracturación de estas rocas es muy grande, especialmente en las vecindades de la quebrada El Mico (Coord. 505.5 242.5). Evidencias de deslizamientos activos fueron conservadas a unos 100 metros ladera arriba de la línea de alternativa,

en correspondencia con fuerte buzamiento y muchas fracturas dirigidas ladera abajo.

2.3.2.2 Geotecnia:

La única sección que podría presentar problemas es la marcada en el mapa geológico con deslizamientos, ya que en algunos sitios están activos. El corte de la carretera podría ocasionar el desprendimiento de bloques.

2.3.2.3 Recomendaciones:

Lo único recomendable, si la alternativa pasa por este sitio es efectuar los cortes escalonados y con poca pendiente

2.3.3 SEGMENTO ENTRE LAS COORDENADAS 212.65 - 507.25 y 212.45 - 505.4 HOJA RIO GRANDE 3345 IV. ESCALA 1:50.000 - EDICION 2-I.G.C.R., 1975.

2.3.3.1 Geología:

Los primeros trescientos metros de este segmento - transcurren sobre lutitas de coloración gris oscuro, poco alteradas, dureza media, moderadamente diaclasadas, con buzamientos de los primeros grados en dirección nor este. Topografía abrupta. Soportan elevados cortes de talud con inclinaciones fuertes. Necesitara buen sistema de drenaje al pie de talud para conservar las condiciones de estabilidad aceptable.

El resto del segmento que se describe está consti-

tuído por areniscas fuertemente calcáreas de color crema o café amarillento, grano medio, poco alteradas, o sanas, permeables, grano medio, poco alteradas o sanas permeables. No hay afallamiento o diaclasamiento de importancia. Soportan elevados cortes de talud con inclinaciones fuertes. La topografía es suave. Todo el segmento descrito presenta buenas condiciones para el paso de la carretera.

2.3.3.2 Geotecnia:

Buena condición de subniveles. Hay probabilidad de que las aguas corrientes superficiales esporádicas (torrentes) tengan gran caudal y elevada capacidad erosiva.

Tanto lutitas como areniscas calcáreas, por su estratificación y diaclasamiento (buzan hacia la carretera) en taludes de gran elevación y fuerte ángulo, podrán presentar problemas por desprendimiento de bloques.

2.3.3.3 Recomendaciones:

Garantizar en las depresiones buenos sistemas de alcantarillado. En taludes elevados tomar medidas preventivas contra desprendimientos.

2.3.4 SEGMENTO COMPRENDIDO ENTRE EL RIO JARIS Y EL PICAGRES. COORDENADAS 502.7 - 499.2.

2.3.4.1 Geología:

Se inicia el tramo en el sitio del puente del Jarís,

en roca ignimbrita gris, parcialmente meteorizada sin - estar arcillificada. Presenta muy pocos fiames y la mayoría son microscópicos. Se alterna por sobreposición con lutitas café gris a café amarillo, muy meteorizadas. La ignimbrita no está diaclasada pero si la lutita.

2.3.4.2 Geotecnia:

Las condiciones presentadas por la ignimbrita son favorables, pero no las que muestra la lutita. Las condiciones de esta roca junto con otras de la misma serie sedimentaria, la transforman en una roca de baja capacidad soportante.

Al efectuar el corte de la carretera en la ignimbrita es muy posible que debajo se encuentre a la lutita.

2.3.4.3 Recomendaciones:

Investigar por medio de algunos sondeos convenientemente espaciados la profundidad de la lutita. Realizado lo anterior será necesario que la rasante de la carretera permanezca en la ignimbrita. Sin embargo, debe tenerse en cuenta también que si ésta tiene poco espesor, su carga se transmitirá a la lutita.

2.3.5 SEGMENTO COMPRENDIDO ENTRE EL RIO PICAGRES Y EL RIO CHUCAS. COORDENADAS 499.2 - 492.

2.3.5.1 Geología:

La alternativa efectúa su recorrido en una alterna

cia de rocas volcánicas de la Formación Aguacate. En estas rocas se encuentra toda la gama de rocas volcánicas y en diferentes estados de meteorización (Foto 3).

Desde el caserío de Picagres hasta el río Jesús María, aflora ignimbrita que posiblemente pertenezca a la unidad volcánica del Valle Central. Entre el Picagres y la Quebrada El Tanque se encuentra arcillificada en superficie dando malas condiciones de drenaje.

En la confluencia del Jesús María y Quebrada el Tanque, se encuentran areniscas de grano medio y fino que - posiblemente pertenecen a la Formación Térraba, estas rocas presentan alto grado de meteorización.

A unos 300 metros al oeste del río Jesús María, todavía se encuentra ignimbrita pero en muy alto grado de meteorización. De aquí en adelante se inician los afloramientos de rocas del Aguacate y en el corte del camino que baja hacia el caserio de Jateo, coordenada 496.85, - se observa lava meteorizada en un espesor de 4 metros. - El grado de meteorización es alto, con mucha arcilla.

La lava se observa sana en el cauce de la quebrada Pacayal siendo negra, porfírica bien cristalizada, muy fina y densa.

Está cruzada por numerosos hilos de sílice indicando la presencia de acción hidrotermal en las vecindades.

El tramo hacia el oeste hasta la división de aguas con la quebrada Mesas, está cruzado por abundantes cicatrices recientes de deslizamientos. (Fotos 4 y 5).

Hasta llegar al camino que desde el caserío de San Isidro cruza la alternativa, las rocas observadas son - lavas bastante sanas, con una ligera cubierta de meteorización de unos dos metros. De ahí en adelante la alternativa corre sobre ignimbrita del Valle Central, sana y con buenas condiciones soportantes.

2.3.5.2 Geotecnia:

El recorrido de esta alternativa se efectúa en rocas con buenas características geotécnicas. Las áreas con rocas arcillificadas son pocas, posiblemente de limitada -- profundidad.

Las áreas de deslizamiento cruzadas, tienen desplazamientos verticales no mayores de 1 metro, son recientes. La profundidad afectada por estas zonas son también pequeñas no mayores de 2 a 3 metros.

2.3.5.3 Recomendaciones:

En general, las condiciones de estabilidad de taludes serán buenas excepto en las zonas de deslizamientos.

Las condiciones para soportar la carretera estarán dentro de los límites aceptables con la misma salvedad - anterior.

2.3.6 SEGMENTO COMPRENDIDO ENTRE EL RIO CHUCAS Y SAN PABLO:

Puntos coordenados 492.1 - 210.55 y 488.00 - 210.50.

2.3.6.1 Geología:

En este segmento la carretera transcurrirá sobre - una alternancia de rocas, todas de origen volcánico, en la cual toman parte coladas de lava basalto-andesíticas, ocasionales estratos de cenizas, frecuentes brechas y aglomerados: presentando variado grado de meteorización.

Dentro de la secuencia descrita revelan franco predominio sobre los restantes tipos de roca una potente - colada de lava porfirítica, la cual, cuando sana o ligeramente meteorizada se presenta en forma de cuerpos masivos resistentes, de elevada dureza, sumamente estable y competente, pero en secciones significativas se presenta fuertemente meteorizada, caracterizándose entonces - porque, sus abundantes y grandes fenocristales de feldepato están completamente caolinizados, y la matriz que los comprende, arcillificada. La otra roca dominante lo son los aglomerados, que, casi en forma absoluta se presentan meteorizados, denotándose mayor grado de meteorización en la matriz que en los clastos.

Prácticamente en la totalidad del segmento, la profundidad de la capa de más elevado grado de meteoriza - ción oscila en espesores cercanos a los veinte metros.

En el segmento no hay evidencias de afallamiento - de trascendencia.

2.3.6.2 Geotecnia:

No hay evidencias de alteración hidrotermal ni afallamiento de grandes magnitudes, por tanto, los macizos rocosos como tales pueden considerarse estables. Sin embargo, dado el elevado grado de meteorización de la mayoría de las rocas que componen el segmento, se presentarán problemas de estabilidad de masas de suelo, principalmente en taludes de gran inclinación (70°a 90) y altura. (20 m).

2.3.6.3 Recomendaciones:

Los problemas de estabilidad de taludes podrán ser minimizados con la ejecución de buenos sistemas de drenaje o plantío de forrajeras en los taludes.

Los materiales componentes de subnivel (lavas con abundantes feldespatos caolinizados) al ser remoldeados sufrirán variaciones radicales de los parámetros que caracterizan su comportamiento físico, deberá por tanto - deshecharse todo material removido de su sitio de yacimiento.

Si los cortes no profundizan en la capa meteorizada, será probablemente, necesario utilizar material de preśtamo.

2.3.7 SECTOR DE BOLSON AL OESTE DE SAN PABLO DE TURRUBARES:

2.3.7.1 Geología:

Estos llanos están formados de ignimbrita, pertene

cen a la Formación Volcańica del Valle Central. (Foto 6).

2.3.7.2 Geotecnia y Recomendaciones:

Como se ha descrito en el esbozo general de geología esta unidad goza de buenas características para soporte de la carretera. En esta área, se encuentra muy levemente meteorizada y no ha llegado a ningún grado de arcillificación; por lo tanto sus condiciones como unidad soportante es magnífica.

SECTOR AL OESTE DEL LLANO DE BOLSON HASTA EL GRANDE DE TARCOLES:

A partir de la Quebrada Los Ángeles hasta el río Grande de Tárcoles, la alternativa sur recorre sobre rocas volcánicas lávicas en diferente grado de alteración hidrotermal.

La lava observada varía desde una roca gris blanca a blanca. Es liviana, porosa y en algunos sitios es densa. El grado de silicificación es variable y parece aumentar desde la coordenada 483,2 hacia el oeste.

La meteorización de la roca la ha transformado en un material blanquecino, fácil de partir con la piqueta, mostrando esta característica hasta unos 3 ó 4 metros de profundidad.

Este tipo de roca puede en algunos sectores presentar roca completamente silicificada, sumamente dura y di

fícil de partir.

Los cortes que se efectuén en este sector serán en su gran mayoría estables.

***

2.4 ALTERNATIVA UNICA

GEOLOGIA Y GEOTECNIA

2.4.1 SEGMENTO ENTRE SU INICIO (COORD. 488.3) Y SU INTERSECCION CON LA ALTERNATIVA SUR (COORD 478.6) AL SUR DE OROTINA.

2.4.1.1 Geología:

Se inicia esta alternativa sobre roca ignimbrita parcialmente meteorizada en superficie en los primeros metros. Las condiciones continúan similares hasta llegar a la quebrada Nances (Coord 486.3). Cortes mayores de 4 metros podrían intersectar la roca inferior.

A partir de aquí la carretera transcurrirá sobre lavas meteorizadas, existiendo en algunas secciones clara evidencia de acción hidrotermal, dentro de las cuales, ocasionalmente se localizan vetas de cuarzo con espesores de uno a dos metros; estas zonas se identifican fácilmente por presentar fuerte caolinización.

Las lavas presentan una capa de meteorización cuyo espesor oscila cerca de los veinte metros. En esta capa la roca ha experimentado cambios radicales de los - parámetros, que caracterizan su comportamiento tanto físico como químico, conserva únicamente la textura de la roca que le dio origen, pero su comportamiento es más cercano al de un suelo, baja dureza, poco plásticas, estables, soportan taludes de fuerte inclinación 70°a 80°. Sus características, al ser remoldeadas, varían en forma significativa.

El resto del segmento transcurrirá básicamente sobre

dos tipos de roca, ambas muy competentes para el paso de la carretera. Las primeras constituyen cuerpos tubulares de gran espesor, compuestos por roca volcánica, probablemente lava, casi totalmente silicificadas de elevada dureza, masivas a veces se nota pseudoestratificación. El segundo tipo de roca lo constituyen las lavas de coloración gris oscura, sanas elevada dureza que hoy son explotadas en el sitio conocido como "Tajo de Dantas".

Cerca de Hacienda Vieja, la alternativa entra a cortar ignimbritas de mediano grado de meteorización y un espesor de unos 10 a 15 metros. Luego durante aproximadamente 1200 metros la escalera entra en los lahares de Tivives parcialmente meteorizados en su matriz, sin ser arcillosa y con bloques sanos de lava.

El último recorrido lo hace la alternativa sobre - unidad Esparta que es una corriente de lodo formada de bloques de lava en una matriz limo-arenosa.

2.4.1.2 Geotecnia:

Las zonas de actividad hidrotermal presentarán - problemas locales (secciones de poca longitud) tanto por la posibilidad de asentamientos y erosión del subnivel como por inestabilidad de los taludes.

Las otras áreas no revelan problemática de mayor trascendencia.

2.4.1.3 Recomendaciones:

Las apuntadas franjas de actividad hidrotermal, requerirán drenajes muy efectivos y utilización de material de preśtamo. Se pueden reconocer por su coloración blanquecina parcialmente veteada de café y amarillo.

Las lavas meteorizadas contienen abundantes feldespatos caolinizados, en su estado inalterado, dada su textura fenocristalina. Este caolín representa inclusiones aisladas que casi no influyen en el comportamiento físico del sistema, pero al ser remoldeadas si incluirán en forma determinante, por tanto deberá prescindirse del uso de estos materiales para posibles rellenos, complementos de terrazas, etc.

En general, a más de las anotadas, y de la topografía abrupta, el segmento no presenta problemas serios.

2.4.2 SEGMENTO COMPRENDIDO ENTRE EL RIO GRANDE DE TARCOLES Y LA COSTA EN PUERTO CALDERA.

2.4.2.1 Geología:

Se inicia el recorrido de esta sección sobre rocas de la Formación Tivives. Posteriormente se cortan las Formaciones Ignimbritas de Orotina, la Formación de Esparta y Mata de Limón.

La mayor parte del recorrido se realiza sobre la Formación Tivives, unos pocos kilómetros sobre la Formación Esparta y la Formación Orotina.

2.4.2.2 Formación Tivives:

Está formada de distintas corrientes laháricas - (paraconglomerado) que descendieron de los cerros vecinos del Aguacate. El lahar en sí está constituido de bloques lávicos andesíticos basáltico de color gris oscuro y negro pero también los hay marrón. El tamaño - es de hasta 2 metros de diámetros pero hay una dominancia marcada de diamétros entre 5 y 10 cm. Son abundantes los fragmentos de basalto con macro cristales de - augita y algunos presentan feldespatos de 2 mm.

El grado de meteorización de esta unidad es variado pero afectando únicamente los dos o tres primeros metros. Las áreas donde la meteorización llegó al grado de arcillificación son muy limitadas y la arcillificación ha alcanzado únicamente a la matriz tobácea que engolfa a los bloques, los cuales permanecen sanos.

2.4.2.2.1 Ubicación:

La formación Tivives es la más extensa a lo largo de la ruta propuesta, en esta área. Se la encuentra formando el soporte del puente de Río Grande, y podrá ser- encontrada al efectuar cortes al sur oeste de Orotina. Su mayor extensión se encuentra después de Pozón coordenadas 471.5 - 208.

2.4.2.2.2 Geotecnia:

El comportamiento geotécnico de la Unidad será uniformemente bueno. Tolerará cortes de talud con inclina

ciones de hasta 80º Su capacidad soportante será satisfactoria si se ejecutan efectivos sistemas de drenaje.

Es probable que algunas secciones, en las cuales la unidad aparece más arcillificada, requieran la utilización de materiales de preśtamo.

2.4.2.2.3 Recomendaciones:

La zona de arcillificación es de poco espesor y será fácil su reemplazo con material de preśtamo. En la zona de arcillificación es conveniente mantener los taludes con poca altura.

2.4.2.3 Formación Ignimbritas de Orotina:

Esta unidad está formada principalmente de ignimbrita pero se ha incluido brechas piroclásticas como las encontradas en los cerros de Tamarindo (coordenadas - 474 - 207); Coyote (coordenadas 474 - 207) y Cebollín (Coord. 460-216).

Las ignimbritas tienen abundancia de pómez colapsada y pómez gris crema cuyo tamaño es de 0.5 cm. en - una matriz vidriosa y de pómez. El espesor es variable entre 2 y 7 metros. Las ignimbritas están sanas pero son variables en su grado de coherencia.

Las brechas observadas son color café marrón a - gris café con piezas de roca tobácea hasta de 2 a 3 cm. de diámetro. Algunas secciones son de fragmentos redondeados correspondientes más a un conglomerado que a una brecha.

El grado de meteorización de toda la unidad es - variable pero en ningún caso llega a la arcillificación.

2.4.2.4 Formación Esparta:

Es el producto de la acumulación efectuada por corrientes de lodo. Al ser la unidad más jóven de la región cubre todas las demás. Su origen está en las empinadas laderas de los cerros de Aguacate. Consiste de - una acumulación de bloques lávicos en una matriz arenosa arcillosa. Los bloques dominantemente de basalto y andesita grises y negros, algunos con fenocristales de augita de 0.5 cm. También se encuentran algunos bloques de cuarzo lechoso. La mayor parte de los bloques son de 10-15 cm y algunos llegan a los 40 cm. Son subredondeados y subangulares.

El espesor de la unidad cerca de Orotina está entre 4 y 10 metros.

2.4.2.4.1 Ubicación:

La alternativa de esta zona cruza sobre esta unidad desde el sur este de Orotina hasta las vecindades de Pozón cerca de la coordenada 471.5 - 208.

2.4.2.4.2 Geotecnia:

Esta unidad muestra características geotécnicas similares a las de un suelo fino arcilloso, en el cual se incluyen bloques de roca. Los cortes de los taludes es probable que no presenten problemas de estabilidad.

Lo contrario será para la base de la carretera, ya que esta unidad no presenta buenas condiciones como roca soportante.

2.4.2.4.3 Recomendaciones:

Se debe preveer que los taludes no sean altos ni verticales sino de baja altura y poca pendiente. Material de préstamo de buena calidad será necesario para el piso de la carretera.

2.4.2.5 Formación Mata de Limón:

Launidad presenta una litología bastante uniforme constituida de rocas color lila y marrón de depositación fluvial. En términos generales está muy meteorizada. - No presenta bloques y sus partículas en general son del tamaño de 1 a 3 cm. en una matriz de arena fina agruesa.

Se presenta con buena estratificación en capas que varían de 10 cm a 2 metros deespesor. Entre algunas de sus capas se intercalan capas arcillosas color gris verdoso.

2.4.2.5.1 Ubicación:

Esta unidad será cortada por la carretera después de atravesar los llanos del río Jesús María y comenzar su ascenso por los cerros que limitan por el sur del estero de Mata de Limón.

2.4.2.5.2 Geotecnia:

Las rocas de esta Formación están meteorizadas, algunas al grado de arcillificación y todas lo más que podrán ofrecer es una consistencia de material para cascajo. La estabilidad de sus cortes será de regular a mala. Su capacidad soportante como piso para la carretera tambien es mala. Sin embargo, no existe otra mejor ruta para el último tramo de acceso a Caldera.

2.4.2.5.3 Recomendaciones:

Lo que se recomienda para esta unidad es efectuar los cortes de carretera con un talud de pendiente moderada o escalonada con el fin de evitar desde su inicio la caída de los mismos. Así mismo, será conveniente utilizar buen material de préstamo.

2.4.3 LLANOS DEL RIO JESUS MARIA:

2.4.3.1 Geología:

Estos llanos, de origen aluvional, son cruzados por la alternativa en una longitud de aproximadamente 500 metros, después de pasar el puente sobre el mismo río.

Las fluctuaciones de nivel de este río son del orden de 1 a 2 metros, y son capaces de inundar la terraza o llano por donde discurrirá la carretera.

El aluvión es principalmente fino en su superficie abundante en fracciones arenosas y limosas. Presenta lentes de grava de variado espesor.

2.4.3.2 Geotecnia:

La terraza está compuesta por material aluvional, dentro del cual predominan, principalmente en los estratos superiores, suelos limo-arcillosos y arenolimosos; de buena permeabilidad, cuyo comportamiento es satisfactorio con adecuados sistemas de drenaje; sin embargo, - las condiciones topográficas que imperan en vastas áreas del segmento que se describe (llanuras de poca elevación) hacen preveer que estos materiales permanecerán durante largos lapsos de tiempo, parcial o totalmente saturados, disminuyendo significativamente, en esas condiciones, su capacidad soportante.

2.4.3.3 Recomendaciones:

Montar la carretera sobre un terraplén, compuesto por materiales de preśtamo adecuados, a una altura no menor de tres metros sobre la actual terraza.

****

3. PUENTES

3.1 ALTERNATIVA NORTE TURRUCARES

3.1.1 SITIO DE EMPLAZAMIENTO DE PUENTE SOBRE EL RIO GRANDE: PUENTE 18

Ubicación: Hoja Río Grande 3345 IV
Coordenadas 216.25 - 498.00

3.1.1.1 Litología y características físicas y químicas de las rocas:

En la composición litológica del sitio de emplazamiento forman parte únicamente dos tipos de roca: ignimbritas bien cementadas, con abundante pómez y vidrio volcánico, en las que se denota orientación bien definida de los clastos, produciendo una textura fluoidal, coincidente con la seudoestratificación horizontal que presentan - en conjunto. El otro tipo de roca lo constituyen lavas de composición basáltica, muy porosas, de elevada dureza, sanas poco diaclasadas.

3.1.1.2 Estratigrafía y tectónica:

En la parte inferior de la columna estratigráfica encontramos lavas de composición basáltica, superficialmente meteorizadas, las cuales continúan hasta una elevación aproximada de quince metros sobre el nivel del agua.

Suprayaciendo las lavas aparecen las ignimbritas que se mantienen ocupando el resto de la columna estratigráfica hasta la parte superior del perfil, sitio en que aparece la delgada capa de suelo, que no sobrepasa el metro de espesor.

El sitio de emplazamiento no presenta evidencia alguna de afallamiento, pero sí, fuerte diaclasamiento: con un espaciamiento entre diaclasas de 0.3 a 1.0 m. Denotándose dominio de los siguientes sistemas de planos de fracturación:

N 40° W vertical, separación entre fracturas 0.50 a 0.7 m. Semicontinuo.

S 40° W vertical, separación entre fracturas 0.5 a 0.6 m. subcontinuas.

N 60° W verticales, separación entre fracturas 0.5 a 0.7 m. subcontinuas.

Horizontales, separación entre fracturas 0.5 a 3.0 m continuas.

Los planos de fracturación no presentan desplazamiento ni acción milonitizante.

3.1.1.3 Meteorización:

Las lavas basálticas acusan en sus afloramientos, una capa superficial de meteorización que varía desde unos pocos centímetros hasta un metro.

Las ignimbritas presentan fuerte meteorización en los primeros centímetros superficiales, que aparecen prácticamente arcillificados, siguiendo en profundidad una alteración moderada, que se refleja básicamente en disminución del grado de cementación. La profundidad de la me

teorización no sobrepasa los dos o tres metros en dirección perpendicular a la superficie de exposición.

Ambos tipos de roca pueden considerarse poco afectados por la acción de los agentes meteorizantes.

3.1.1.4 Fluctuaciones del nivel:

Las fluctuaciones del nivel no sobrepasan los dos metros, no teniendo por tanto, influencia alguna en el futuro comportamiento de la estructura que se proyecta.

3.1.1.5 Comportamiento erosivo de la corriente:

No obstante la evidente capacidad erosiva de la corriente, no ocasionará problemas por erosión lateral o vertical, dado que se trata de una sección rectilínea, favorecida además por la elevada resistencia a la abrasión que posee la roca sobre la cual transcurre.

3.1.1.6 Características geotécnicas del sitio de emplazamiento:

El sitio de emplazamiento en su condición natural es muy estable, tanto las ignimbritas como las lavas son muy resistentes al intemperismo, permiten taludes de gran inclinación (aún verticales) son de baja permeabilidad, - buena resistencia a la acción de los esfuerzos.

3.1.1.7 Recomendaciones:

La existencia de los sistemas de fracturación descritos, perfectamente definidos y casi continuos, deberán

ser tomados seriamente en cuenta en el diseño de la estructura, para que la trasmisión de los esfuerzos resultantes producidos por ella se efectúe en direcciones óptimamente orientados.

El actual puente del ferrocarril, ubicado en las inmediaciones del sitio que se describe, transmite los esfuerzos al macizo rocoso, acorde a las características tectónicas descritas, y su comportamiento es satisfactorio.

A priori puede advertirse que la trasmisión de esfuerzos verticales al macizo, en las inmediaciones de la cumbre del talud, representan extremo riesgo.

Sería recomendable la ejecución de un trabajo de detalle, tendiente a definir con mayor exactitud (métodos estadísticos) la posición espacial de los planos dominantes de diaclasamiento de mayor peligro potencial.

perfil geológico
río grande

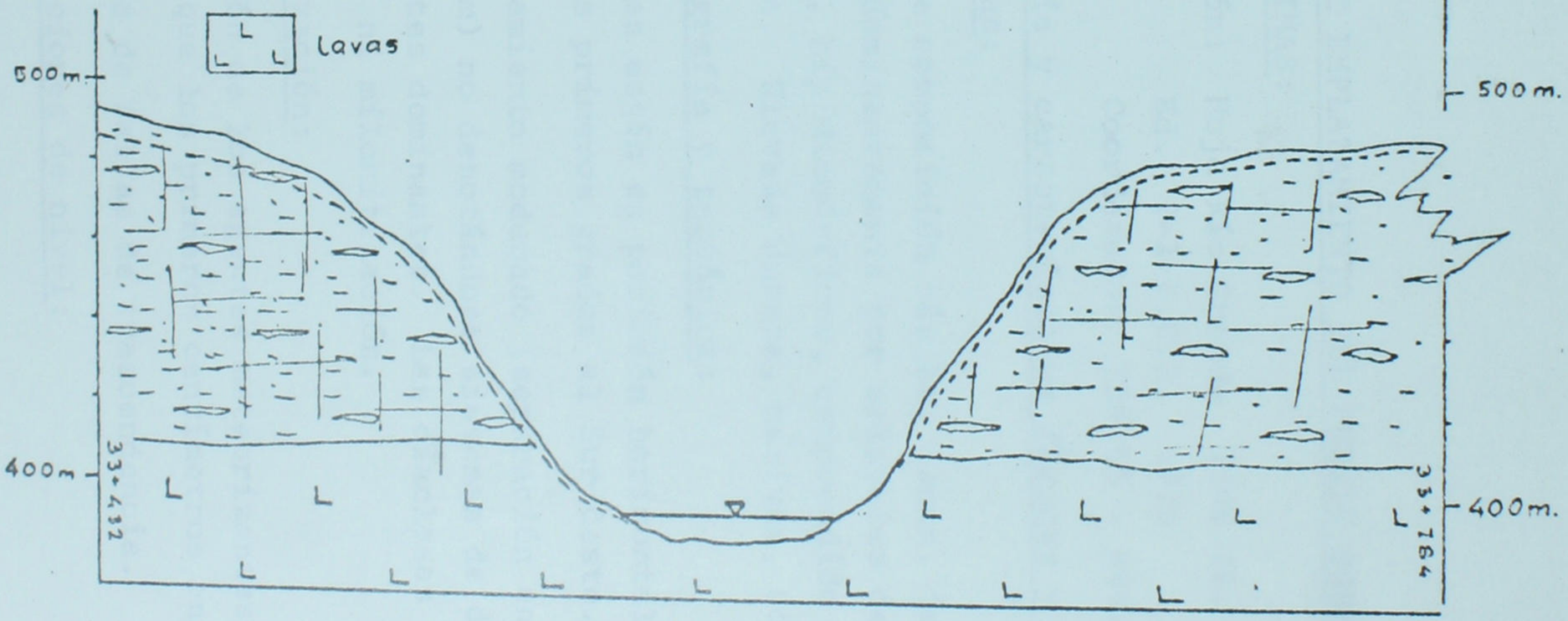
coordenadas: 498.000 – 216.280

simbología:

ignimbritas

lavas

zona meteorización



escala 1:2.000

3.1.2 SITIO DE EMPLAZAMIENTO DEL PUENTE SOBRE LA QUEBRADA MAQUINAS:

Ubicación: Hoja Río Grande 3345 IV. Esc. 1:50.000
Ed. 2-1 G.C.R. 1975
Coordenadas 214.00 - 494.60

3.1.2.1 Litología y características físicas y químicas de las rocas:

Lavas de composición básica, sanas, de grano medio, compuestas predominantemente por cristales de minerales ferromagnesianos, hipidiomórficos, comprendido en una matriz microcristalina. Elevada dureza, masivas, compactas.

3.1.2.2 Estratigrafía y tectónica:

Las lavas están en posición horizontal o con un buzamiento de los primeros grados al Sur Oeste.

Diaclasamiento moderado (separación entre fracturas 0.3 a 0.5 m) no denotándose sistemas de diaclasamiento en direcciones dominantes. Las diaclasas no presentan desplazamiento ni milonitización.

3.1.2.3 Meteorización:

La acción de los agentes meteorizantes no ha profundizado más que los primeros centímetros en las lavas.

Ausencia de fallas de trascendencia.

3.1.2.4 Fluctuaciones de nivel:

Caudal insignificante. En la depresión no se evidencia acción de torrentes.

3.1.2.5 Comportamiento erosivo de la corriente:

No hay problemas erosivos.

3.1.2.6 Características geotécnicas del sitio de emplazamiento:

Roca de elevada resistencia. Sana. Topografía favorable. Cobertura de suelo menor de tres metros.

3.1.2.7 Recomendaciones:

Buen sitio para el emplazamiento de la estructura.

*****

3.1.3 SITIO DE EMPLAZAMIENTO DE PUENTE EN LA QUEBRADA SAN FRANCISCO: PUENTE 36

Ubicación: Hoja Río Grande 3345 IV.
Coordenadas 492.60 - 213.90

3.1.3.1 Litología y características físicas y químicas de las rocas:

La parte inferior del perfil está constituida por lavas, de coloración gris oscuro, textura porfídica, en - la cual los fenocristales están constituidos por feldepatos fuertemente caolinizados comprendidos en una matriz - afanítica de coloración gris.

Suprayaciendo las rocas anteriormente descritas, se encuentran brechas en las que, tanto los clastos como la matriz presentan abundante feldespatos caolinizados - comprendidos en una matriz afanítica.

3.1.3.2 Estratigrafía y tectónica:

El contacto entre las lavas y las brechas presenta buzamiento al S 55° E con una inclinación de 45°, existiendo un sistema de diaclasamiento paralelo al plano indicado con una separación de 0.20 m entre planos de diaclasamiento, lo cual produce en la roca una seudoestratificación. Se evidencia también otro sistema de diaclasamiento perpendicular a la seudoestratificación descrita. No hay desplazamiento ni milonitización en las fracturas.

3.1.3.3 Meteorización:

Tanto las brechas como las lavas se encuentran meteorizadas, siendo su dureza sumamente baja, casi incoherentes. En su estado inalternado no son plásticas, pero adquieren plasticidad al ser remoldeadas soportan cortes de talud de inclinaciones superiores a 70° estables. La profundidad de la zona meteorizada supera los 5 metros.

3.1.3.4 Fluctuaciones de nivel:

Corriente de muy poco caudal, sin evidencias de fluctuaciones de importancia.

3.1.3.5 Comportamiento erosivo de la corriente:

Inactividad erosiva tanto vertical como horizontal.

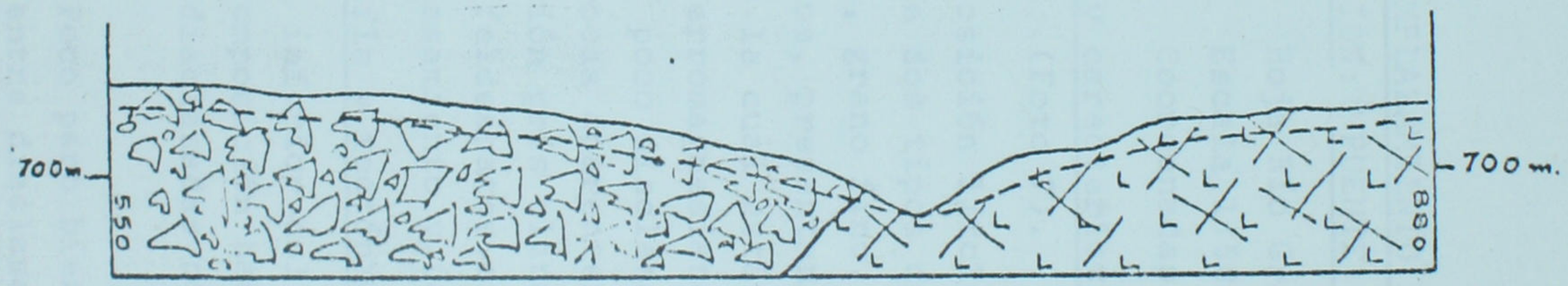
3.1.3.6 Recomendaciones:

Buen sitio para emplazamiento de la estructura.

*****

perfil geológico
q. san francisco

escala 1:2.000



simbología

brechas

lavas

zona de meteorización

3.1.4 SITIO DE EMPLAZAMIENTO DE PUENTE SOBRE LA QUEBRADA CONCEPCION: PUENTE 9

Ubicación: Hoja Río Grande 3345 IV
Escala 1:50.000
Coordenadas: 212.05 - 485.65

3.1.4.1 Litología y características físicas y químicas de las rocas: (Foto 7).

En la composición litológica del sitio de emplazamiento, toman parte dos tipos de roca: basaltos, de coloración gris oscura, grano fino, completamente sanos o levemente meteorizados, presentan una matriz oscura de grano fino, dentro de la cual están comprendidos fenocristales de minerales ferromagnesianos de grano medio. Roca de elevada dureza, poco diaclasada. El segundo tipo está representado por rocas aparentemente de composición andesítica, de coloración gris claro, mediana dureza, con elevado contenido de feldespatos en variados estadios de caolinización. Diaclasamiento y fallamiento moderados.

3.1.4.2 Estratigrafía y tectónica:

La sección inferior del perfil está constituída por las rocas de composición basáltica, las cuales aparecen moderadamente diaclasadas conforme a los siguientes sistemas:

S 75 W Poco pero bien definido, distanciamiento entre diaclasas mayor de dos metros.

S 20 E Abundante. Incontinuo. Distanciamiento entre diaclasas mayor de dos metros.

S 20 W Abundante. Incontinuo, distanciamiento entre diaclasas de 1 a 2 metros.

S 80 E Poco. Continuo, distanciamiento entre diaclasas mayor de dos metros.

Se presenta también afallamiento en dirección Este Oeste, de poca magnitud y poco desplazamiento. Sin evidencias de actividad.

La parte superior del perfil está formada por lavas de coloración gris claro, moderado diaclasamiento caótico.

3.1.4.3 Meteorización:

Las rocas basálticas que ocupan la parte inferior del perfil no presentan meteorización.

Las rocas andesíticas presentan fuerte meteorización, que en algunas secciones (parte superior del perfil) las ha transformado en arcillas con elevado contenido de caolín.

La cobertura de meteorización sobrepasa los veinte metros en la sección superior del perfil, pero disminuye su grosor hacia la parte inferior del mismo.

3.1.4.4 Fluctuaciones del nivel:

Las fluctuaciones de nivel no podrán afectar la -

estructura del proyecto.

3.1.4.5 Comportamiento erosivo de la corriente:

Fuerte capacidad erosiva de la corriente, denotándose franco predominio de erosión vertical sobre la erosión lateral. Sin embargo, dada la elevada resistencia a la abrasión que poseen las rocas componentes del cauce - propiamente dicho, este factor no representa ningún problema.

3.1.4.4 Características geotécnicas del sitio de emplazamiento.

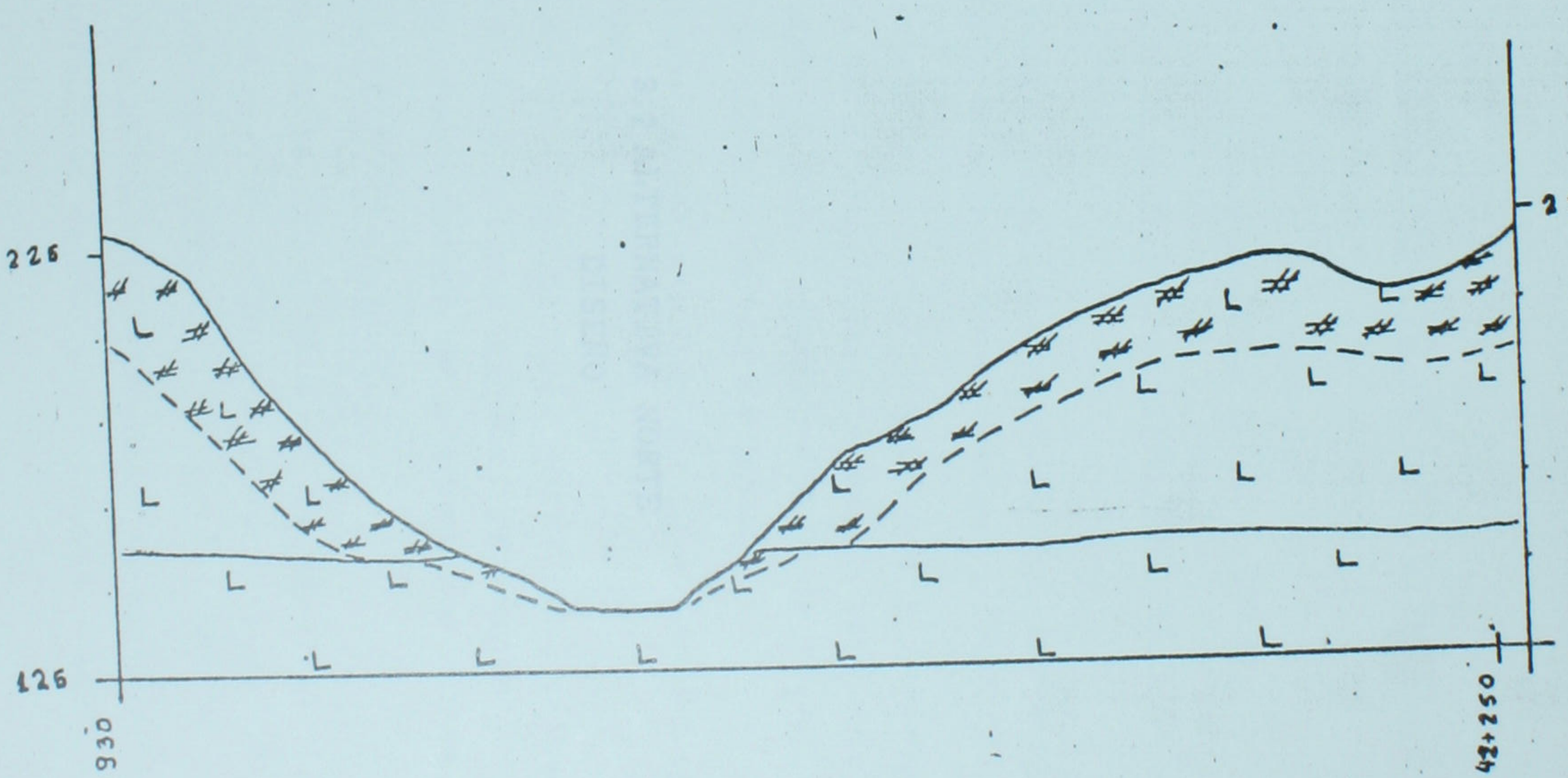
En el fondo y en los costados del valle, en las inmediaciones del sitio de emplazamiento, se presentan - algunas zonas con evidencias de acción hidrotermal y fuerte afallamiento, en las cuales disminuye bruscamente la resistencia a los esfuerzos de las rocas arriba descritas, por tanto, a la hora de ubicar en forma definitiva el sitio de emplazamiento, deberá tomarse en cuenta que cual - quier desplazamiento del sitio actual puede modificar radicalmente las condiciones geotécnicas.

3.1.4.7 Recomendaciones:

Los cimientos y anclajes del puente quedarán emplazados sobre las lavas más afectadas por la meteorización, prácticamente en la zona arcillificada. Sería recomendable que las excavaciones para tales fines trataran de profundizar la zona más fuertemente afectada por el citado fenónemo.

perfil geológico

q. Concepción



3.2 ALTERNATIVA NORTE
DISEÑO

3.2.1 SITIO DE EMPLAZAMIENTO DE PUENTE SOBRE EL RIO SEGUNDO. PUENTE 2

Ubicación: Hoja Río Grande
Coordenadas 213.10 - 507.85

3.2.1.1 Litología y características físicas y químicas de las rocas.

En la parte superior, a nivel del terreno, hay ignimbrita, la cual descansa sobre lavas. (Foto 8)

La ignimbrita es gris muy porosa y liviana en los primeros metros de profundidad. A mayor profundidad será más densa y compacta pero siempre fácil de trabajar. - Muestra delgados alineamientos de pómez.

Su espesor puede oscilar de 10 a 40 metros. Muestra algunas fracturas.

La sección inferior del perfil está ocupada por andesita gris oscuro, con algunos feldespatos visibles, es firme y compacta, cruzada de algunas fracturas.

3.2.1.2 Estratigrafía y tectónica.

La base de la ignimbrita es de mayor consistencia que su sección superior. Sin embargo, la presencia de - fracturas verticales aumenta en relación inversa.

La lava muestra más homogeneidad en sus características, observándose cruzada de algunas fracturas verticales.

3.2.1.3 Meteorización

La meteorización ha afectado a la ignimbrita en forma moderada, formando un manto horizontal, de aproximadamente 1 a 2 metros de espesor.

Se ha observado en otros sitios que la lava no está meteorizada.

3.2.1.4 Fluctuaciones de nivel

Observaciones realizadas indican que existen cambios de nivel hasta de 2 metros.

3.2.1.5 Comportamiento erosivo de la corriente

No se observa problema alguno en relación a la capacidad de erosión de la corriente.

3.2.1.6 Características geotécnicas del sitio de emplazamiento.

Dadas las características de las rocas en este lugar, es de esperar un magnífico comportamiento del macizo rocoso. Si es conveniente prestar atención a las fracturas una vez que se hagan los trabajos de limpieza del terreno.

3.2.1.7 Recomendaciones

Estudiar en mejor detalle el sistema de fracturas si es que se escoge este sitio.

3.2.2 SITIO DE EMPLAZAMIENTO DE PUENTE SOBRE EL RIO CIRUELAS. PUENTE 3.

Ubicación: Hoja Río Grande

Coordenadas: 502.65 - 212.5 /
503.65 - 212.5

3.2.2.1 Litología y características físicas y químicas de las rocas.

La roca en este sitio es ignimbrita color gris liviana y porosa pero firme. Se observan escasas alineaciones de pómez y algunos feldespatos. Su espesor es del orden de los 10 metros.

3.2.2.2 Estratigrafía y tectónica.

Las condiciones de la ignimbrita son bastante homogéneas variando únicamente su compacidad que es superior en los niveles inferiores. Se observan algunas fracturas verticales.

3.2.2.3 Meteorización.

La meteorización ha afectado la parte superficial de la ignimbrita sin haber llegado a arcillificarla. Es siempre una roca firme pero fácil de trabajar.

3.2.2.4 Fluctuaciones de nivel.

Las fluctuaciones observadas son muy pequeñas, del orden de 2 metros, cuando más.

3.2.2.5 Comportamiento erosivo de la corriente.

La erosión vertical y lateral en el sitio no tiene importancia dada la altura de ubicación del puente.

3.2.2.6 Características geotécnicas del sitio de emplazamiento.

El sitio dadas las condiciones de roca puede considerarse como bueno.

3.2.2.7 Recomendaciones.

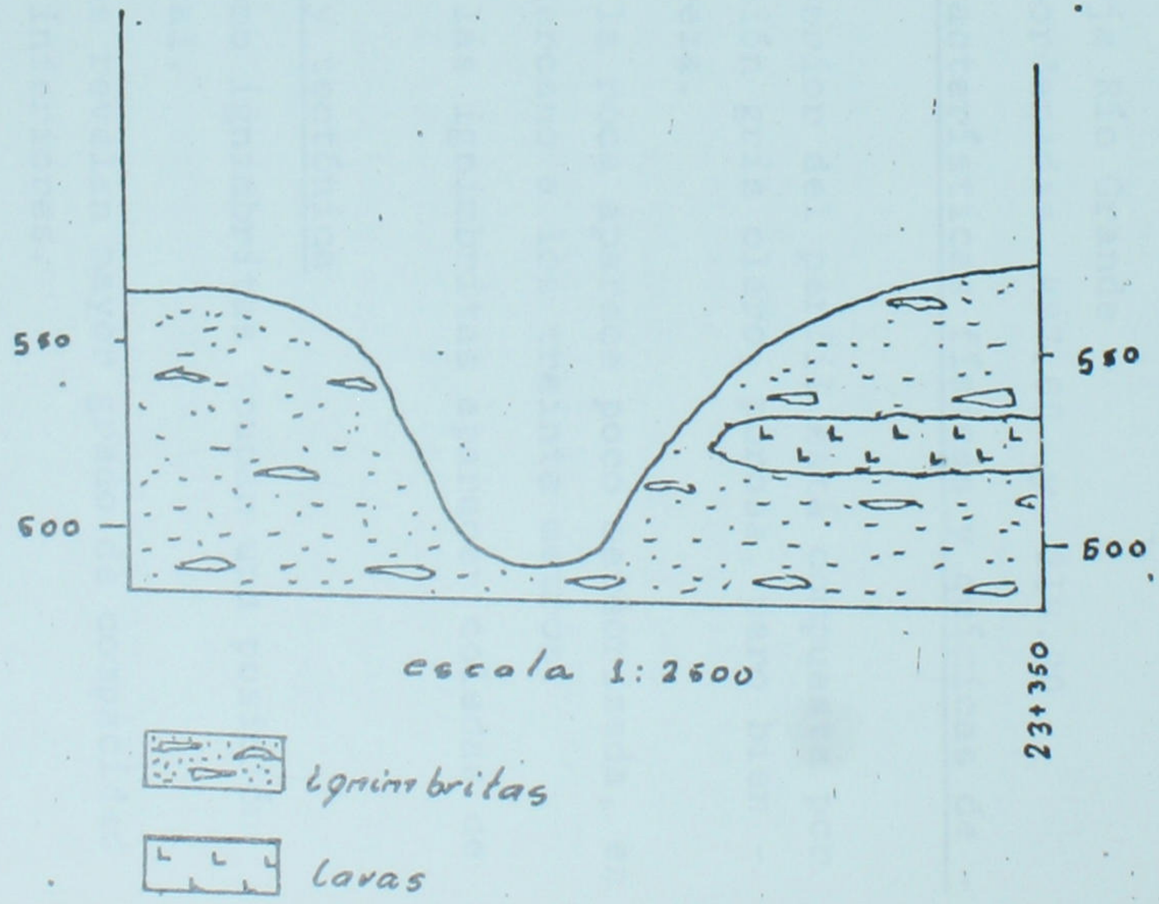
Ninguna.

*****

proyecto puente
42

perfil geológico

río Ciruelas



escala 1:2500

Ignimbritas

Lavas

-99-

3.2.3 SITIO DE EMPLAZAMIENTO DE PUENTE SOBRE EL RIO GRANDE. PUENTE 6

Ubicación: Hoja Río Grande
Coordenadas 497.60 y 214.00

3.2.3.1 Litología y características físicas y químicas de las rocas.

La sección superior del perfil está compuesta por ignimbrita de coloración gris claro, porosa, pero bien soldada, de buena dureza.

En superficie la roca aparece poco meteorizada, en una capa de espesor cercano a los treinta metros.

Infrayaciendo las ignimbritas aparecen coladas de lava.

3.2.3.2 Estratigrafía y tectónica

Tanto lavas como ignimbritas ocupan una posición cercana a la horizontal.

Las ignimbritas revelan mayor grado de compacidad hacia los horizontes inferiores.

3.2.3.3 Meteorización

Los efectos causados por la meteorización en las ignimbritas, consisten básicamente en una moderada disminución en dureza de las mismas, fenómeno que las ha afectado hasta una profundidad de aproximadamente treinta metros. Los más fuertes efectos se denotan en una delgada

capa (aproximadamente de dos metros de espesor).

3.2.3.4 Variaciones del nivel del agua

Variaciones de nivel no superiores a tres metros. No tienen importancia en el comportamiento de la estructura en proyecto.

3.2.3.5 Comportamiento erosivo de la corriente

Fuerte capacidad erosiva tanto vertical como horizontal, pero la elevada resistencia a la abrasión de la roca es garantía de que la estructura no será afectada.

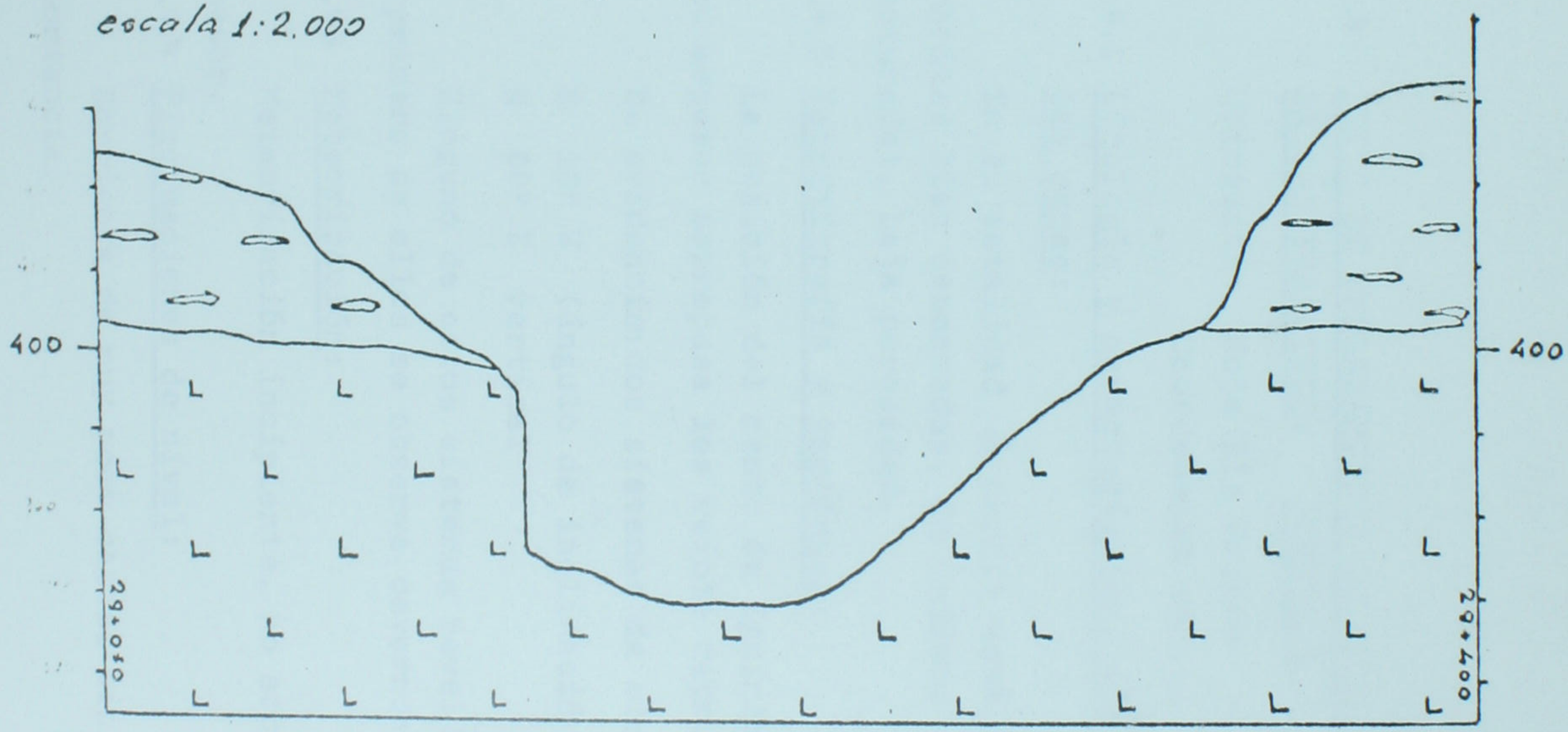
3.2.3.6 Características geotécnicas del sitio de emplazamiento.

La estructura se emplazaría en las ignimbritas cuyas características geotécnicas son satisfactorias. Sin embargo, en ellas se evidencia diaclasamiento columnar (columnas exagonales longitudinalmente orientadas en sentido vertical), por lo cual será recomendable que los esfuerzos que genere la estructura sean orientados tomando en cuenta este fenómeno.

perfil geológico

rio grande

escala 1:2.000



simbología

ignimbritas

loros

3.2.4 SITIO DE EMPLAZAMIENTO DE PUENTE SOBRE LA QUEBRADA SAN FRANCISCO: PUENTE 5

Ubicación: Hoja Río Grande 3345 IV.
Coordenadas 492.65 - 213.45

3.2.4.1 Litología y características físicas y químicas de las rocas:

En su totalidad el perfil está constituído por ignimbritas bien cementadas, de mediana dureza, sanas, poco fracturadas, baja porosidad.

3.2.4.2 Estratigrafía y tectónica:

La posición del manto de ignimbritas es horizontal y su espesor sobrepasa los veinte metros.

Se evidencian dos sistemas de afallamiento:

S 10° W (ángulo de inclinación no determinada)
N 60° E vertical

Ninguno de estos sistemas reveló actividad. En el primero de ellos se observa cavernosidad por disolución.

3.2.4.3 Meteorización:

Meteorización incipiente, no sobrepasa 1 metro de espesor.

3.2.4.4 Fluctuaciones de nivel:

Corriente de muy poco caudal sin fluctuaciones de importancia.

3.2.4.5 Comportamiento erosivo de la corriente:

No hay problemas de erosión. Taludes estables a cualquier ángulo de inclinación.

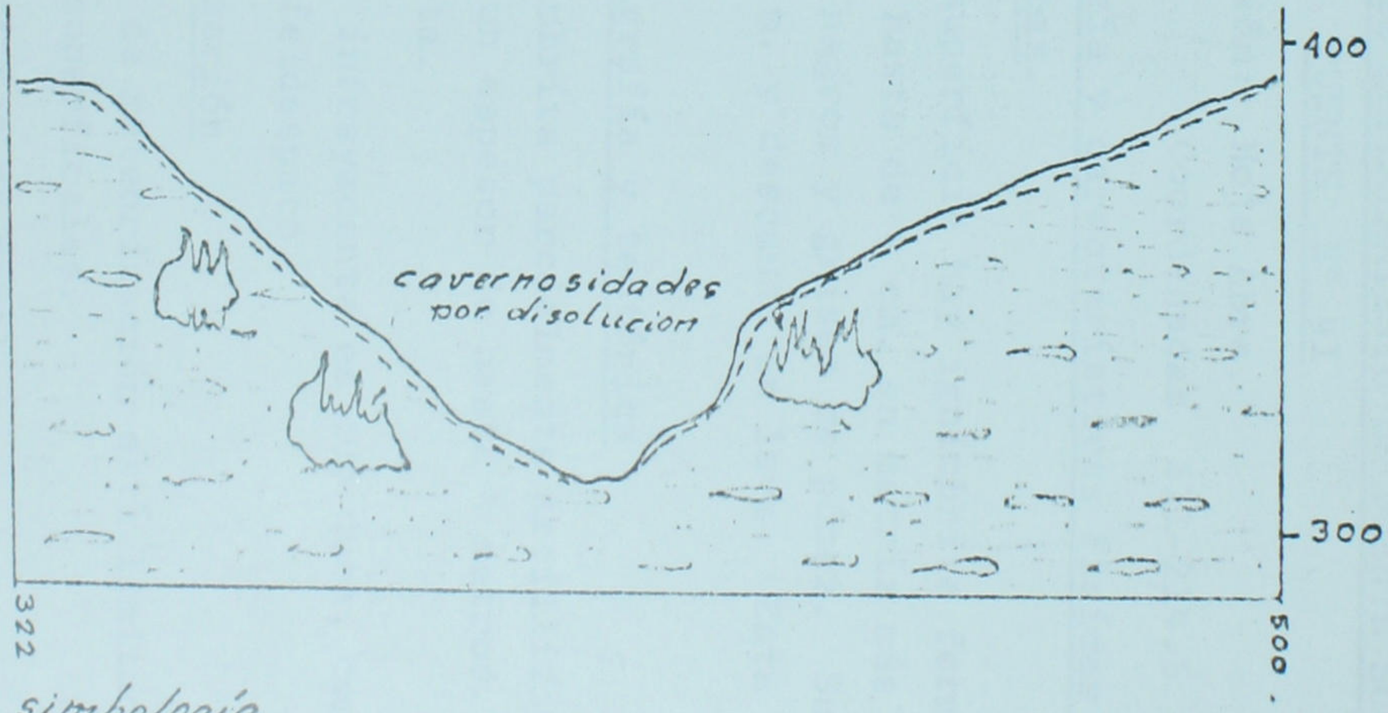
3.2.4.6 Recomendaciones:

Los sitios de emplazamiento de la cimentación deberán ser investigados por perforación ante la posibilidad de existencia de cavernosidades por disolución, ya que en algunos sitios se observaron espacios vacíos de tal tipo, de volúmenes de hasta medio metro cúbico.

*****

perfil geológico
g. san francisco

escala 1:2.000



simbología

- cgnimbritas
- zona de meteorización

3.2.5 SITIO DE EMPLAZAMIENTO DE PUENTE SOBRE EL RIO VIRILLA. PUENTE Nº 41

Ubicación: Hoja Abra.
Coordenadas 511-214.5

3.2.5.1 Litología y características Físicas y Químicas de las rocas.

En la superficie hay ignimbrita formada de fragmentos lávicos hasta de 4 cm. en matriz más fina de fragmentos lávicos negros y grises de pómez. Su espesor sobrepasa los 40 m. y descansa en lava. Esta es gris, muy compacta.

3.2.5.2 Estratigrafía y tectónica

La ignimbrita parcialmente arcillificada en la parte superior en un espesor de hasta 4 metros. Hacia abajo será más compacta.

La lava infrayacente es muy dura, con algunos fenocristales de feldespato.

3.2.5.3 Meteorización

La zona de meteorización está limitada a los primeros 4 metros superficales.

3.2.5.4 Fluctuaciones de nivel

Aunque el río varía su nivel en unos 4 a 5 metros, no parece que llegue a afectar la estructura que se encuentra a varias decenas de metros de elevación.

3.2.5.5 Comportamiento erosivo de la corriente

El cauce esta formado sobre lava saṇa, por consiguiente se considera que la erosión vertical y lateral no tiene importancia en este sitio.

3.2.5.6 Características geotécnicas del sitio

Muy buenas.

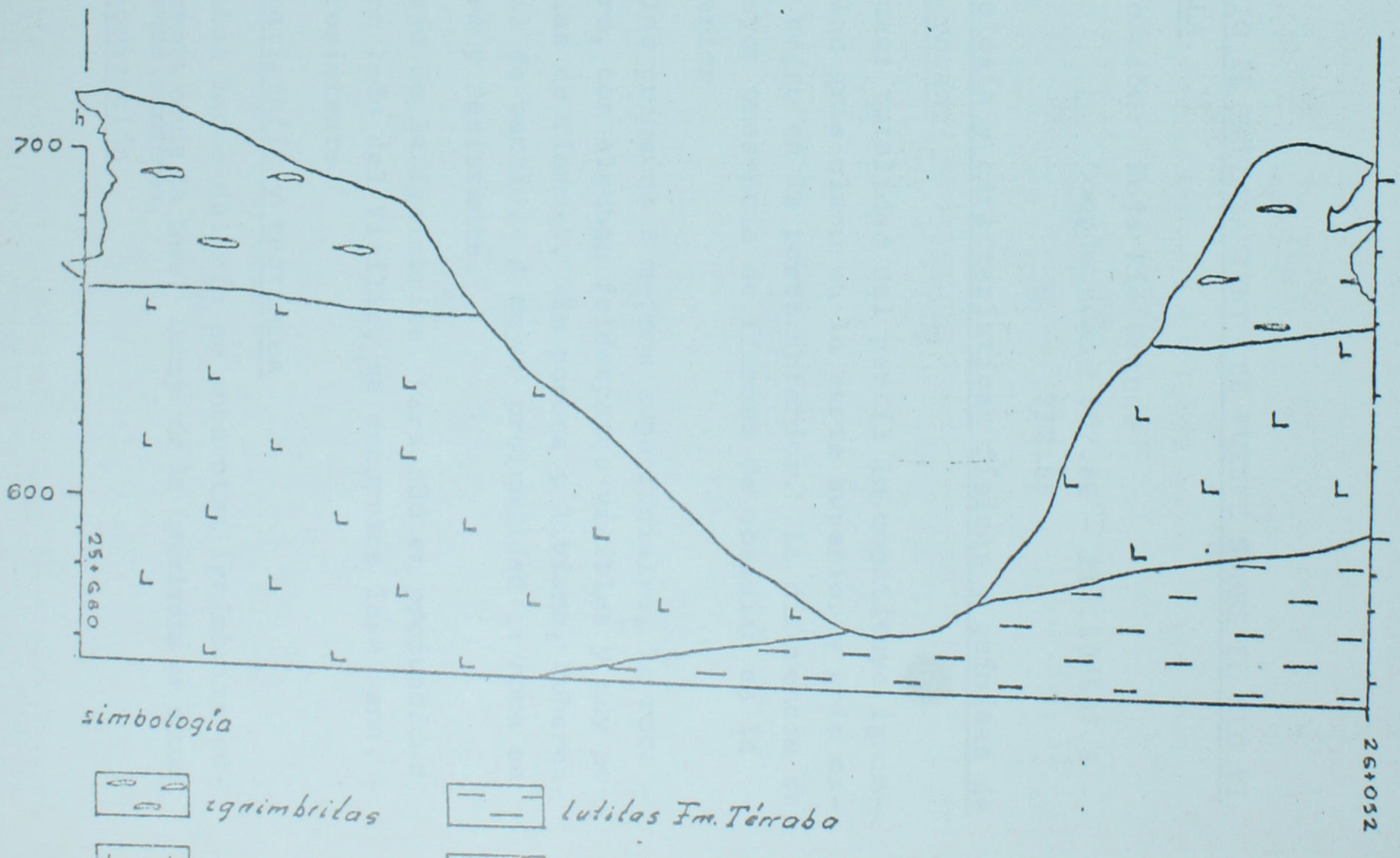
3.2.5.7 Recomendaciones

Ninguna.

*****

perfil geologico río Virilla

escala 1:2.000



simbología

- ignimbritas
- lutitas Fm. Térraba
- laras
- zona de meteorización

3.2.6 SITIO DE EMPLAZAMIENTO DE PUENTE SOBRE EL RIO VIRILLA.

Ubicación: Hoja Río Grande
Coordenadas 507.66 - 213.60/507.3 - 212.65

3.2.6.1 Litología y características físicas y químicas de las rocas.

La casi totalidad del perfil lo constituye ignimbrita de color gris claro en la parte superior y gris oscuro a casi negro en la parte inferior. La diferencia se debe a la mayor presencia de fiammes de obsidian en la sección inferior.

En los primeros 3 metros superficiales, la roca es gris claro, con algunos feldespatos visibles y muy pocas evidencias de fiammes. Es porosa y liviana, coherente pero fácil de partir. A mayor profundidad la roca se hace más dura y resistente.

Debajo de la ignimbrita, variando en profundidad de uno a otro lado del Virilla, se encuentra lava sana, muy dura y resistente.

3.2.6.2 Estratigrafía y tectónica

A ambos lados del río se encuentra ignimbrita cuya dureza aumenta hacia la base. Debajo de la ignimbrita se encuentra lava de dureza homogénea.

3.2.6.3 Meteorización

La meteorización ha afectado únicamente los primeros metros de espesor con un grado que no llega a la arcillificación. Las unidades inferiores están sanas, sin meteorización.

3.2.6.4 Fluctuaciones de nivel

Se han observado evidencias de que el nivel del río varía hasta 4 metros, pero no afectará la estructura por estar ésta a varias decenas de metros de altura.

3.2.6.5 Comportamiento erosivo de la corriente

No existe ningún problema en cuanto a erosión puesto que el nivel actual del río se encuentra en lava, sana y muy resistente.

3.2.6.6 Características geotécnicas del sitio de emplazamiento.

Las características de la roca hacen suponer que no se presentarán problemas ni de estabilidad ni de capacidad soportante.

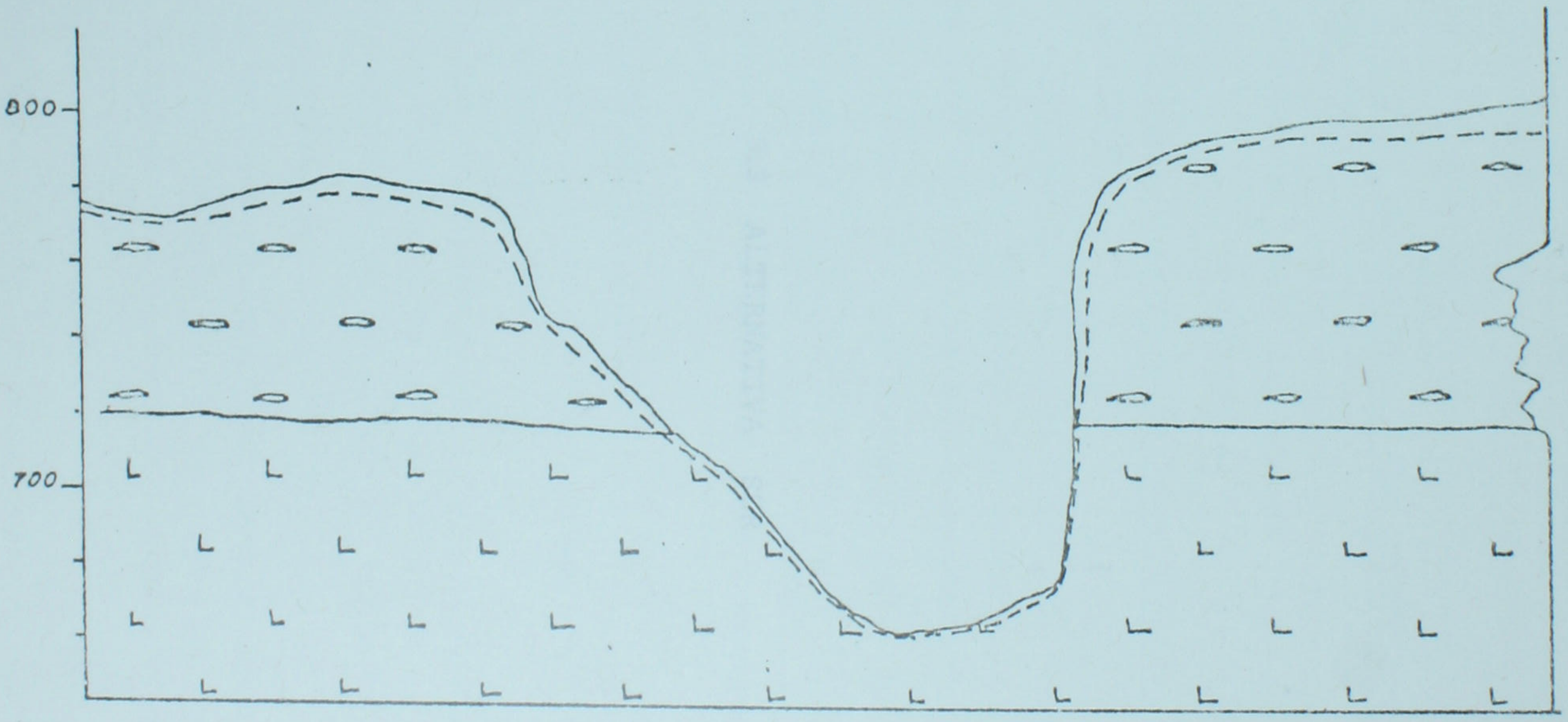
3.2.6.7 Recomendaciones

Ninguna.

* * * * *

perfil geológico
río Virilla

escala 1:2000



simbología

ignimbritas

lavas

3.3 ALTERNATIVA SUR

3.3.1 SITIO DE EMPLAZAMIENTO DE PUENTE SOBRE LA QUEBRADA HONDA. PUENTE 21

Ubicación: Hoja Río Grande
Coordenadas: 507.3 - 212.6

3.3.1.1 Litología y características físicas y químicas de las rocas.

A nivel de la quebrada Honda, la roca es lutita negra de la formación Térraba. Su textura es muy fina (fracciones de limo y/o arcilla muy compactadas), dura y firme.

La lutita continúa hasta la cota de 600 a 620 m. de elevación y sobre ella descansa ignimbrita. La ignimbrita es gris a gris oscuro según la cantidad de fiammes (obsidiana aplastada) que presente. Es firme pero afectada por fracturas.

3.3.1.2 Estratigrafía y tectónica

Tanto la lutita como la ignimbrita están muy afectadas de fracturas. Foto

La lutita además presenta planos de buzamiento. Estos con un buzamiento de 15° al N 85° W se cruzan con fracturas verticales de dirección N 55° w y N 20° W.

3.3.1.3 Meteorización

La lutita está sana y por consiguiente no está arcillificada, sin embargo entre sus capas hay capillas arcillosas. La ignimbrita muestra en superficie una meteoriza-

ción incipiente que no tiene importancia.

3.3.1.4 Fluctuaciones de nivel

La Quebrada Honda muestra en este sitio variaciones hasta de 3 y 4 metros ocasionadas sobre todo por la vecindad de la confluencia con el río Virilla.

3.3.1.5 Comportamiento erosivo de la corriente

Hay evidencias de erosión al pie del sitio del puente. La corriente forma una curva arrecostada al extremo este. La erosión es en sentido lateral y no vertical.

3.3.1.6 Características geotécnicas del sitio de emplazamiento.

El lugar está afectado por la presencia de fracturas las cuales han originado un pequeño deslizamiento en bloques, favorecidas por los planos de buzamiento. La erosión al pie favorece el movimiento de bloques.

3.3.1.7 Recomendaciones

Efectuar la limpieza de los escombros rocosos y excavaciones con el fin de poder estudiar detalladamente el sitio. Correr la línea unos 50 metros aguas arriba de la quebrada Honda donde las condiciones son más favorables.

*****

3.3.2 SITIO DE EMPLAZAMIENTO DE PUENTE SOBRE EL RIO JARIS PUENTE 24.

Ubicación: Hoja Río Grande 3345 IV - Escala 1:50.000
Edición I.G.C.R. 2 - 1975
Coordenadas 210.25 - 502.65

3.3.2.1 Litología y características físicas y químicas de las rocas

En la composición litológica del sitio de emplazamiento propiamente dicho, forman parte únicamente ignimbritas de coloración gris claro, bien soldadas, sanas o moderadamente alteradas, en las cuales encontramos abundantes fiammes de pómez y fragmentos de lava porosa, comprendidos en matriz de ceniza y arena volcánica.

En las inmediaciones del sitio de emplazamiento, aparecen sobre las ignimbritas lutitas negras, sanas, pero muy delesnables, las cuales componen pequeños sobrerrelieves que destacan sobre la topografía plana que originan las ignimbritas.

3.3.2.2 Estratigrafía y tectónica

Las lutitas y areniscas presentan buzamientos al Sur 70 Oeste con un ángulo de inclinación de 8°.

Las ignimbritas presentan diaclasamiento moderado. No hay indicios de afallamiento.

3.3.2.3 Meteorización

En las ignimbritas, la meteorización ha producido una capa delgada de alteración que escasamente alcanza - los dos metros de espesor.

3.3.2.4 Fluctuaciones de nivel

No tienen trascendencia en el comportamiento de la estructura.

3.3.2.5 Comportamiento erosivo de la corriente

Capacidad erosiva contrarrestada por elevada resistencia a la erosión de la roca componente del cauce - sobre el cual transcurre.

3.3.2.6 Características getécnicas del sitio de emplazamiento.

Sitio de emplazamiento muy estable en su condición natural. Roca sana, de elevada dureza y resistencia a - la acción de los esfuerzos.

3.3.2.7 Recomendaciones

Sistemas de diaclasamiento dominante en planos verticales, hecho que hace recomendable evitar aplicación de esfuerzos en tal sentido en las inmediaciones del talud.

*****

3.3.3 SITIO DE EMPLAZAMIENTO DE PUENTE SOBRE EL RIO PICAGRES - PUENTE J2.

Ubicación: Hoja Río Grande 3345 Iv.
Esc. 1: 50.000 Ed. I.G.C.R. 2-1975
Coordenadas 209.65 - 499.15

3.3.3.1 Litología y características físicas y químicas - de lás rocas

En el sitio de emplazamiento de la estructura toma parte en la composición litológica un solo tipo de roca; ignimbritas, las cuales sin embargo, en sentido vertical, revelan algunas variaciones en sus características. (Foto N° 9).

En forma generalizada estas ignimbritas, de coloraciones que varían desde crema a gris claro, acusan abundante presencia de pómez colapsado en fiammes grandes (1/2 cm. x 3 cm. y en menor cantidad fragmentos de lava microescoreacea, todo comprendido en una matriz de ceniza y arenas volcánicas. Bien cementadas, de elevada dureza. Muy porosas. Poco permeables.

3.3.3.2 Estratigrafía y tectónica

En sentido vertical varía significativamente el - grado de cementación, denotándose que el mismo es mucho - mayor en los horizontes infericres, en el cauce propiamente dicho, con un espesor mayor de veinte metros, a partir del nivel actual de las aguas, aparecen formando un manto vitrificado, con típico diaclasamiento en prismas exagona-

les, orientados longitudinalmente en sentido vertical. Los estratos superiores aparecen meños soldados que el descrito. No se encontraron evidencias de áfallamiento de importancia.

3.3.3.3 Meteorización

La meteorización ha afectado a la ignimbrita en forma moderada, formando un manto horizontal, de un espesor difícilmente mayor a los dos metros, que ocupa la parte última superior del perfil del cañón. Las paredes del cañón no presentan esta capa de meteorización, ya que evidentemente ésta se desprendió por gravedad.

3.3.3.4 Fluctuaciones de nivel

Dada la elevación de la cimentación de la estructura, las fluctuaciones de nivel, no tienen ninguna trascendencia en su comportamiento.

3.3.3.5 Comportamiento erosivo de la corriente

La capacidad erosiva de la corriente, tanto horizontal como vertical, queda contrarrestada por la elevada resistencia a la abrasión que poseen las rocas sobre la - cual transcurre.

3.3.3.6 Características geotécnicas del sitio de emplazamiento.

Sitio de emplazamiento estable en su condición natural. Roca sana de elevada resistencia a la acción de -

los esfuerzos. En el sitio de emplazamiento hay indicios de deslizamientos superficiales (intrascendentes) de la - delgada capa de suelo; ocasionados por la fuerte pendiente. No tienen importancia alguna con relación al comportamiento del maciso rocoso descrito.

3.3.3.7 Recomendaciones

El sistema de diaclasamiento impide, en las inmediaciones del talud, la aplicación de esfuerzos actuando en planos verticales. Estos deberán orientarse hacia el maciso rocoso.

*****

3.3.4 SITIO DE EMPLAZAMIENTO DE PUENTE SOBRE EL RIO CHUCAS: PUENTE 34

Ubicación: Hoja Río Grande 3345 IV
Coordenadas 492.100 - 210-550

3.3.4.1 Litología y caracterísctica físicas y químicas de las rocas:

Toman parte en la composición litológica del sitio de emplazamiento, tres tipos de roca: lavas basálticas de grano fino, coloración gris oscura o negro azulada, cruzadas por enjambres de venillas de calcita, elevada dureza, sanas, fuertemente diaclasadas, el segundo tipo de roca consiste en lavas basálticas sanas, poco diaclasadas, elevada dureza, coloración gris oscuro. El tercer tipo lo constituyen ignimbritas, con abundantes fiammes longitudinalmente orientados en sentido horizontal definiendo en ellas una textura fluida, comprendidos en cemento cinerítico de coloración gris oscura, elevada dureza. En general estas ignimbritas se presentan sanas, con poco diaclasamiento, porosas, pero de muy baja permeabilidad.

3.3.4.2 Estratigrafía y tectónica:

En la parte inferior del perfil estratigráfico, encontramos como basamento las lavas basálticas de grano fino, coloración gris oscura, cruzadas por enjambres de venillas rectilíneas de calcita (probables diaclasas re-

llenadas por calcita) las que presentan separación entre sí por distancias no superiores a diez centímetros, perfectamente alineadas en una sola orientación Norte-Sur. Estas lavas en sus afloramientos aparecen fuertemente meteorizadas, totalmente incoherentes (semejan arena); cuando sanas, se presentan de color negro azulado, elevada dureza siempre con abundantes venillas de calcita de igual orientación. Suprayaciendo las lavas anteriormente descritas aparece una colada de lavas basálticas sanas, de elevada dureza, poco diaclasadas con un espesor de ocho metros, buzando al Sur franco con una inclinación de 30°.

La parte superior del perfil, está ocupada por un potente manto de ignimbritas, cuyo espesor abarca casi la totalidad de las paredes del cañón. Se presentan sanas, poco diaclasadas, con una separación entre fracturas no inferior a 50 cm. denotándose los siguientes sistemas de diaclasamiento.

N- S vertical, continuo, bien definido.
N 60 W vertical, frecuente, incontinuo, bien definido.
N 60 E vertical, incontinuo, bien definido.

3.3.4.3 Meteorización:

Las lavas que forman el basamento se presentan fuertemente meteorizadas (convertidas prácticamente en suelo arenoso, incoherentes no plástico), sin embargo, se determinó fácilmente que la profundidad de meteorización no supera los primeros metros, apareciendo de in-

mediato la lava, sana, de elevada dureza.

El segundo tipo de lavas que suprayace al anteriormente descrito prácticamente no ha sido afectado por los agentes meteorizantes, pues escasamente presenta una costra meteorizada que no sobrepasa los primeros centímetros.

Las ignimbritas, presentan en su parte superior una sección de unos diez metros moderadamente meteorizados. Esta meteorización se refleja en una significativa disminución de su dureza e incipiente arcillificación, sin embargo acusan plasticidad únicamente al ser remoldeadas.

3.3.4.4 Fluctuaciones de nivel:

Las fluctuaciones del nivel no sobrepasan los dos metros, no teniendo trascendencia para la estabilidad de la estructura.

3.3.4.5 Comportamiento erosivo de la corriente:

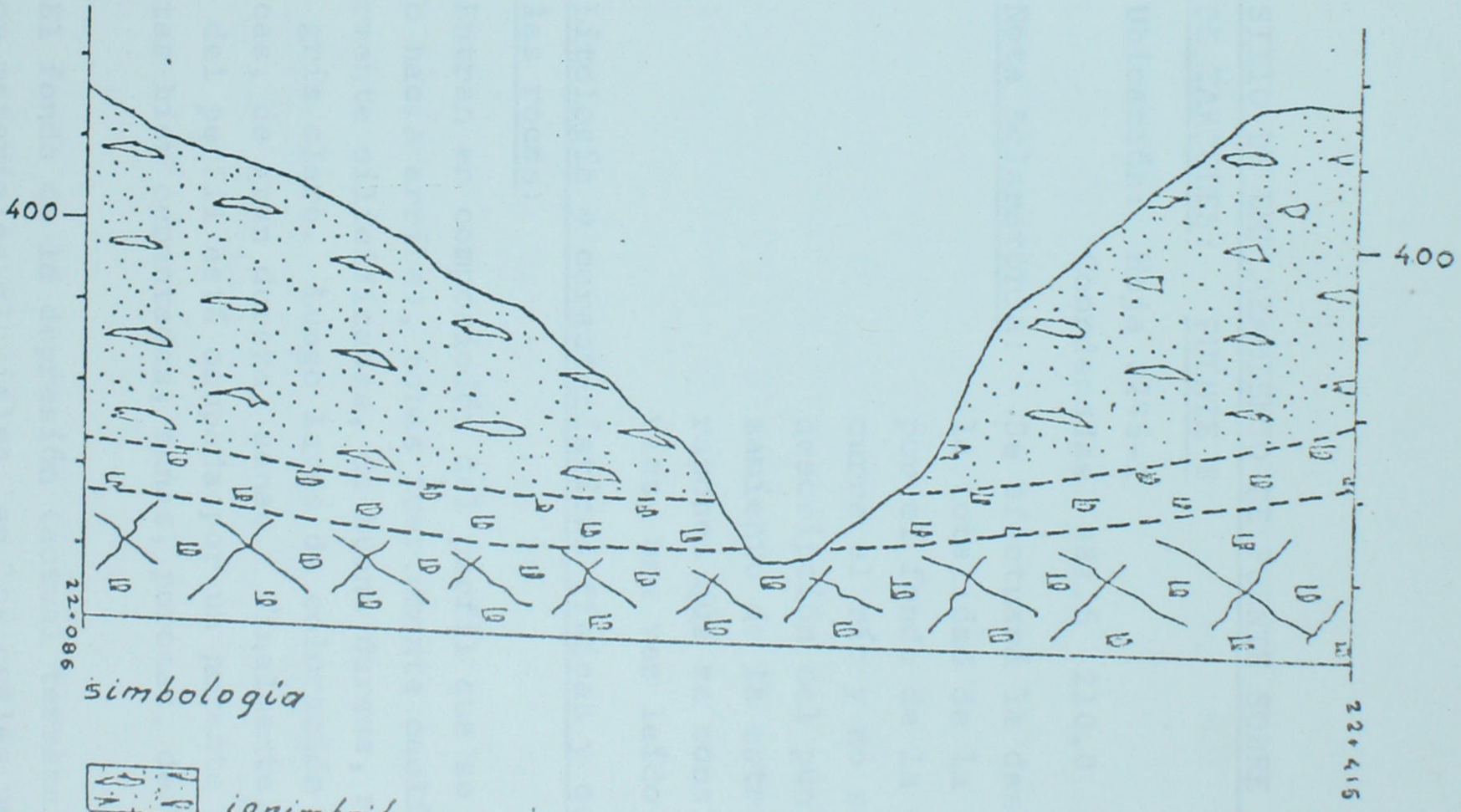
Elevada capacidad erosiva contrarrestado en su totalidad por la resistencia de la roca sobre la cual transcurre la corriente.

3.3.4.6 Recomendaciones:

Como la cimentación del puente se hará en las ignimbritas deberá procurarse que las mismas no se emplacen en la zona meteorizada, o en su defecto, efectuar investigación sobre asentamiento y capacidad de carga de la capa en mención. Buen sitio para emplazamiento de la estructura.

perfil geológico
río chucás.

escala 1:2.000



simbología

- ignimbritas
- lavas basalticas cruzadas por venillas de calcita
- lavas basalticas de grano fino

3.3.5 SITIO DE EMPLAZAMIENTO DE PUENTE SOBRE EL RIO GRANDE DE TARCOLES: PUENTE 8

Ubicación: Hoja 3245-I
Coordenadas 481.5 210.0

3.3.5.1 Nota Aclaratoria: Se efectuará la descripción de la totalidad de la depresión - por el fondo de la cual transcurre el río y no solamente la descripción del punto de emplazamiento de la estructura, por razones que se considerarán obvias, una vez leído el contexto.

3.3.5.2 Litología y características físicas y químicas de las rocas:

Entran en composición del perfil que se describe - (de abajo hacia arriba), tobas fuertemente caolinizadas y posteriormente silicificadas, de buena dureza, masivas, coloración gris claro. Luego lavas de coloración oscura, - faneríticas, de gran dureza, sanas. Finalmente, la parte superior del perfil está ocupada por un potente manto de ignimbritas bien cementadas, sanas, porosas, de buena dureza.

El fondo de la depresión (actual terraza) está ocupada por materiales aluviales, en los cuales predominan bloques bien redondeados de más de veinte centímetros de

diámetro; en menor proporción se encuentran gravas, arenas y limos.

3.3.5.3 Meteorización:

De los tipos de roca descritos, la meteorización ha afectado únicamente a las ignimbritas que ocupan la parte superior del perfil, habiéndose formado una capa meteorizada que escasamente alcanza el metro de espesor. En las secciones de perfil donde se ubica una terraza intermedia las ignimbritas presentan mayor grado de alteración encontrándose casi arcillificadas, pero esta alteración no es muy profunda, ya que no sobrepasa los primeros metros.

3.3.5.4 Fluctuaciones de nivel:

Las evidencias observadas en la ribera del río revela que su nivel no ha experimentado variaciones de nivel que sobrepasan en más de 1.50 el nivel que hoy ocupa.

3.3.5.5 Comportamiento erosivo de la corriente:

No hay problemas de erosión lateral o vertical.

3.3.5.6 Características geotécnicas del sitio de emplazamiento:

La cimentación de la estructura se efectuará sobre materiales de la terraza aluvial cuyo comportamiento, es impredecible sin la correspondiente investigación de detalle. Hay probabilidad de existencia en ella de alter

nancia de estratos de variada composición desde bolos y gravas hasta limos y arcillas.

Existe también la posibilidad de que el espesor de esta terraza no sea muy potente.

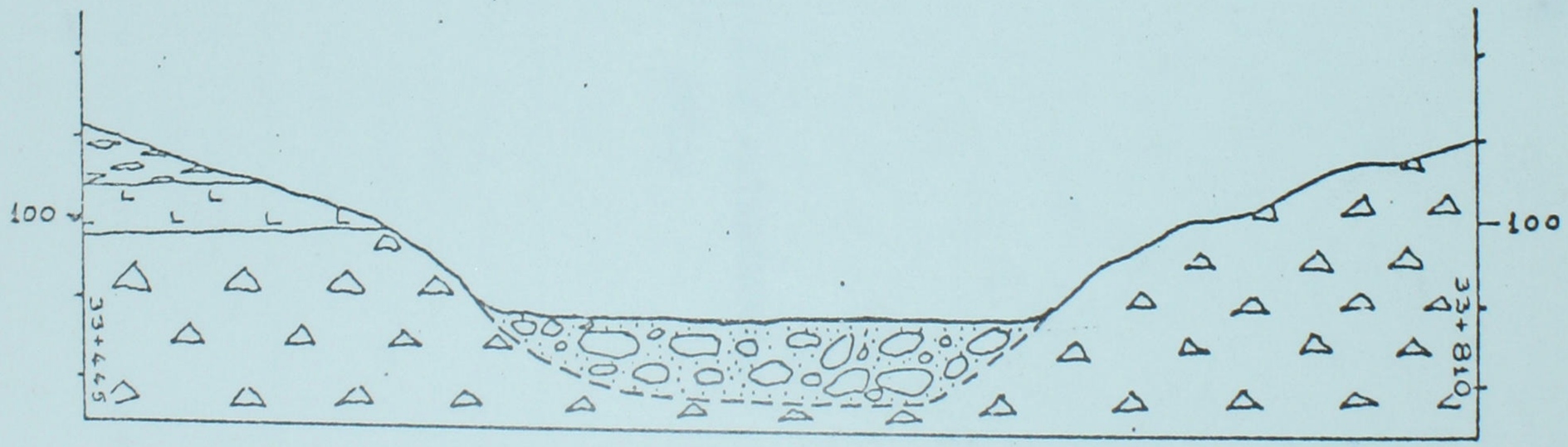
3.3.5.7 Recomendaciones:

Para la determinación del espesor de los materiales aluviales, se deberá ejecutar el perfil geofísico, - con base en el cual se proyectará la perforación.

*****

perfil geológico
río grande de tárcoles

coordenadas:
210.00 - 481.5



simbología:

- ignimbritas
- lavas
- aluvión
- tobas silicificadas

escala 1:2.000

3.4 PUENTES ALTERNATIVAS

UNICA

3.4.1 SITIO DE EMPLAZAMIENTO DE PUENTE SOBRE EL RIO JESUS MARIA: PUENTE 7

Ubicación: Hoja Barranca. Coordenadas 210.60 - 462.65 - Escala 1:50.000. Ed. I.G.N.C.R. 2 - 1969.

3.4.1.1 Litología y características físicas y químicas de las rocas:

El sitio de emplazamiento presentó posibilidades de observación de sus rocas componentes, únicamente el - margen izquierdo, donde la parte inferior del perfil está compuesta por paraconglomerados, en los cuales, bloques de lava de más de diez centímetros de diámetro, están comprendidos en una matriz bien cementada, en la cual dominan ceniza y arenas volcánicas.

La parte superior del perfil está ocupada por areniscas volcánicas de grano fino, coloración gris claro, en las cuales predominan fragmentos feldespáticos. Roca de elevada dureza, cuando sanas, pero meteorizadas son - de muy baja resistencia y apenas coherentes.

Por último, en la composición litológica del sitio, toman parte una secuencia de sedimentos fluviales, componentes de la actual terraza, consistentes en alternancia de materiales limo-arcillosos, limosos, areno-limosos, y arenosos, apareciendo también ocasionales lentes de grava. La mayoría de ellos incoherentes, el resto, en estado incipiente de coherencia.

3.4.1.2 Estratigrafía y tectónica:

Los paraconglomerados evidencian fuerte diaclasamiento caótico. No hay afallamiento de trascendencia en el sitio de emplazamiento ni en sus alrededores.

3.4.1.3 Meteorización:

Los paraconglomerados presentan bajo grado de meteorización, no así las areniscas volcánicas, que en una capa paralela a la superficie en un espesor mayor a un metro se encuentran en elevado grado de meteorización.

3.4.1.4 Fluctuaciones de nivel:

Hay evidencias de fluctuaciones de nivel de más de dos metros; capaces de inundar parcialmente la terraza sobre la cual se ubicará el terraplén.

3.4.1.5 Comportamiento erosivo de la corriente:

El puente en proyecto se ubica en una sección sinuosa del río, pero las cimentaciones de la estructura no serán azotadas por la acción erosiva de la corriente, ya que el choque de la corriente contra la pared externa del meandro, se efectúa a más de cien metros aguas arriba. No hay erosión vertical.

3.4.1.6 Características geotécnicas del sitio de emplazamiento:

El estribo y primer pilar en el margen izquierdo, quedarán emplazados sobre los paraconglomerados de características geotécnicas satisfactorias. El otro estribo -

y los restantes pilares se cimentarán sobre la terraza aluvial, cuyo comportamiento se investigará a base de perforaciones y levantamientos geofísicos.

El terraplén de entrada al puente proyectado, ubicado sobre el margen derecho, podrá ser afectado por la acción de las aguas corrientes en épocas de precipitación anómala (inundaciones).

3.4.1.7 Recomendaciones:

Investigación de la terraza aluvial a base de perforaciones y geofísica.

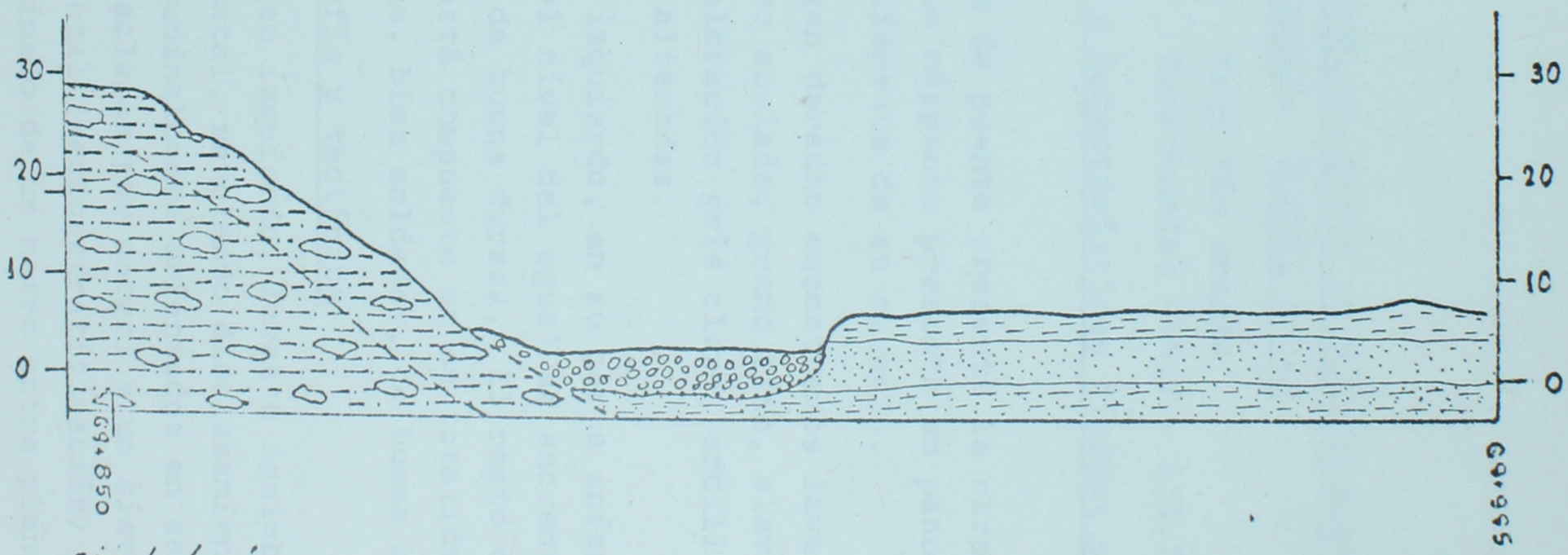
Tomar medidas preventivas que salvaguarden el terraplén en casos de posibles inundaciones.

*****

perfil geológico

río jesús maría

escala 1:200.



simbología:

aluvion terraza actual

aluvión paleoterraza

3.4.2 SITIO DE EMPLAZAMIENTO DE PUENTE SOBRE EL RIO GRANDE DE TARCOLES: PUENTE Nº 43

Ubicación: Hoja Río Grande
Coordenadas 485.7 - 211.7

3.4.2.1 Litología y características físicas y químicas de las rocas

Este sitio de puente presenta la característica de que cada uno de sus márgenes presenta un panorama geológico radicalmente diferente de su opuesto.

En él margen derecho encontramos lavas basálticas de coloración negro azulada, grano fino, elevada dureza - (cuando sanas); coloración gris claro, arcillificadas, - plásticas, cuando alteradas.

El margen izquierdo, en su parte inferior (aprox. 5 metros arriba del nivel del agua) se encuentra ocupado por lavas, sanas, de buena dureza. El resto del perfil - (parte superior) está compuesto en su totalidad por ignimbritas poco porosas, bien soldadas, de buena dureza, sanas.

3.4.2.2 Estratigrafía y tectónica

En el margen izquierdo, lavas e ignimbritas yacen en posición horizontal, revelando diaclasamiento columnar en prismas longitudinalmente orientados en sentido vertical (aprox. 3 diaclasas por metro) y un sistema de diaclasamiento horizontal (seudoestratificación) con un distanciamiento aproximado de un metro entre planos de dia-

clasamiento. No hay evidencias de afallamiento.

En el margen derecho, dado el grado de alteración de la roca que lo compone, no pudo determinarse posición espacial del cuerpo o cuerpos lávicos que la componen, - pero sí se evidencia fuerte afallamiento (inactivo) en - planos verticales o cercanos a la posición vertical.

3.4.2.3 Meteorización

En el margen izquierdo la meteorización puede considerarse intrascendente, dado que no profundiza más allá de un metro contado a partir de la superficie topográfica actual.

El margen derecho presenta rocas en avanzado grado de meteorización (significativa arcillificación) hasta profundidades que superan los veinte metros (observación de afloramientos). También existen franjas con evidencias de fuerte actividad hidrotermal, en las cuales las rocas han sido totalmente caolinizadas. En algunas secciones se denota también silicificación.

3.4.2.4 Variaciones del nivel del agua

Intrascendentes dada la profundidad de la depresión.

3.4.2.5 Comportamiento erosivo de la corriente

Elevado poder erosivo vertical y horizontal, contrarrestado por la resistencia a la abrasión de la roca - por la cual transcurre la corriente.

3.4.2.6 Características geotécnicas del sitio de emplazamiento:

El margen izquierdo ofrece buenas condiciones geotécnicas para el emplazamiento de la estructura, teniendo el cuidado de que los esfuerzos no se orienten en planos coincidentes con los planos de diaclasamiento.

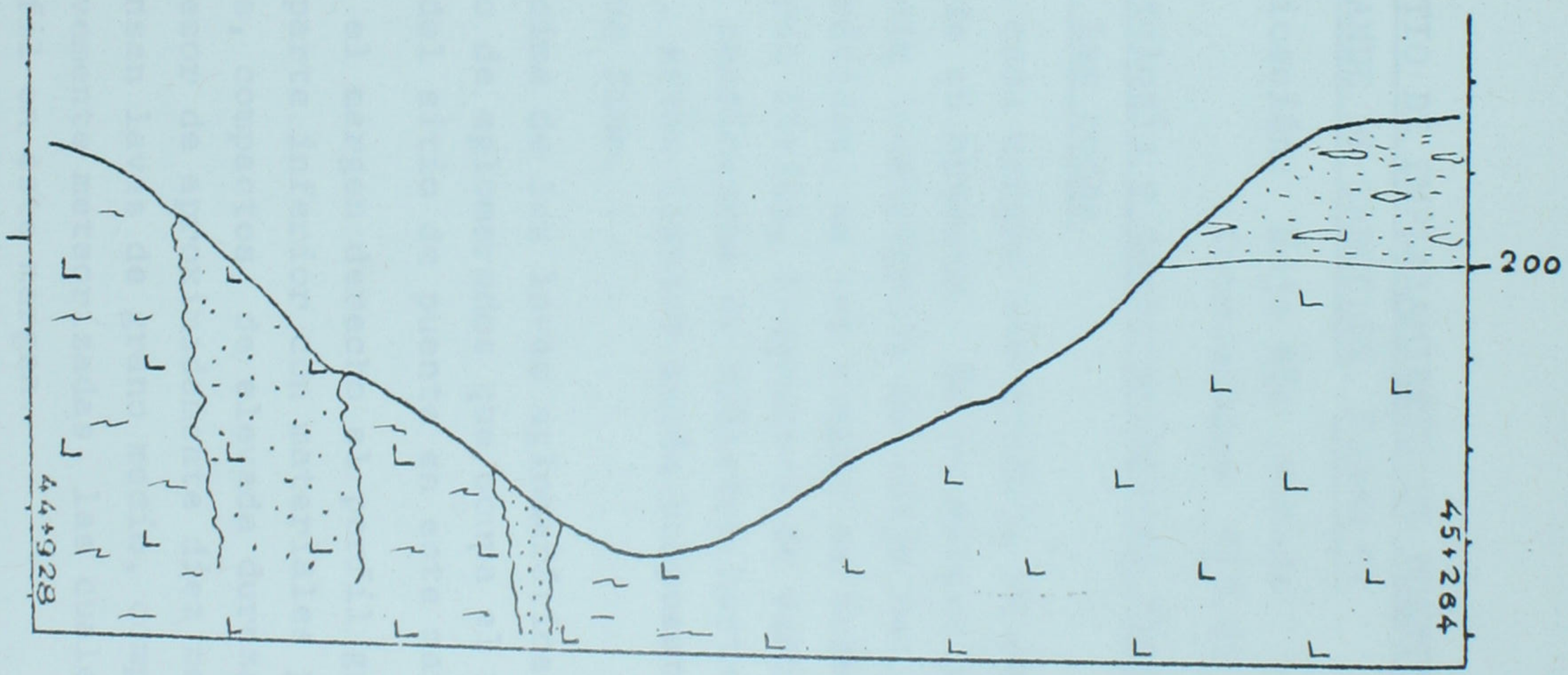
El margen derecho requiere investigación de detalle, a base de desbancos, norias, perforación con recuperación de núcleo y posiblemente posterior a ello, investigación geofísica.

****

perfil geológico

río g. de tárcoles

escala 1: 2.000



simbología:

- lavas alteradas
- ignimbritas
- zonas de alteración hidrotermal
- lavas sanas

3.4.3 SITIO DE EMPLAZAMIENTO DE PUENTE SOBRE EL RIO GRANDE DE TARCOLES. Puente 44

Ubicación: Hoja Río Grande
Coordenadas 210.65 - 483.80

3.4.3.1 Litología y características físicas y químicas de las rocas

En cada margen encontramos un panorama geológico diferente de su opuesto. En el margen izquierdo, el perfil se inicia (descripción de abajo hacia arriba) con lavas aglomeráticas, en las cuales se observan comprendidos en una matriz lítica, fragmentos de variado tamaño, desde dos y tres centímetros de diámetro hasta veinte centímetros o más, estos clastos están compuestos por lava masiva, de grano fino.

Encima de las lavas aglomeráticas aparece un potente manto de aglomerados que ocupa el resto del perfil geológico del sitio de puente en este margen.

En el margen derecho el perfil geológico se inicia en su parte inferior con materiales piroclásticos silicificados, compactos, de elevada dureza, que afloran - con un espesor de aproximadamente diez metros. Sobre ellos descansan lavas de grano medio, compactas, duras, - sanas o levemente meteorizadas, las cuales ocupan el resto del perfil en este margen.

Una terraza aluvial compuesta por alternancia de

materiales desde arenosas hasta limo arcillosos, ocupa el fondo de la depresión.

Estratigrafía y tectónica. (Foto 10)

En el margen izquierdo, las lavas aglomeráticas afloran desde la superficie de agua hasta una elevación de veinte metros sobre el nivel referido, sitio en el - cual aparece su contacto en posición horizontal, con los aglomerados que ocupan la parte superior del perfil. - Tanto lavas aglomeráticas como aglomerados presentan moderado diaclasamiento con una separación entre diaclasas no inferior a 30 cm.

En el margen derecho el contacto entre los piroclástos silicificados y las lavas buza al noroeste con - un ángulo de inclinación de aproximadamente 15°.

3.4.3.2 Meteorización

En el margen izquierdo las lavas aglomeráticas y los aglomerados aparecen meteorizados hasta profundidades de tres a cinco metros contados a partir de la superficie topográfica.

En el margen derecho los materiales silicificados no han sido afectados por la meteorización, las lavas que los suprayacen si presentan moderado grado de meteorización que se evidencia básicamente en caolinización de los fenocristales de feldespato y disminución de su dureza.

3.4.3.3 Fluctuaciones de nivel del agua

Hay evidencias de fluctuaciones de nivel de hasta 1.5 metros.

3.4.3.4 Comportamiento erosivo de la corriente

Baja capacidad erosiva tanto vertical como horizontal. Hay evidencia de sedimentación reciente en la actual terraza aluvial.

3.4.3.5 Caracterísiticas geotécnicas del sitio de emplazamiento.

Sitio de emplazamiento estable en su condición natural.

En el margen derecho las rocas son de elevada resistencia a la acción de los esfuerzos.

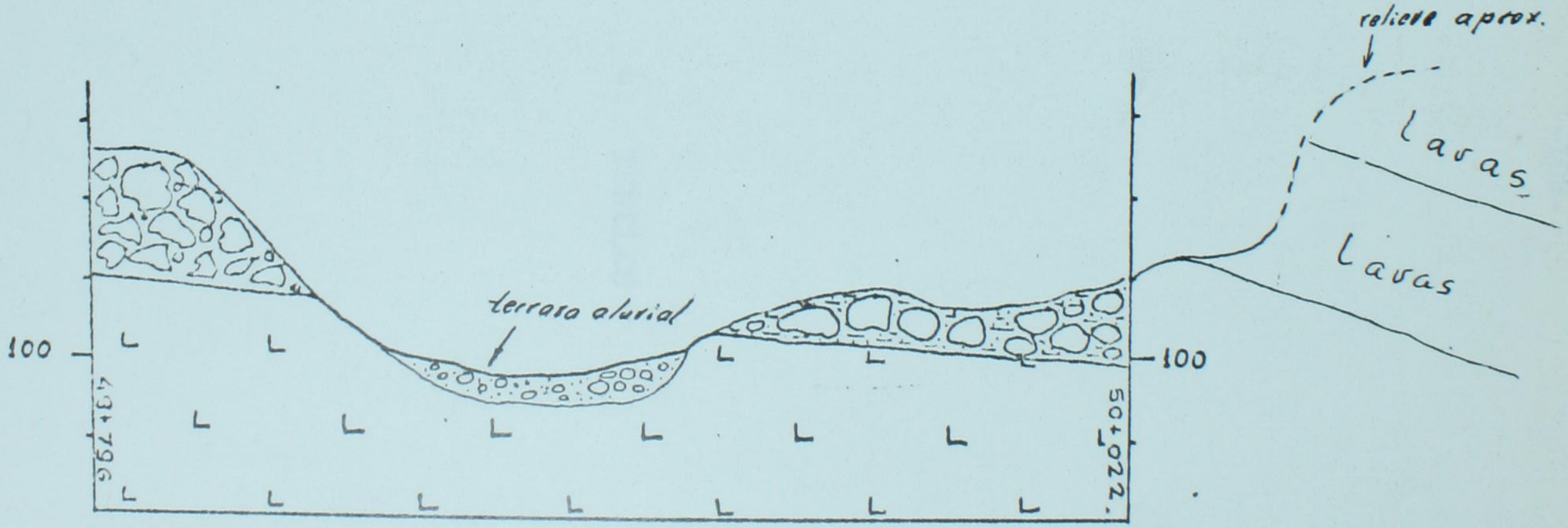
En el margen izquierdo las rocas deberán ser investigadas por medio de perforación con recuperación de núcleo, con la finalidad de determinar la profundidad a que se encuentra la roca no alterada para efectuar en ella la cimentación.

La terraza aluvial actual será investigada por métodos geofísicos (eléctricos) para determinar espesores y características de materiales aluviales, y la posición del contacto aluvión - rocas del basamento.

*****

perfil geológico
río g. de tórcoles

escala 1:2000



simbología:

piroclastos silicificados

aglomerados

lavas aglomeráticas

4. TUNELES

4.1 ALTERNATIVA NORTE

4.1.1 Segmento comprendido entre quebrada Concepción y Quebrada Nances.

Coordenadas 485.80 - 212.050 y 486.20 - 212.120
Sitio de Paso a Subnivel

4.1.1.1 Geología

La totalidad del área del túnel en proyecto está compuesta por lavas, que presentan, en una matriz de coloración gris oscura, de grano fino, abundantes fenocristales compuestos por minerales ferromagnesianos y en menor proporción por feldespatos.

Esta roca, cuando sana; es de elevada dureza, masiva, de gran resistencia a la acción de esfuerzos físicos.

4.1.1.2 Estratigrafía y tectónica

En superficie, la totalidad del macizo rocoso da la impresión de estar compuesto por un solo potente manto lávico. No obstante, tal aseveración deberá corroborarse procediendo a la ejecución de los trabajos adelante enunciados, ya que, el avanzado grado de meteorización y significativo espesor de la capa meteorizada, impide adelantar juicios categóricos.

El tectonismo observado en superficie es fuerte. Hay abundantes fallas de poca magnitud en dirección E-W y nutridos enjambres de diaclasamiento, alineados predominantemente al suroeste y al sureste.

El área que se describe ha soportado fuerte actividad hidrotermal, lo cual se atestigua por la presencia de cuerpos tabulares compuestos por sílice o rocas fuertemente silicificadas y abundante caolin.

4.1.1.3 Geotecnia

La capa de meteorización es potente (sobrepasa 20 m). El diaclasamiento y afallamiento es significativo. Sin embargo, el problema más serio lo representan las zonas de caolinización, las cuales, en la ejecución del túnel serán zonas de roca inestable y elevadas presiones hidraúlicas.

4.1.1.4 Recomendaciones

Las características poco favorables que presenta el sitio, no obliga a que el mismo sea desechado, en el estado actual de investigación en que se encuentra, pero sí se hace imprescindible la planificación y ejecución de una serie de trabajos de investigación para su eliminación o elección definitiva, trabajos no justificables a nivel de anteproyecto.

Seguidamente una enumeración escueta de las labores a realizar:

Excavación de trincheras, norias y desbancos.

Perforaciones verticales ubicadas en el eje del túnel y que profundicen unos metros más que el piso del túnel proyectado.

Perforaciones que intersequen las zonas de acción hidrotermal en el punto en que éstas serán intersectadas por el túnel.

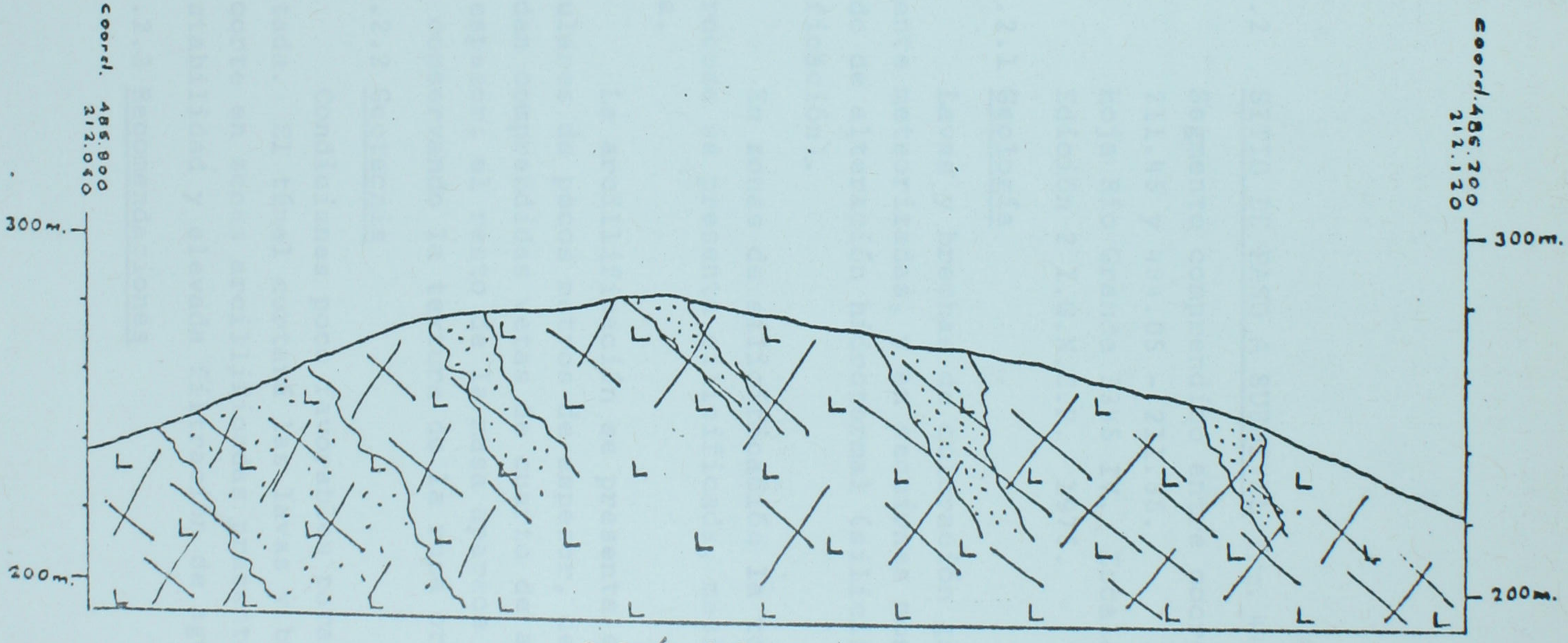
Investigación de aguas subterráneas.

Investigaciones geofísicas.

*****

perfil geológico

sitio de túnel



escala 1:2000

simbología:

- lavas alteradas
- zonas de alteración hidrotermal
- diaclasamiento

42 Km.

4.1.2 SITIO DE PASO A SUBNIVEL (Km. 44-45)

Segmento comprendido entre coordenadas 483.80 - 211.45 y 484.05 - 211.35.
Hoja Río Grande 3345 IV. Escala 1:50.000 - Edición 2 I.G.N.C.R. 1975.

4.1.2.1 Geología

Lavas y brechas de coloración gris clara, fuertemente meteorizadas, y en secciones mostrando elevado grado de alteración hidrotermal (silicificación y arcillificación).

En zonas de silicificación la totalidad de la masa rocosa se presenta silicificada, masiva, de elevada dureza.

La arcillificación se presenta en forma de cuerpos tubulares de pocos metros de espesor, dentro de los cuales quedan comprendidas vetas de cuarzo de algunos centímetros de espesor; el resto de la masa aparece caolinizada, apenas conservando la textura de la roca original.

4.1.2.2 Geotecnia

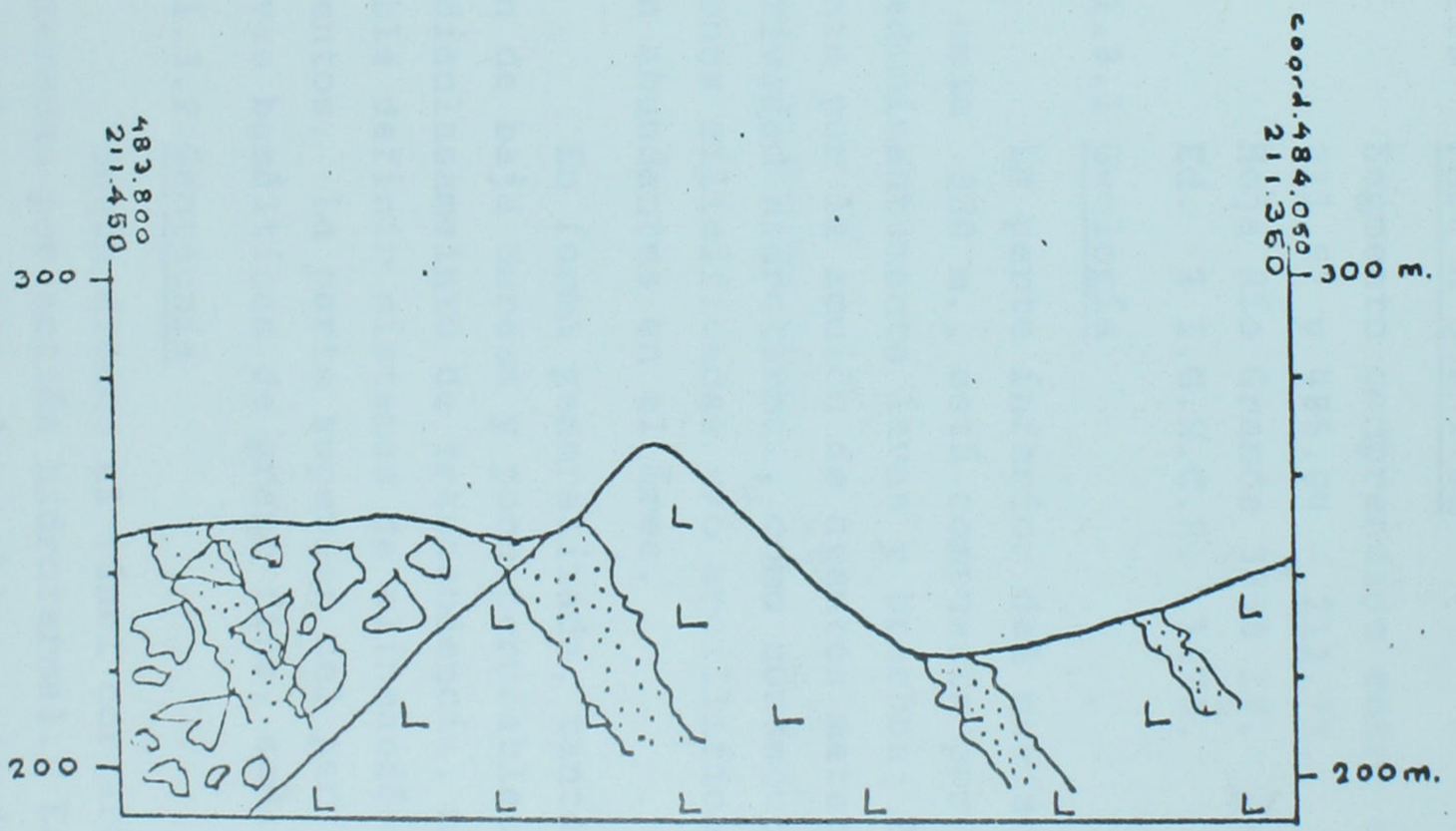
Condiciones poco favorables para la estructura proyectada. El túnel cortará las lavas y brechas alteradas. El corte en zonas arcillificadas presentará condiciones de inestabilidad y elevada filtración de agua.

4.1.2.3 Recomendaciones

Cartografía geológica de detalle. Levantamiento que deberá afectuarse con amplia información obtenida de desbancos, trincheras, norias y perforación.

*****

perfil geológico
sitio de túnel



escala 1:2000

- L L — lavas alteradas
- brechas alteradas
- zonas de alteracion hidrotermal

44 – 4.5 Km

4.1.3 PASO A SUBNIVEL

Segmento comprendido entre coordenadas 484.65 - 211.62 y 485.04 - 211.71.
Hoja Río Grande 3345 IV. Escala 1:50.000 - Ed. 2 I.G.N.C.R. 1975.

4.1.3.1 Geología

La parte inferior del maciso, hasta la altura de la cota 300 m., está compuesta por rocas volcánicas, - predominantemente lavas y breehas; fuertemente alteradas, tanto por la acción de agentes meteorizantes, como por - actividad hidrotermal, como consecuencia de lo cual, secciones silicificadas y/o arcillificadas (caolinizadas), son abundantes en el área.

En forma generalizada, tanto lavas como brechas son de baja dureza y poco permeables. Hay afallamiento y diaclasameinto de trascendencia, no habiendo sido posible definir sistemas de alineación por falta de afloramientos. La parte superior del perfil está ocupada por lavas basálticas de grano fino, sanas, de buena dureza.

4.1.3.2 Geotecnia

Según diseño el túnel cortará las lavas y brechas alteradas por acción hidrotermal. Estas presentarán características poco favorables, siendo elevada la probabilidad de que la estructura en proyecto transcurra en su totalidad por rocas alteradas, de baja dureza, en estado

incipiente de arcillificación. También cortará vetas de materiales altamente silicificados de espesores de los primeros metros, cuyos contactos con la roca que la comprende (roca de capa), mostrarán elevado grado de caolinización. Estas zonas, cortadas transversalmente por el túnel, aunque de poco espesor, presentarán condiciones de inestabilidad y problemas por filtraciones de agua.

4.1.3.3 Recomendaciones:

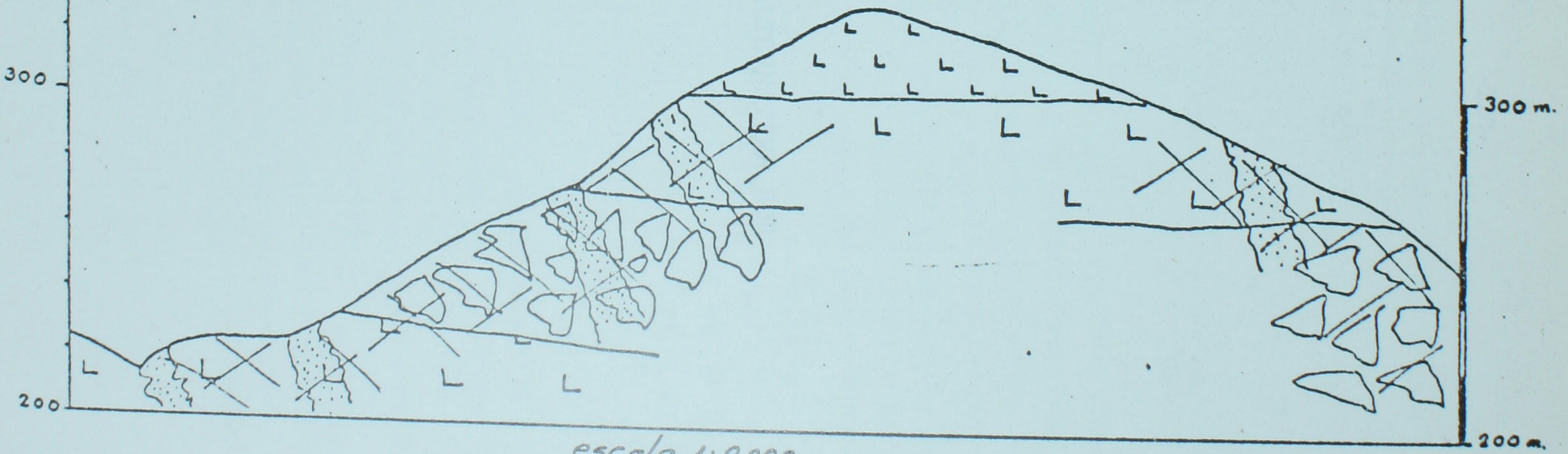
Cartografía geológica de detalle con profusa ejecución de desbancos, trincheras, norias y perforación ; prestando especial interés a la tectónica del sitio.

Será imprescindible también la ejecución de trabajos geofísicos.

****

perfil geológico

sitio de túnel



escala 1:2.000

simbología

- lavas basálticas sanas
- lavas oleadas
- brechas
- zonas de alteración hidrotermal
- diaclasamiento

43 Km.

4.2 ALTERNATIVA SUR

4.2.1 SITIO DE PASO A SUBNIVEL - QUEBRADA HONDA (507.6-508.5)

4.2.1.1 Geología

En la composición geológica del área toman parte ignimbritas, de coloración gris oscuro, porosas, bien - soldadas. En una matriz cinerítica bien cementada, de coloración gris claro, se encuentran comprendidos abundantes fiames de hasta 5 centímetros de largo, con un - ancho de 0.5 a 1.0 cm. En las superficies expuestas, la roca presenta una pátina negra de meteorización.

Encontramos también en las cercanías del área que nos ocupa, alforamientos de una colada de lava de - intracañon, la cual se encuentra sana, es de grano fino y coloración negro-azulada, moderadamente diaclasada, - masiva y de elevada dureza. (Foto N° 11).

4.2.1.2 Geotecnia

Se espera, con elevado grado de probabilidad, que la totalidad del túnel transcurra por ignimbritas, sin - embargo, no se deshecha la posibilidad de que el mismo - corte la colada de lava (de ser así, esto acontecería unos 50 metros antes de su salida Oeste).

Las ignimbritas son sanas, de buena dureza, porosas, poco permeables, presentando moderado diaclasamiento en planos predominantemente verticales y horizontales - (prismas).

Las condiciones geotécnicas para la ejecución del

túnel son satisfactorias, debiéndose tomar en cuenta que los sistemas de diaclasamiento podrán obligar al inmediato ademe para evitar el desprendimiento de bloques.

La porosidad de la roca así como su diaclasamiento podrán requerir el uso de explosivos más indicados para tal condición.

De ser atravesadas las lavas, estas requerirán - cambios en su método de laboreo.

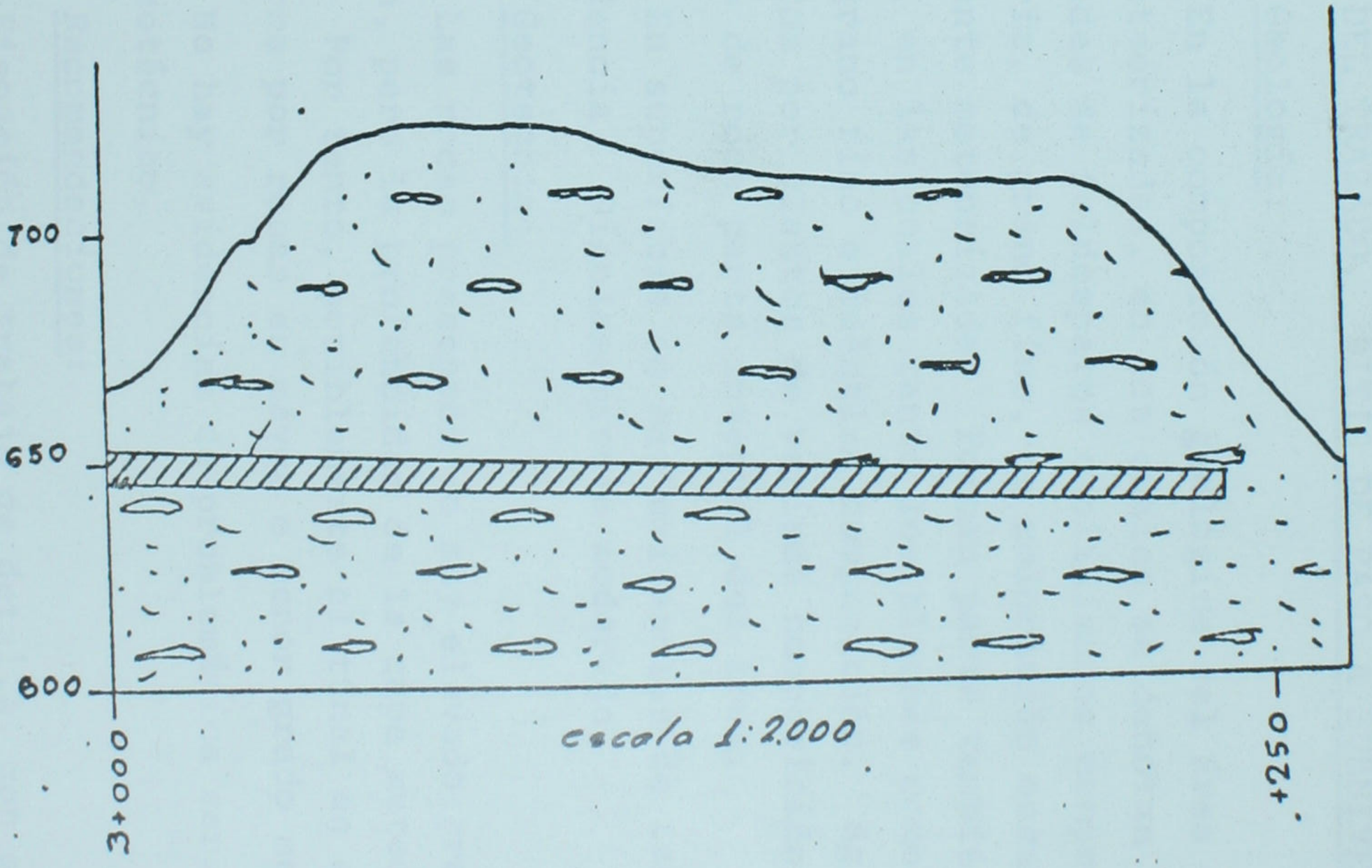
4.2.1.3 Recomendaciones

Ejecución de trabajo de detalle (norias, trincheras y desbancos) que permitan la cartografía geológica a mayor escala, pudiéndose en esa etapa, elaborar un programa de perforación con recuperación de núcleo.

*****

perfil geológico

segundo túnel proyecto



ignimbritas

túnel

4.2.2 SEGMENTO COMPRENDIDO ENTRE 24.06 Km y 24.57 Km DEL TRAZADO. SITIO DE PASO A SUBNIVEL

4.2.2.1 Geología:

En la composición geológica del área toman parte lavas meteorizadas, en las cuales se denotan fenocristales grandes de feldespatos caolinizados comprendidos en una matriz, de grano fino, de coloración oscura, sana o ligeramente meteorizada. Forman parte también lavas - brechas, en las cuales tanto los bloques como la matriz son de grano fino e idéntica composición. Aglomerados, compuestos por clastos de variada composición, son el tercer tipo de roca parte integral del área.

En superficie no hay evidencias de tectonismo de trascendencia. Diaclasamiento moderado.

4.2.2.2 Geotecnia:

Las rocas presentan no muy elevado grado de meteorización, pero la profundidad de la capa meteorizada es - grande. Por tanto, posiblemente el túnel en su totalidad transcurra por rocas en mayor o menor grado meteorizadas.

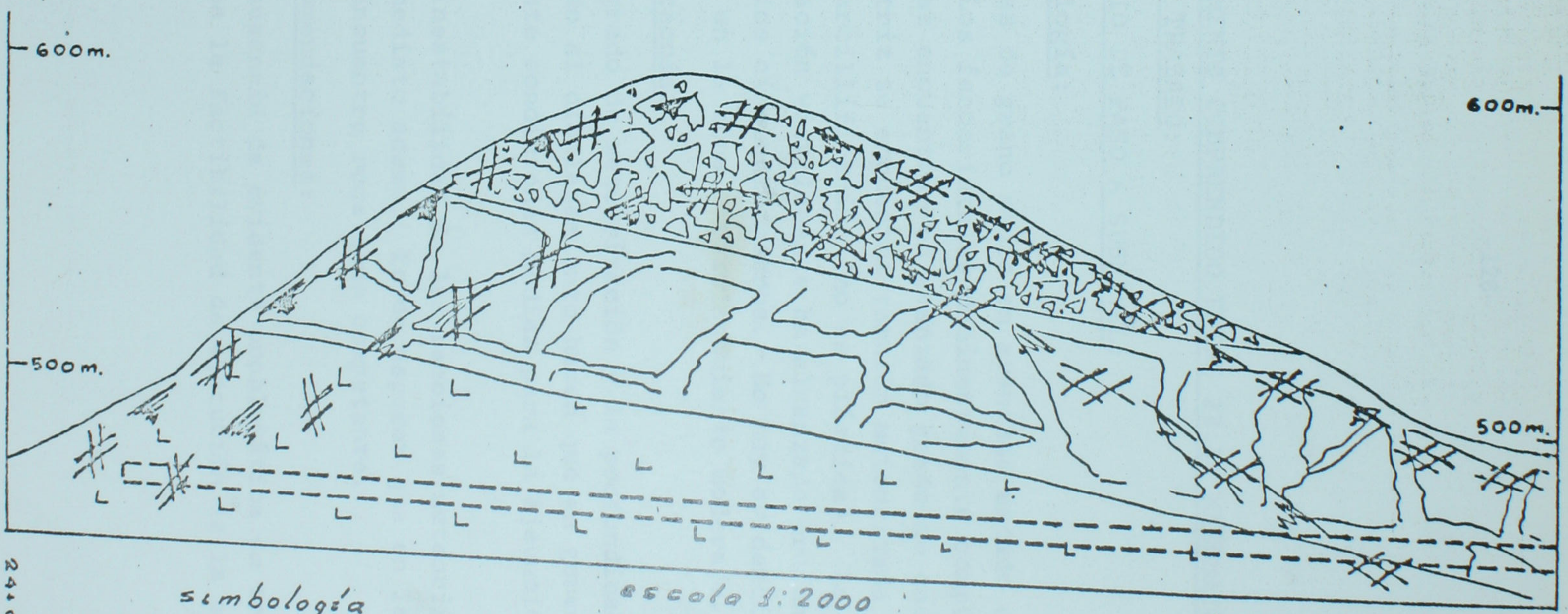
No hay evidencias de problemática seria en el aspecto geotécnico.

4.2.2.3 Recomendaciones:

Ejecución de trabajo de detalle, con suficiente - auxilio de desbancos norias y trincheras para el pronóstico definitivo de las condiciones del área.

perfil geológico

4º sitio de túnel



escala 1:2000

simbología

- aglomerados
- lavas brechas
- lavas
- túnel
- zona meteorización
- contactos

túnel 4

alternativa sur

4.2.3 SEGMENTO COMPRENDIDO ENTRE 23.50 KILOMETRO Y 23.82 DEL TRAZADO:

SITIO DE PASO A SUBNIVEL:

4.2.3.1 Geología:

Lavas de grano medio en avanzado estado de meteorización. Los fenocristales dominantemente compuestos por feldespato se encuentran en avanzado grado de caolinización, la matriz se encuentra también meteorizada pero no revela aún arcillificación (no es plástica). La acción de la meteorización visiblemente ha alcanzado profundidades cercanas a los cincuenta metros. No hay evidencias de afallamiento en la zona. Diaclasamiento moderado.

4.2.3.2 Geotecnia:

El grado de meteorización y la profundidad de la misma, sumado al diaclasamiento hacen que en general el tramo presente condiciones medias para la ejecución del túnel.

La inestabilidad de las secciones meteorizadas requerirán inmediato ademe. Es de esperar que en la parte central se encuentre roca sana competente.

4.2.3.3 Recomendaciones:

La ausencia de evidente problemática de trascendencia indica la factibilidad de ejecución de la obra en proyecto.

De ser elegido el sitio para tal efecto deberán efectuarse trabajos de detalle, realizables únicamente con el apoyo de abundantes trincheras, norias, desbanchos y perforaciones.

*****

5. C A N T E R A S
= = = = = = = = =

5.1 YACIMIENTO DE AGLOMERADOS

5.1.1 Ubicación: Cerro Cebollín .
Hoja Barranca, 3245-I. Edición:
I.G.C.R. 1975. Escala 1:50.000
Coordenadas 215.50 - 216.50 y
459.50 - 460.20

5.1.2 Geología:

El cerro Cebollín y sus inmediaciones, litológicamente está formado por aglomerados de coloración gris claro. En una matriz tobácea, bien cementada, de buena dureza, se encuentran comprendidos abundantes clastos, dentro de los cuales hay franco predominio de los compuestos por lava de poro medio. Tanto la matriz como los clastos han sido poco afectados por la meteorización.

El yacimiento en sí estaría constituido por el Cerro Cebollín y los pequeños cerros inmediatos adyacentes.

5.1.3 Cálculo de reservas mínimas:

Las reservas mínimas fácilmente explotables, gracias a sus condiciones topográficas favorables es de - 1.600.000. métros cúbicos.

5.1.4 Características geotécnicas:

Dureza y porosidad medias. Porosa. Sana. Producirá abundantes finos al ser triturada. Baja resis-

tencia a la abrasión.

5.1.4 Posibles usos:

Buen material para base y sub-base.

5.2 YACIMIENTO DE IGNIMBRITAS "CASERIO ARTIEDA".

Ubicación:

Cercanías de caserío Artiada, 4.500 metros al sur 400 este de Esparta.

Hoja Barranca. Edición I.G. C.R. 1975. - Hoja 3245-I. Escala 1:50.000. Coordenadas 215.00-216.00 y 460.00 - 461.00

5.2.1 Geología:

El yacimiento comprende la peneplanicie en que se ubica el caserío de Artieda y áreas circunvecinas.

Sobre la serie sedimentaria marina, yace un manto de ignimbritas cuyo espesor oscila entre diez y veinte metros, cubriendo un área mayor a 2 kilómetros cuadrados.

Contienen abundante pomez colapsado y fragmentos de lava.

5.2.2 Cálculo mínimo de reservas:

En forma conservadora pueden garantizarse 500.000 m^3 de materiales sanos, fácilmente explotables. Sin embargo las reservas reales sobrepasan en mucho la cifra expresada.

La cobertura de yacimiento a eliminar, no sobrepa

sa los 50 centímetros.

5.2.3 Características geotécnicas:

Roca bien cementada, completamente sana o levemente meteorizada, buena dureza. Porosidad media. Permeabilidad baja. Producirá abundantes finos al ser trituradas.

5,2.3 Posibles usos:

Buen material para sub-base. Deberán determinarse sus parámetros para posible uso como material de base o como árido para mezclas de asfalto o concreto.

5.3 YACIMIENTO DE IGNIMBRITAS "HACIENDA LA ARBOLEDA".

Ubicación:

1.500 metros al sureste de Orotina. Hoja Barranca 3245-I. Edición I.G.C.R. 1975 Escala 1:50.000. Cordenadas 210.15-210.60 - 480.40 - 480.70.

5.3.1 Geología:

Toda el área de topografía plana, ubicada al sureste de Orotina, conocida con el nombre de La Arboleda, desde el punto de vista geológico está compuesta por - ignimbritas bien soldadas, cuyas características geotécnicas, modo de yacimiento y facilidad de acceso a los - posibles futuros frentes, las convierte en potenciales fuentes de materiales para la estructura en proyecto.

5.3.2 Cálculo mínimo de reservas:

800.000 m^3.

5.3.3 Caracterísitcas geotécnicas:

Ignimbritas bien soldadas, buena dureza, porosidad baja. Producirán cantidad media de finos al ser - trituradas.

5.3.4 Posibles usos:

Material para base y sub-base. Deberá investigarse para su utilización como árido para concreto y/o asfalto.

5.3.5 Observaciones:

Existe camino de acceso hasta los posibles frentes de explotación.

5.4 YACIMIENTO DE LAVAS:

Ubicación:

2.5 Km al Sureste de Orotina (márgen derecho del r. Tárcoles) Hoja Barranca 3245.-I. Edición I.G.C.R. 2-1969. Escala 1:50.000. Coordenadas 210.1-481.30.

5.4.1 Geología:

Lavas de coloración gris oscura, masivas, muy sanas, poco diaclasadas, seudoestratificadas.

En el afloramiento observado estas lavas componen un manto, en posición aparentemente horizontal o con leve buzamiento, cuyo espesor supera los diez metros.

5.4.2 Cálculo de reservas:

No se procedió a cubicar por deficiencias de datos. Es necesario efectuar trabajos auxiliares para proceder a cálculos preliminares de reservas.

5.4.3 Características geotécnicas:

Elevada dureza y resistencia a la abrasión y esfuerzos físicos. Compacta (masiva). Sana. Producirá muy baja cantidad de finos el ser triturada.

5.4.4 Posibles usos:

Buen material para mezclas de concreto y/o asfalto. Buen material para base y sub-base.

5.5 YACIMIENTO DE IGNIMBRITAS:

Ubicación:

Bolson (Monterrey). 2 Km. Oeste de San Pablo. - Hoja Río Grande, 3345 IV. Edición 2 I.G.N.C.R. 1975. Escala 1:50.000. Coordenadas 210.5 - 211.3 y 484.4 - 486.5

5.5.1 Geología:

Ignimbritas de coloración gris oscura. En matriz cinerítica se encuentran comprendidos abundantes fragmentos, líticos en su mayoría; compuestos de pómez en menor cantidad; dispuestos en orientación definida, produciendo en la roca estructura fluoidal. La roca es masiva, bien soldada.

5.5.2 Cálculo reservas mínimas:

Las reservas sobrepasan los veinte millones de metros cúbicos. Sin embargo, sería recomendable efectuar trabajo de detalle para la ubicación de los sitios óptimos para la explotación.

5.5.3 Características geotécnicas:

Buena dureza, baja porosidad y permeabilidad.

5.4.4 Posibles usos:

Buen material para base y sub-base. Debe investigarse como posible agregado para mezclas de concreto o asfalto.

5.6 YACIMIENTO DE TOBAS SOLDADAS.

Ubicación:

Inmediaciones de Hacienda Vieja, Hoja Río Grande 3345 IV. Edición 2 I.G.N.C.R. 1975. Escala 1:50.000. Coordenadas 210.7-211.0 y 482.7 y 483.0

5.6.1 Geología:

Extensa área compuesta por tobas soldadas. En matriz cinerítica se observan pequeños fragmentos piroclásticos de diámetro menor a un milímetro, de composición feldepática o vítrea, y fragmentos de mayor tamaño (5x3 mm.) de pómez. Los fragmentos denotan orientación definida, produciendo textura fluvial.

Hay abundante diaclasamiento que produce en la totalidad del maciso fácil separación en bloques aproximadamente cúbicos de veinte centímetros dé lado.

Forman un potente manto horizontal, con un espesor, de las primeras decenas de metros.

5.6.2 Cálculo de reservas mínimas:

Las reservas fácilmente explotables (condiciones topográficas y acceso) superan el millón de metros cúbicos, cifra que fácilmente podrá quintuplicarse con elementales trabajos de evaluación del yacimiento.

5.6.3 Características geotécnicas:

Buena dureza, baja porosidad y permeabilidad. Producen abundantes finos al ser trituradas.

5.6.4 Posibles usos:

Buen material para base y sub-base.

5.7 YACIMIENTO DE MATERIALES TOBÁCEOS:

Tipo de Material:

Tobas de coloración café grisáceo. En una matriz compuesta por ceniza y arena volcánica, ligeramente coherente, se encuentran comprendidos abundantes fragmentos de pómez de hasta dos centímetros de diámetro, pequeños fragmentos de mica oscura (aprox. 1/2 mm) y algunos fragmentos medios de feldespato.

5.7.1 Punto coordenado 486 - 212.60
Hoja Río Grande 3345 IV. Escla 1:50.000
Edición 2. I.G.N.C.R., 1975.

5.7.2 Características:

Baja dureza, no plásticas. Producirán abundantes finos al ser removidas y trituradas.

5.7.3 Posibles usos:

Material de préstamo para sub-base.

5.7.4 Cuantificación mínima aproximada de reservas:

500.000 m^3

****

6. D E S L I Z A M I E N T O S
= = = = = = = = = = = = = = =

DESLIZAMIENTOS

Los deslizamientos de la región pueden ser divididos en dos grandes grupos generales: 1. aquellos cuyas características o cercanía a alguna de las alternativas sugiere que pueda llegar a afectarla y 2. aquellos lo suficientemente alejadas de las alternativas para suponer que no causarán ningún efecto directo o indirecto.

Vale adelantar, que los deslizamientos observados están confinados al área cruzada por la alternativa sur y en sús alrededores, mientras que las alternativas del norte no presentan por el momento este tipo de problemas y no se vislumbra quepuedan llegar a presentarlo, aún después de construidas.

Para mayor comodidad en la descripción y de localización de los deslizamientos en el mapa, los hemos numerado comenzando por el número 1, en el este de la - alternativa sur y progresando con ella hacia el norte.

6.1 Deslizamientos que pueden afectar la alternativa:

6.1.1 Deslizamiento N°1, Fila Diamante:

Se ubica en la Fila Diamante, en la cabecera - de la quebrada el Mico. Ocupa parte de la cicatriz vieja de un antiguo deslizamiento. El área activa puede - ser de 50 Ha. mientras el área total es de aproximadamente 2.5 Km^2. Presenta un frente de 2,3 Km. a la alterna

tiva, pero en el sector inactivo.

6.1.1.2 Causas:

1. Fuerte buzamiento en sentido de la pendiente.
2. Fracturas en dirección a la pendiente, y transversales.
3. Delgadas capas arcillosas entre los estratos

6.1.1.3 Recomendaciones:

Aunque el deslizamiento activo no será cortado por la alternativa, existe el peligro de que el corte realizado lo reactive. Hay poca posibilidad de desvío de la alternativa ya que hacía arriba se mete más el área problema y hacia abajo está el río Virilla. Lo mejor será cruzar el Virilla antes de llegar al deslizamiento, inmediatamente de cruzar la Quebrada Honda.

Su actividad al momento se limitaba a una fuerte remoción en masa de características superficiales con volcamiento de árboles pero de movimiento muy lento.

6.1.2 Deslizamiento N° 2. Fila El Diamante:

Ubicado inmediatamente al oeste del anterior. su área es muy pequeña de unas 4 Has. Es un deslizamiento viejo inactivo.

6.1.2.1 Causas:

La meteorización de la roca así como su buzamiento.

6.1.2.2 Recomendaciones:

Ninguna. Aparentemente no ocasionará problemas.

6.1.3 Deslizamiento Nº 4. Al este de San Isidro.

Ubicado en la cuenca de la Quebrada Cacho. Coord. 494.21 al este del caserío de San Isidro.

Es el más grande de los observados, ocupa un área de aproximadamente 2.5 Km^2., con una mayor longitud de 4,3 Kms. en el sentido NS que es el de la pendiente y un máximo ancho de 1. Km. precisamente donde lo cruza la alternativa. Por lo observado es un deslizamiento inactivo. Sin embargo el peligro de reactivarlo siempre existe.

6.1.3.1 Causas:

Roca volcánica meteorizada y fuerte pendiente del terreno.

6.1.3.2 Recomendaciones:

Desplazar la línea hacia el norte con el fin de cortarlo en su sección más angosta, el área de deposición con un ancho de unos 500 m.

6.1.4 Deslizamiento Nº 5. Cuenca del Río Chucás.

Pequeños deslizamientos activos ubicados en la cuenca alta del río Chucás, coordenadas 492-210. Aparen

temente su movimiento es lento y abarca los primeros metros del terreno, en roca meteorizada.

6.1.4.1 Causas:

Roca volcánica muy meteorizada en los primeros metros de la superficie.

6.1.4.2 Recomendaciones:

Los deslizamientos en sí no afectarán la alternativa, pero las condiciones en ésta en las cercanías de coordenadas 492.2-a 491, son similares y podrían producirse movimientos de remoción al efectuar los cortes.

6.1.5 Deslizamiento N° 7. Al Sur de Orotina.

Está ubicado al sur este de Orotina, entre la coordenada 482.5 y el de Río Grande de Tárcoles; inmediatamente al sur del sitio del puente de ese lugar. - Dentro de un área aproximada de 70 Has. Está inactivo.

6,1,5,1 Causas:

Roca volcánica meteorizada, parcialmente por acción hidrotermal.

6.1.5.2 Recomendaciones:

Es conveniente un mayor estudio del sitio del puente con el fin de poder determinar si la estructura se va a ver efectada por el deslizamiento.

6.2 Deslizamiento que no Afectará a la Alternativa:

6.2.1 Deslizamiento N° 3. Al Norte de Jateo.

Se encuentra ubicado 1 Km. al norte del caserío de Jateo. Coord. 497.5-211. Ocupa aproximadamente 25 - Ha. La alternativa pasa a 1000 metros al sur.

6.2.1.1. Causas.

Caída de bloques de ignimbrita por socavamiento erosivo en su base.

6.2.1.2 Recomendaciones:

Ninguna. Está muy alejado de la alternativa y no parece activo.

6.2.2 Deslizamiento N° 6. San Pablo.

Se encuentra ubicado al norte de San Pablo de Turrubares, en las coordenadas 488-211. Está inactivo y cubre aproximadamente 50 Has.

6.2.2.1 Causas:

Roca volcánica meteorizada y socavamiento del río Virilla.

6.2.2.2. Recomendaciones:

Ninguna. El deslizamiento está a 500 m al norte de la alternativa; y no se esperan problemas.

6.2.3 Deslizamiento N° 8. Al sur de Orotina.

Ubicado al sur de Orotina la coordenada 482-208 y el Grande de Tárcoles. Aparentemente está inactivo, cubre una área de aproximadamente 35 Has.

6.2.3.1 Causas:

Roca volcánica alterada hidrotermalmente.

6.2.3.2 Recomendaciones:

Ninguna. La alternativa pasa muy lejos.

***

7. C O N C L U S I O N E S

= = = = = = = = = = = = =

CONCLUSIONES

Se presenta a manera de un breve resumen las principales características geotécnicas de las alternativas, sitios de puente y túnel.

En un área tan grande es difícil pretender generalizar debido a la variedad de condiciones existentes. Sin embargo se hará una generalización en aquellos casos que sea posible.

Es necesario en este punto, dar una explica - ción concerniente a la forma de estudio y razonamient para lograr las características geotécnicas mencionadas dentro de este texto.

En el análisis de las características geotécnicas hemos considerado: la composición mineralógica - de la roca, su textura, grado de meteorización, frecuencia de fracturas, dirección y pendiente de fracturas,- planos de buzamiento y frecuencia. Todas las anteriores características son de orden interno a la roca.

En el terreno, los anteriores factores pueden verse afectados por las características de pendiente del mismo en relación a la posición de la roca y a sus relaciones con otras rocas.

***

ALTERNATIVA SUR:

Las secciones en que esta alternativa transcurre sobre las ignimbritas pertenecientes a la unidad de Formación Volcánica del Valle Central ,presentan óptimas condiciones como medio soportante para la estructura en proyecto, son de buena dureza, permeables, bien drenadas. Originan, por razones que encontramos en su misma génesis, topografía, sumamente planas. Pueden recomendarse casi la totalidad de estos materiales, como aptos para base y sub-base.

Presentan las ignimbritas una capa meteorizada poco profunda (del orden de dos o tres metros) en algunos casos arcillificada, cuya eliminación sería recomendable. Es tam bién necesario recalcar, que esta capa - de arcillificación, sumada a su topografía plana, condiciona en algunas áreas condiciones pantanosas, fenómeno fácilmente obviable con la construcción de sistemas de drenaje superficiales adecuados.

Los puentes emplazados en esta unidad en forma general encontrarán condiciones satisfactorias de comportamiento de su medio soportante, si se toman en cuenta las recomendaciones hechas en forma individual para cada sitio.

El segmento en que la alternativa corre sobre alternancia de lutitas y areniscas pertenecientes a la

formación Térraba, principalmente en la sección en que corta los cerros conocidos con el nombre de Fila Diamante, presentará problemática sería, en especial en lo que a estabilidad de taludes respecta, ya que aquí encontramos una secuencia de estratos de variado espesor de areniscas que intercalan con lutitas, dentro de los cuales se intercalan también delgados estratos de (3 cm a 4 cm) de arcillas muy plásticas. En forma predominante esta estratificación presenta buzamientos al noroeste, sea - hacia el corte de la carretera, con inclinaciones de hasta 50º, lo cual sumado a la topografía abrupta, representará elevado grado de probabilidad al acontecimiento de frecuentes derrumbes de considerable magnitud.

Como medio soportante para la estructura en proyecto, estos materiales tampoco pueden ser catalogados como aceptables dadas las condiciones de elevada humedad a que presumiblemente permanecerían sometidos en la estación lluviosa.

Las rocas volcánicas (lavas, brechas y aglomerados) pertenecientes a la Formación Aguacate, cortadas por esta alternativa, aunque bastante alteradas por la meteorización y arcillificadas a veces, pueden sin embargo considerarse aceptables como medio soportante para la estructura en proyecto.

ALTERNATIVA NORTE DISEÑO:

Esta alternativa transcurrirá en su mayoría - sobre las ignimbritas de la unidad Formación Volcánica del Valle Central, cuyas favorables condiciones geotécnicas arriba descritas representan plena garantía de - comportamiento satisfactorio.

Cortos segmentos, ya descritos en forma individual, representarán problemas locales de poca tras - cendencia, principalemnte en aquellos ubicados sobre la Formación Térraba.

ALTERNATIVA NORTE TURRUCARES:

Desde su inicio hasta su intersección con el Río Grande (primeros (29.5 Km), esta alternativa tendrá como medio soportante básicamente las ignimbritas, en párrafos anteriores descritas, de condiciones geotécnicas idénticas, sea óptimas para el paso de la carretera. Luego, el segmento comprendido entre Río Grande y la Quebrada Caño Grande (29.5 Km a 35.5 Km) será sobre materiales piroclásticos, de características geotécnicas satisfactorias, Por último, la sección final correrá sobre lavas y piroclastos generalmente muy meteorizados, pero no arcillificados, que probablemente presente problemas menores por estabilidad de taludes, requiriendo con frecuencia la utilización de materiales de preśtamo.

ALTERNATIVA UNICA:

Esta alternativa presenta algunos problemas -

locales, serios que fueron ya descritos en forma individual detalladamente, pudiendose decir únicamente en forma generalizada que hay predominio de condiciones - geotécnicas satisfactorias.

****

SITIOS DE EMPLAZAMIENTO DE PUENTE

Los puentes N°1, N°6, N° 17, N° 18, N° 40 y - N°41, todos de las alternativas del Norte, así como el N° 24 sobre el Río Jaris y N° 12 sobre el Río Picagres, ambos de la alternativa sur, presentan como condición común el que sus cimientos quedarán emplazados en ignim britas, cuyas características geotécnicas difieren levemente de un sitio a otro, conservado como denominador común, los siguientes parámetros: buena dureza, bien - soldadas, moderado diaclasamiento en planos predominantemente verticales, sanas o levemente meteorizadas en - una capa superficial de uno a dos metros de espesor; sin afallamiento y de buena capacidad soportante.

El espesor del manto de ignimbritas en los sitios mencionados, no es inferior a los veinte metros. La es tabilidad natural que presentan es buena, siendo frecuente en ellas, taludes, estables verticales o de gran ángulo de inclinación.

Los sitios de emplazamiento evidencian peligro potencial por los sistemas de diaclasamiento menciona- dos, los cuales, en algunos de los sitios son casi con= tinuos en planos verticales y planos de debilidad coin- cidentes con los planos de seudoestratificación (general mente horizontales) de las ignimbritas, lo cual podría favorecer la aparición de planos de falla: si los esfuer zos generados por las estructuras no se orientasen correc

tamente. Por lo cual se considera conveniente, una vez elegida la alternativa, efectuar trabajos de detalle, - tendientes a establecer con exactitud la posición espacial de los planos dominantes de diaclasamiento.

Los restantes sitios de emplazamiento de puentes presentan características individuales típicas para cada sitio, razón que no permite generalización. Pudiéndose sólo agregar que no hay evidencias de problemática seria, siendo las características geotécnicas de los materiales en que serán emplazados, aceptables.

***

TUNELES

ALTERNATIVA NORTE:

Los tres túneles contemplados en el anteproyecto para ésta alternativa presentan condiciones geotécnicas muy similares entre sí, ya que los tres cortarán rocas volcánicas pertenecientes a la formación Aguacate, en una sección cuya génesis e historia geológica es válida para la totalidad y cada una de las áreas que la componen. Así tenemos como características sobresaliente, el que las rocas presentan elevado grado de alteración hidrotermal, existencia de vetas de cuarzo, caolinización, diaclasamiento y posiblemente mineralizaciones.

Las condiciones de estabilidad de las rocas a perforar, se deben considerar precarias, aunque laborables. Las fallas localizadas no presentan evidencias de actividad, reciente.

Cortos segmentos (intersección de vetas, zonas arcillificadas y zonas de falla) requerirán cementación por inyecciones previas a la perforación del túnel, tendientes a estabilizar e impermeabilizar tales pasos.

El desfase entre avance de frente de perforación y entibación requerirá corto intérvalo de tiempo.

El avance del frente de perforación del túnel deberá ser precedido por sondeos con recuperación de núcleo, con la finalidad de conocer anticipadamente al de

talle, las condiciones de la roca a perforar.

ALTERNATIVA SUR:

El túnel N° 1, al este de la quebrada Honda, estará construido en su casi totalidad en ignimbrita, con muy buena estabilidad en sus paredes y techo. En - el extremo oeste podría encontrarse lava pero esta roca brindará mejores condiciones de estabilidad.

Por razones obvias, no podemos saber que se - encuentra en el núcleo del túnel. Y en el peor de los casos podría encontrarse roca sedimentaria de la Forma- ción Térraba. Si así fuera, podría haber problemas de estabilidad debido al alto grado de fracturación y a los planos de buzamiento.

Los túneles comprendidos entre kilómetros 23 y 25 de este trazado, quedarán emplazados en rocas efusi- vas pertenecientes a la Formación Aguacate, principalmente lavas en avanzado grado de meteorización. Las condiciones geotécnicas serán uniformes, exceptuando los primeros metros inmediatos a las intersecciones de los túneles con la superficie topográfica, donde la alteración de la roca será mayor. En superficie no se observó afallamiento o alteración hidrotermal de importancia.

***

FOTO Nº 1. Llanos de Ventanas. Coordenadas 503-505.
LA Alternativa Norte Diseño, pasará por esta area.
El nivel superior izquierdo es la colada de Ceb-dilla.
El nivel inferior por donde irá la carretera es ignimbrita.

FOTO Nº 2. Alternativa sur entre coordenadas 509.5 y 508.5 aprox.

El corte vertical es ignimbrita; la topografía plano ondulada inferior es un relleno coluvio aluvial.

FOTO Nº 3. Pequeños deslizamientos cerca de la ribera sur del puente de Picagres

FOTO Nº 4. Pequeños deslizamientos al sur este de la quebrada Las Mesas.

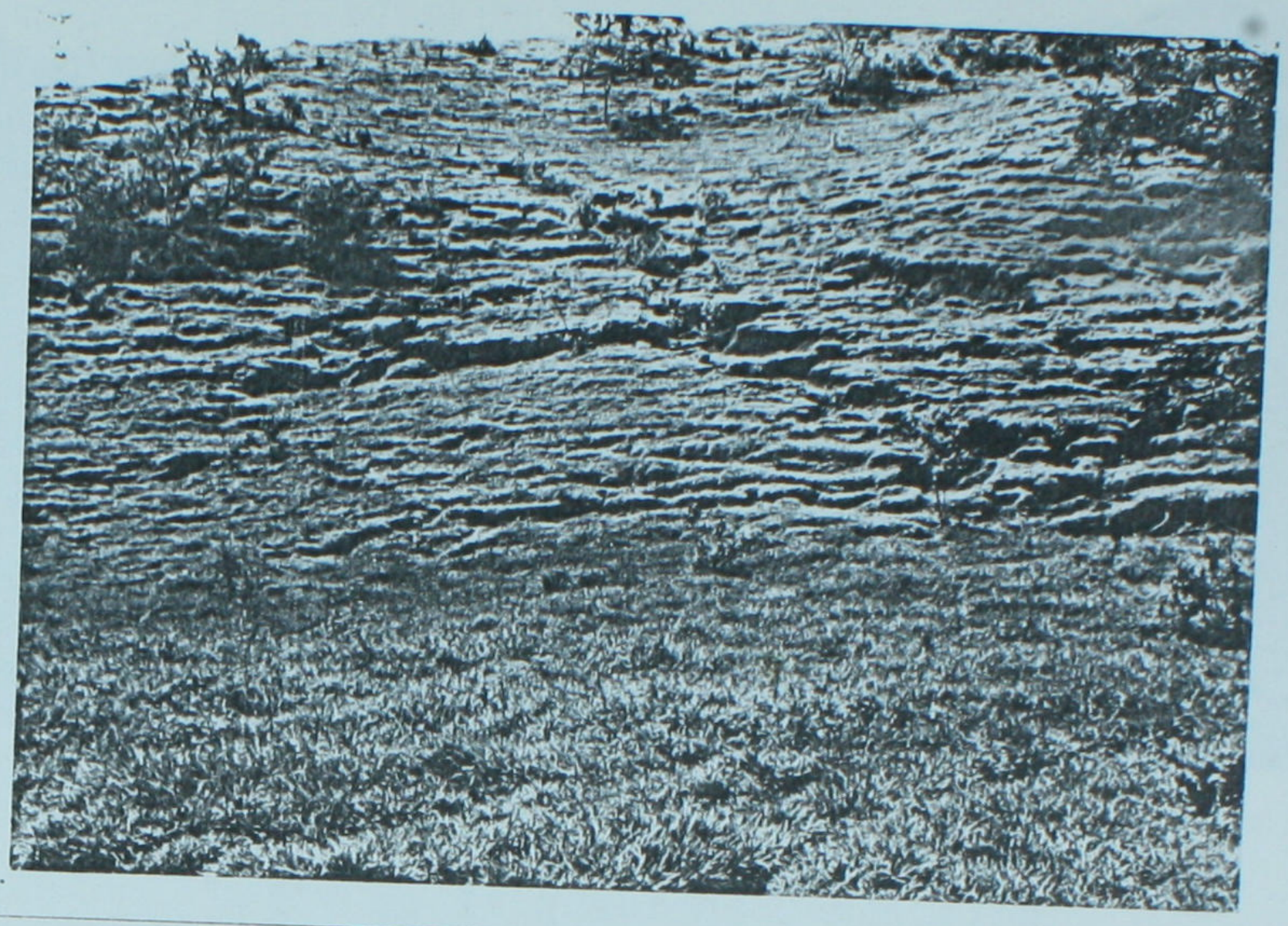


FOTO Nº 5. Pequeños deslizamientos al oeste de quebrada Las Mesas.

FOTO Nº 6. Llano de Bolsón y de Escobal, separados por el valle del río Grande de Tércoles. Ignimbrita sobre lava.

FOTO Nº 7. Valle de la quebrada Concepción .
Sitio del puente Nº 9.

FOTO Nº 8. Confluencia del río Segundo y Virilla.
Aproximadamente a unos 100 metros sobre el río Segundo estará el puente Nº 2

FOTO Nº 9. Río Picagres. Sitio de puente Nº12 .
Columnas de ignimbrita en la base, a nivel del agua.

FOTO Nº 10. Sitio de puente Nº 44, sobre el río Grande de Tércoles. El nievel alto del terreno es ignimbrita. La sección inferior un aglomerado volcánico.

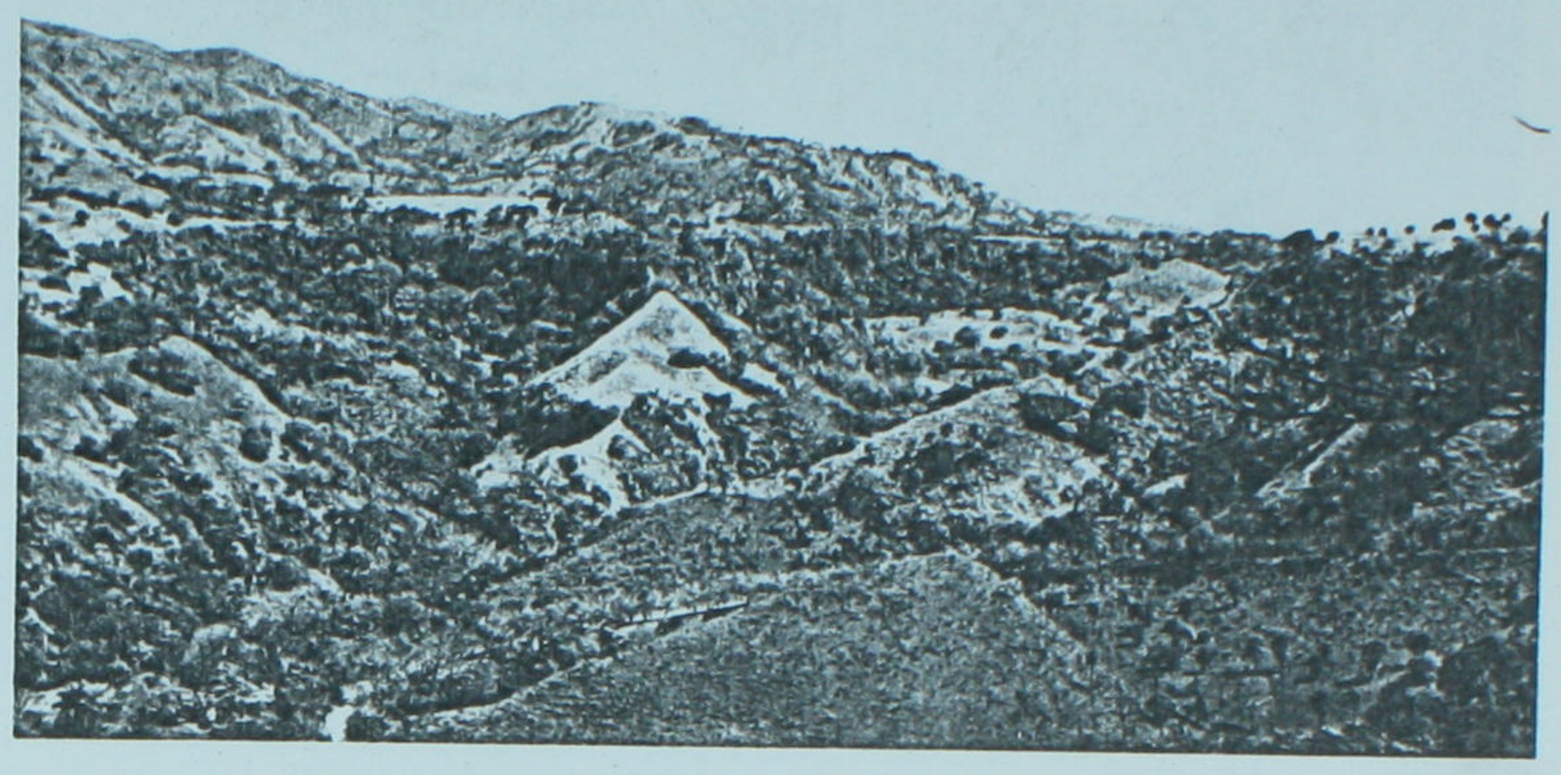


FOTO Nº 12. Llano de Escobal. sitio de unión de las dos alternativas del norte.

FOTO Nº 11. Entrada del este del túnel Nº 1 .
La roca es ignimbrita.

FOTO Nº 13. Río Virilla. Sitio de puente Nº 1.
La roca en la parte superior es ignimbrita.
A nivel del cauce hay lava.

FOTO Nº 14. Formación Térraba frente a casa de Máquinas de Nuestro Amo en el río Virilla. Obsérvese el buzamiento de 10º hacia el río y algunas fracturas verticales.

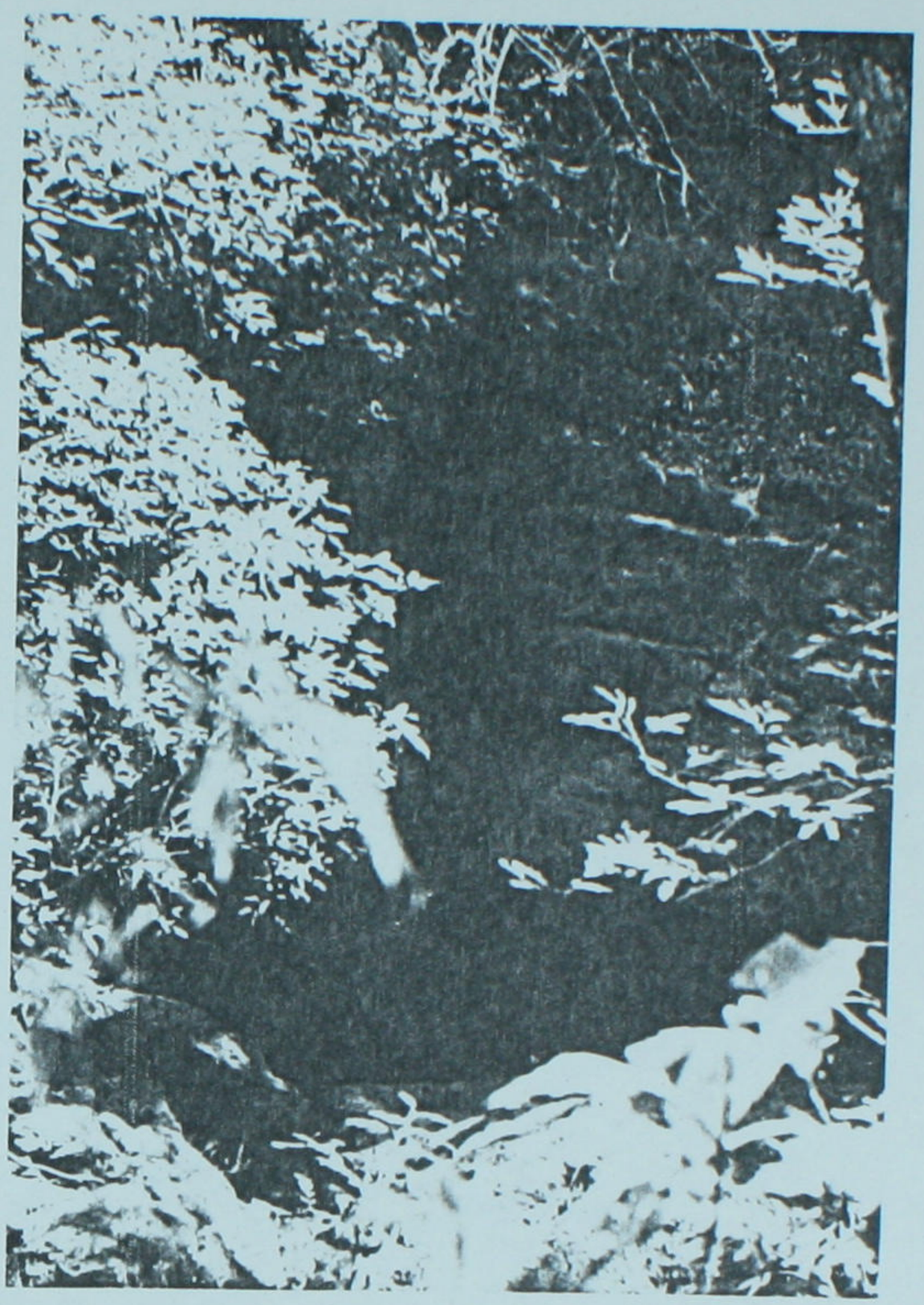


FOTO Nº 15. Río Segundo . Fractura vertical en el sitio de puente Nº 2. La roca es ignimbrita.

GEOLOGIA y GEOTECNIA

PROYECTO

CIUDAD COLON – CALDERA

Sección en la HOJA RIO GRANDE

Por Geominas ejecutaron: Geólogos

C. Torres A. y R. Madrigal G.

Mapa base la HOJA RIO GRANDE del I.G.C.R.

Escala 1:50000

LEYENDA

EDAD	FORMACION	LITOLOGIA	METEORIZACION	ESTABILIDAD	CAPACIDAD SOPORTANTE
Cuaternario	VALLE CENTRAL	lava (L)	ninguna	buena	buena
		Ignimbrita (I)	poca	buena	buena
Terciario	AGUACATE	lava (AL)	poca	buena	buena
		sin diferenciar (A)	variada	buena // regular //	buena // regular //
	TURRUCARES	areniscas y conglomerados calcareos (tu)	mucha	mala	regular
	TERRABA	lutitas y areniscas (T)	variada	// regular /	// regular /

deslizamiento viejo / activo

51° buzamiento

///// area de problemas

tindero geológico

alternativo

GEOLOGIA y GEOTECNIA

PROYECTO

CIUDAD COLON - CALDERA

Sección en la HOJA BARRANCA

Por Geominas ejecutaron Geólogos:

C. Torres A. y R. Madrigal G.

1977

Escala 1:50000

Mapa base la HOJA 3245 I BARRANCA del I.G.C.R.

LEYENDA

Edad		Formación	Litología	Meteorización	Estabilidad	Capacidad soportante
CUATERNARIO	E	ESPARTA	bloques líticos sanos en matriz arcillo – arenosa	regular	buena	regular
	lg	VALLE CENTRAL	ignimbritas.	poca	buena	buena
TERCIARIO	ti	TIVIVES	bloques líticos sanos de lava en matriz tobácea localmente arcillificada.	localmente arcillificada.	buena	buena
	A	AGUACATE	lava-toba-aglomerado.	regular	buena	buena
	M	MATA DE LIMON	areniscas y limos tobáceas	mucha		

lindero geológico

alternativa