

PÚBLICO

DOCUMENTO DEL BANCO INTERAMERICANO DE DESARROLLO

ECUADOR

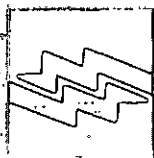
PROYECTO HIDROELÉCTRICO COCA-CODO SINCLAIR

ESTUDIOS DE FACTIBILIDAD

(EC0123)

ANEXO E GEOFÍSICA

MARZO 1992



INECEL

REPUBLICA DEL ECUADOR
MINISTERIO DE ENERGIA Y MINAS

INSTITUTO ECUATORIANO DE ELECTRIFICACION

PROYECTO HIDROELECTRICO COCA-CODO SINCLAIR
ESTUDIO DE FACTIBILIDAD

ANEXO E
GEOFISICA

BORRADOR

ESTUDIOS REALIZADOS POR INECEL Y LA ASOCIACION DE FIRMAS CONSULTORAS

ELECTROCONSULT - TRACTIONEE - RODIO
ASTEC - INELIN - INGECONSULT - CAMINOS Y CANALES

ESTUDIO DE FACTIBILIDAD

ANEXO E
GEOFISICA

Borrador

Marzo de 1992

El presente Anexo forma parte de los documentos que constituyen el Informe Final del Estudio de Factibilidad del Proyecto Hidroeléctrico Coca-Codo Sinclair.

La documentación completa se compone de los siguientes informes:

0209-B-150 INFORME GENERAL

0209-B-151	ANEXO A:	Topografía, Cartografía y Caminos
0209-B-152	ANEXO B:	Hidrología y Sedimentología
0209-B-153	ANEXO C:	Impacto Ambiental del Proyecto
0209-B-154	ANEXO D:	Geología
0209-B-155	ANEXO E:	Geofísica
0209-B-156	ANEXO F:	Perforaciones y Galerías Exploratorias
0209-B-157	ANEXO G:	Vulcanología
0209-B-158	ANEXO H:	Sismología y Tectónica
0209-B-159	ANEXO I:	Mecánica de Suelos
0209-B-160	ANEXO J:	Mecánica de Rocas
0209-B-161	ANEXO K:	Selección de Alternativas del Factor de Planta
0209-B-162	ANEXO L:	Selección de Alternativas de Obras Componentes
0209-B-163	ANEXO M:	Equipos Electromecánicos
0209-B-164	ANEXO N:	Metodología Constructiva y Presupuesto del Proyecto
0209-B-165	ANEXO O:	Obras Subterráneas
0209-B-166	ANEXO P:	Análisis Geotécnicos, Hidráulicos y Estructurales
0209-B-167	ANEXO Q:	Modelos Hidráulicos
0209-B-168	ANEXO R:	Evaluaciones Económicas

El presente volumen constituye el Anexo E del Informe Final del Estudio de Factibilidad del Proyecto Hidroeléctrico Coca-Codo Sinclair, en el que se presentan las conclusiones de las prospecciones y estudios geofísicos realizados en el área del Proyecto.

Este volumen sustituye el informe 0209-A-155 (Anexo E del Informe Final del Estudio de Selección de Alternativas - Fase A) y los informes de avance 0209-B-220, 0209-B-221 y 0209-B-222, de Fase B.

INDICE

	Página
INTRODUCCION	1
1. PROSPECCIONES GEOFISICAS SUPERFICIALES	2
1. RESUMEN DE RESULTADOS	2
1.1 Sector Ventana de Acceso	2
1.2 Sector Codo Sinclair	2
1.3 Sitio Presa Salado	4
2. ESTUDIOS GEOFISICOS ANTERIORES	6
3. METODOLOGIA DE TRABAJO Y CANTIDADES EJECUTADAS	7
3.1 Sector Ventana de Acceso	7
3.1.1 Sísmica de refracción	7
3.1.2 Resistividad eléctrica	7
3.2 Sector Codo Sinclair	8
3.2.1 Sísmica de refracción	8
3.2.2 Resistividad eléctrica	10
3.3 Sitio Presa Salado	11
3.3.1 Sísmica de refracción	11
3.3.2 Resistividad eléctrica	11
4. METODOLOGIA DE INTERPRETACION	13
5. INTERPRETACION GENERAL DE LOS RESULTADOS	15
5.1 Sector Ventana de Acceso	15
5.1.1 Sísmica de refracción	15
5.1.2 Resistividad eléctrica	17
5.2 Sector Codo Sinclair	18
5.2.1 Sísmica de refracción	18
5.2.2 Resistividad eléctrica	22
5.3 Sitio Presa Salado	23
5.3.1 Margen derecha	23
5.3.2 Margen izquierda	24

II.	INVESTIGACION SISMICA EN SUBTERRANEO	30
6.	RESUMEN DE RESULTADOS	30
7.	METODOLOGIA DE TRABAJO Y CANTIDADES EJECUTADAS	31
8.	INTERPRETACION LITOLOGICA Y PARAMETROS DINAMICOS	33
8.1	Galería exploratoria GT1	33
8.2	Galería exploratoria GT3	34
8.3	Galería exploratoria GTP1	34
8.4	Galería exploratoria GCM1	35

CUADROS

Cuadro 3/1	Sector Ventana de Acceso Investigación sísmica. Cantidades ejecutadas	7
Cuadro 3/2	Sector Ventana de Acceso Investigación geoelectrica. Cantidades ejecutadas	8
Cuadro 3/3	Sector Codo Sinclair Investigación sísmica. Cantidades ejecutadas	9
Cuadro 3/4	Sector Codo Sinclair Investigación geoelectrica. Cantidades ejecutadas	10
Cuadro 3/5	Sitio Presa Salado Investigación sísmica. Cantidades ejecutadas	11
Cuadro 5/1	Sector Ventana de Acceso Correlación entre las capas geosísmicas y la geología	15
Cuadro 5/2	Sector Ventana de Acceso Correlación entre las capas geoelectricas y la geología	18
Cuadro 5/3	Sector Codo Sinclair Correlación entre las capas geosísmicas y la geología	21
Cuadro 5/4	Sector Codo Sinclair Investigación geoelectrica. Espesor de las capas y resistividad eléctrica	23
Cuadro 5/5	Sitio Presa Salado. Margen derecha Correlación entre las capas geofísicas y la geología	27
Cuadro 5/6	Sitio Presa Salado. Margen izquierda cerca del río Coca Correlación entre las capas geofísicas y la geología	28

Cuadro 5/7	Sitio Presa Salado. Margen izquierda - Morro Salado Correlación entre las capas geofísicas y la geología	29
Cuadro 7/1	Galerías exploratorias Investigación sísmica. Cantidades ejecutadas	32
Cuadro 8/1	Galería exploratoria GT1 Correlación entre las velocidades sísmicas y la litología	33
Cuadro 8/2	Galería exploratoria GT1 Parámetros elásticos dinámicos calculados	33
Cuadro 8/3	Galería exploratoria GT3 Correlación entre las velocidades sísmicas y la litología	34
Cuadro 8/4	Galería exploratoria GT3 Parámetros elásticos dinámicos calculados	34
Cuadro 8/5	Galería exploratoria GTP1 Correlación entre las velocidades sísmicas y la litología	34
Cuadro 8/6	Galería exploratoria GTP1 Parámetros elásticos dinámicos calculados	35
Cuadro 8/7	Galería exploratoria GCM1 Correlación entre las velocidades sísmicas y la litología	35
Cuadro 8/8	Galería exploratoria GCM1 Parámetros elásticos dinámicos calculados	35

PLANOS

0209-G-2200	Geofísica Ventana de Acceso Ubicación de los perfiles sísmicos y sondeos eléctricos verticales (SEV)
0209-G-2201	Geofísica Codo Sinclair Ubicación de los perfiles sísmicos y sondeos eléctricos verticales (SEV)
	Ventana de Acceso Perfiles sismoestratigráficos - Leyenda

0209-G-2212-1	Geofísica Ventana de Acceso Perfil sismoestratigráfico "VA"
0209-G-2213-1	Geofísica Ventana de Acceso Perfil sismoestratigráfico "VR"
0209-G-2214-1	Geofísica Ventana de Acceso Perfiles sismoestratigráficos "VC" y "VE"
0209-G-2215-1	Geofísica Ventana de Acceso Perfil sismoestratigráfico "VCH"
0209-G-2216-1	Geofísica Ventana de Acceso Perfil sismoestratigráfico "VD" Ventana de Acceso Secciones electroestratigráficas - Leyenda
0209-G-2217-1	Geofísica Ventana de Acceso Secciones electroestratigráficas "VA"- "VCH"- "VF" Codo Sinclair Perfiles sismoestratigráficos - Leyenda
0209-G-2218	Geofísica Codo Sinclair Perfil sismoestratigráfico "AA"
0209-G-2219	Geofísica Codo Sinclair Perfiles sismoestratigráficos "BB" y "CC"
0209-G-2220	Geofísica Codo Sinclair Perfil sismoestratigráfico "DD"
0209-G-2221	Geofísica Codo Sinclair Perfil sismoestratigráfico "EE"
0209-G-2222	Geofísica Codo Sinclair Perfil sismoestratigráfico "FF"

0209-G-2223	Geofísica Codo Sinclair Perfiles sismoestratigráficos "GG"- "HH"- "II"
0209-G-2224	Geofísica Codo Sinclair Perfil sismoestratigráfico "JJ"
0209-G-2225	Geofísica Codo Sinclair Perfiles sismoestratigráficos "KK"- "LL"
0209-G-2226-1	Geofísica Codo Sinclair Perfil sismoestratigráfico "MM"
0209-G-2227-1	Geofísica Codo Sinclair Perfil sismoestratigráfico "NN"
0209-G-2228-1	Geofísica Codo Sinclair Perfil sismoestratigráfico "OO"
0209-G-2229-1	Geofísica Codo Sinclair Perfiles sismoestratigráficos "PP"- "QQ"
0209-G-2230-1	Geofísica Codo Sinclair Perfiles sismoestratigráficos "RR"- "SS" Codo Sinclair Secciones electroestratigráficas - Leyenda
0209-G-2231	Geofísica Codo Sinclair Secciones electroestratigráficas "XX"- "AA"- "JJ"
0209-G-2232	Geofísica Presa Salado Perfiles sismoestratigráficos
0209-G-2233	Geofísica Galería exploratoria GT1 Investigación sísmica
0209-G-2234	Geofísica Galería exploratoria GT3 Investigación sísmica

0209-G-2235	Geofísica Galería exploratoria GCM1 Investigación sísmica (hoja 1 de 5)
0209-G-2236	Geofísica Galería exploratoria GCM1 Investigación sísmica (hoja 2 de 5)
0209-G-2237	Geofísica Galería exploratoria GCM1 Investigación sísmica (hoja 3 de 5)
0209-G-2238	Geofísica Galería exploratoria GCM1 Investigación sísmica (hoja 4 de 5)
0209-G-2239	Geofísica Galería exploratoria GCM1 Investigación sísmica (hoja 5 de 5)
0209-G-2240	Geofísica Galería exploratoria GTP1 Investigación sísmica (hoja 1 de 2)
0209-G-2241	Geofísica Galería exploratoria GTP1 Investigación sísmica (hoja 2 de 2)

INTRODUCCION

Las investigaciones geofísicas superficiales realizadas durante las Fases A y B de los Estudios de Factibilidad del Proyecto Hidroeléctrico Coca-Codo Sinclair, estuvieron concentradas en el sector de la Ventana de Acceso al Túnel de Aducción, en el sector Codo Sinclair donde se ubican las obras de generación y de restitución, en el sitio de la presa derivadora Salado y en el sector Malo donde se ubicaban las obras de cierre estudiadas en la Fase A.

En este informe se presentan solamente los resultados obtenidos de las prospecciones realizadas en los sectores relacionados con las obras previstas en el diseño final de los Estudios de Factibilidad, con excepción entonces de las prospecciones realizadas en el sector Malo, debido a que las alternativas de cierre en este sector fueron desechadas.

Las investigaciones sísmicas en subterráneo ejecutadas en la Fase B estuvieron ubicadas en las galerías exploratorias excavadas en la margen derecha del sitio de la presa derivadora Salado, en el Embalse Compensador, donde desemboca el Túnel de Aducción, y en el sector Codo Sinclair, en la zona de la Casa de Máquinas y del tramo inferior de la Tubería de Presión.

Las prospecciones superficiales en el sector Ventana de Acceso y en el sitio de la presa Salado y parte de las prospecciones realizadas en el sector Codo Sinclair, además de las investigaciones sísmicas en subterráneo, fueron realizadas directamente por la División de Ingeniería Geotécnica de INECEL que ejecutó también el correspondiente procesamiento de datos y la interpretación preliminar de los resultados, que posteriormente fue revisada por el especialista geofísico de los Consultores, conjuntamente con los técnicos de INECEL.

I. PROSPECCIONES GEOFISICAS SUPERFICIALES

1. RESUMEN DE RESULTADOS

1.1 Sector Ventana de Acceso

En este sector la investigación geofísica se efectuó por medio de sísmica de refracción y por sondeos eléctricos verticales.

Los resultados pueden resumirse como sigue:

- En la mayor parte del sector la formación Misahuallí está cubierta por materiales de la avalancha de escombros, resultante del colapso del volcán Paleoreventador.
- Estos materiales tienen un grado de compactación muy elevado, como está confirmado por las velocidades de 2.300 a 2.700 m/s, y espesores que alcanzan hasta 200 m.
- En zonas aledañas al río Coca los depósitos de avalancha están localmente recubiertos por depósitos fluvio-lacustres, con velocidades de 1.000-1.100 m/s, que alcanzan hasta 70 m de espesor.
- El substrato rocoso, constituido por rocas volcánicas de la formación Misahuallí, presenta velocidades de 4.000 a 4.500 m/s, que indican un grado de compactación medio-alto.
- Capas de materiales de avalancha, conjuntamente con coladas de lava del volcán Paleoreventador, constituyen para la sísmica de refracción, un único basamento con la formación Misahuallí, caracterizado por altas velocidades. Por esta razón y debido a las considerables profundidades alcanzadas, las diferentes unidades no están diferenciadas unas de otras.
- El basamento compacto, así caracterizado, presenta variaciones altimétricas que están reflejadas, en forma suavizada, por la morfología superficial.
- Por medio de la prospección sísmica se pudo determinar que el trazado tentativo de la Ventana de Acceso, atravesaría por un tramo largo de 700 a 900 m los materiales de avalancha, antes de encontrar el basamento rocoso de la formación Misahuallí.

1.2 Sector Codo Sinclair

- a. En la zona de la presa del Embalse Compensador y de los túneles de la Tubería de Presión, tanto los perfiles sísmicos como los

sondeos eléctricos verticales se efectuaron sobre rocas alteradas pertenecientes a la formación Napo. Solamente la parte más baja de un perfil sísmico se aproximó a la subyacente formación Hollín.

A partir de los sondeos sísmicos no se pudo obtener ninguna información respecto al contacto entre las mencionadas formaciones que, en base a los levantamientos geológicos, se encuentra alrededor de la cota 1.200 m. Tampoco ha podido evidenciarse el contacto entre la formación Hollín y el substrato constituido por la formación Misahuallí, que se encuentra alrededor de la cota 1.100 m. Esto se debe a que no existe entre ellas un apreciable contraste de velocidad.

Por el contrario, la investigación sísmica ha determinado detalladamente los espesores y las características de las rocas alteradas más superficiales.

Los estratos más alterados presentan valores de velocidad comprendidos entre 400-600 m/s y espesores que pueden llegar hasta 25-30 m encontrándose estrechamente ligados a la topografía del terreno, en el sentido que los espesores más grandes se encuentran en las zonas más elevadas, mientras que los más pequeños coinciden con las zonas más bajas.

Por debajo de este estrato superficial de baja velocidad, se encuentra un intermedio caracterizado por presentar velocidades comprendidas entre 1.300-2.000 m/s y espesores que varían entre unos pocos metros hasta cerca de 20 m. Se trata también de una roca meteorizada pero con un menor grado de alteración el mismo que, de forma aproximada, puede considerarse inversamente proporcional a la velocidad sísmica. Los espesores son, por lo general, mayores en los sitios donde la pendiente topográfica es más fuerte.

En fin, por debajo del estrato precedente se encuentran valores más altos de velocidad que corresponderían a una roca suficientemente compacta. Dichos valores en la parte superior, son iguales a 2.500-3.000 m/s y se incrementan paulatinamente con la profundidad hasta llegar a 3.500-4.200 m/s. Consecuentemente, las características de consolidación de la roca aumentan con la profundidad.

Contrariamente a lo que sucede en la sísmica, los sondeos eléctricos verticales evidencian claramente el contacto entre las formaciones Napo y Hollín, puesto que entre ellas existe una notable diferenciación eléctrica que depende de su distinta composición litológica. En efecto, mientras la formación Napo está constituida predominantemente por margas y lutitas, en la formación Hollín predominan las areniscas. Los valores de resistividad que caracterizan a la formación Napo son bastante homogéneos y están comprendidos entre 90 y 150 ohmxm; los de la formación

Hollín, por el contrario, son elevados ($>5.000 \text{ ohm}\cdot\text{m}$) y prácticamente no se distinguen de los que se encuentran en la formación Misahuallí subyacente. Las secciones electroestratigráficas reflejan muy bien este contacto que, partiendo de una cota aproximada de 1.200 m (en medio del altiplano) desciende ligeramente en dirección NNE.

- b. En la zona de interés para la construcción de las obras de generación y de restitución, la investigación geofísica se desarrolló entre la cota 1.100 m y la orilla del río Coca.

En esta zona los depósitos de cobertura del sustrato rocoso tienen espesores, origen y granulometría muy diferentes.

En la parte más alta (entre las cotas 1.100 y 800 m) estos depósitos son de origen principalmente coluvial, alcanzan espesores hasta 80 m y deben considerarse inestables.

El sustrato rocoso, constituido por rocas de la formación Misahuallí presenta velocidades más bajas (entre 3.000 y 3.300 m/s) que el área topográficamente subyacente, debiéndose esto posiblemente a un mayor grado de fracturación.

En la faja de la ladera inferior a la cota 800 m, los depósitos están caracterizados por velocidades y espesores muy variables.

Los depósitos con velocidades más bajas (1.000 m/s) están constituidos por bloques de gran tamaño y sin matriz fina.

Los depósitos con velocidades entre 1.400 y 1.600 m/s deben considerarse como los más inestables debido a la presencia de abundante matriz fina de origen orgánico y residual; los espesores mayores se encuentran al lado de la quebrada del Derrumbe y, más al norte, debajo de la cota 720 m.

Donde se encuentran velocidades de alrededor de 2.000 m/s podría corresponder a niveles superficiales de la roca, los cuales se encuentran bastante alterados y fracturados.

Las rocas de la formación Misahuallí están caracterizadas, en esta zona, por velocidades de 3.500 a 5.000 m/s, valores estos que indican buenas condiciones geomecánicas.

1.3 Sitio Presa Salado

Al igual que en otros sectores la investigación fue ejecutada por medio de perfiles de sísmicas de refracción y por sondeos eléctricos verticales.

Debido a la complejidad de la geología del área por la presencia de una intrusión de granodiorita y por una gran variación sedimenta-

ria de los depósitos aluvionales, los resultados geofísicos obtenidos son de difícil interpretación.

Sin embargo, se pueden sintetizar los resultados llegándose a las siguientes consideraciones: -

- En la margen derecha los perfiles, ejecutados sobre el talud rocoso de granodiorita, evidenciaron franjas de material muy alterado con velocidades de 1.200 a 1.700 m/s, mejorando su condición con la profundidad alcanzando velocidades de 2.100 a 2.600 m/s. Las capas arriba indicadas, conjuntamente con la capa superficial de velocidad comprendida entre 500 y 1.000 m/s, alcanzan espesores de hasta 50 m, profundidad esta que indicaría un grado de fracturación muy alto.

El sustrato, medianamente compacto, presenta velocidades de 2.900 a 3.300 m/s. Estos valores guardan directa relación con posteriores investigaciones ejecutadas con métodos sísmicos en la galería exploratoria GT1.

- Las velocidades obtenidas en el afloramiento del Morro indican un grado de alteración y fracturación aún mayor, tanto que la velocidad más alta obtenida es de 1.200 m/s.
- Valores muy variables de velocidad sísmica y de resistividad eléctrica fueron obtenidos en el tramo del valle, a la izquierda del Morro, debido a la gran variación sedimentaria. En esta área los valores de la roca alterada y de los aluviales más profundos, resultaron bastante semejantes. Se puede concluir que individualizando estas velocidades como un sustrato, éste alcanzaría potencias superiores a los 100 m.

2. ESTUDIOS GEOFISICOS ANTERIORES

En el año 1977, dentro de los estudios de prefactibilidad de las presas Malo y Salado, se efectuaron algunas investigaciones geofísicas que cubrieron un tramo del valle del río Coca de unos 5 km de longitud.

Dichas investigaciones consistieron en perfiles sísmicos de refracción y sondeos eléctricos verticales (SEV). Los sismogramas, las dromocronas y las curvas obtenidas en los sondeos están extraviadas, habiendo quedado disponibles solamente las láminas con los perfiles interpretativos sísmo y electroestratigráficos (INECEL - Proyecto Hidroeléctrico Coca, Informe de Prefactibilidad, Anexo II, Volumen I y II, diciembre de 1977).

Estas elaboraciones pese a ser muy limitadas debido a la falta de los datos originales y a la escasa información sobre la interpretación, resultaron de todas formas útiles debido a que proporcionaron información referente a las características geométricas y geomecánicas de los terrenos a investigarse, dentro de los sitios de cierre.

Al revisar esta información se pudo establecer que, en el valle del río Coca, dentro de las áreas de interés, se podía inferir la presencia de grandes espesores de materiales sueltos, e inclinaciones del sustrato rocoso mayores o iguales a 45 grados.

También sobre esta base se hipotetizó que algunos de los errores interpretativos podrían ser atribuibles a la presencia de coladas de lava que estarían recubiertas por los depósitos sueltos del río Coca.

Estos datos resultaron muy importantes para definir la extensión de los perfiles sísmicos, la profundidad de los SEV y, en definitiva, para elaborar un programa de trabajo y sus modalidades de ejecución. Complementariamente se diseñó un programa matemático para verificar la interpretación sísmica utilizando la computadora, que fuera adecuado a las condiciones particulares de las investigaciones a ser programadas.

En el sector Codo Sinclair y de la Ventana de Acceso no se había efectuado anteriormente ningún tipo de investigación geofísica.

3. METODOLOGIA DE TRABAJO Y CANTIDADES EJECUTADAS

3.1 Sector Ventana de Acceso

La ubicación de los perfiles sísmicos y de los sondeos eléctricos verticales (SEV) realizados se encuentra en el Plano 0209-G-2200.

3.1.1 Sísmica de refracción En el sector Ventana de Acceso, se ejecutaron seis perfiles sísmicos con una longitud total de 3.960 m, que se detallan en el Cuadro 3/1.

Cuadro 3/1

Sector Ventana de Acceso
INVESTIGACION SISMICA. CANTIDADES EJECUTADAS

No.	Denominación del perfil sísmico	Longitud (m)	Bases
1	VA	880	4x220 m
2	VB	880	4x220 m
3	VC	440	2x220 m
4	VCH	660	3x220 m
5	VD	660	3x220 m
6	VE	440	2x220 m
Total	6	3.960	18x220 m

El número de explosiones para cada base sísmica fue de 7, de las cuales 3 interiores y 4 exteriores, a una distancia variable de 220 m hasta más de 1 km.

Para esta investigación se utilizó un sismógrafo Geometrics Nimbus ES 1210 F con su equipo accesorio (cables, geófono, etc).

3.1.2 Resistividad eléctrica En el sector Ventana de Acceso, se programó la investigación por medio de 25 sondeos eléctricos verticales (SEV), utilizando el dispositivo Schlumberger. El detalle de la investigación ejecutada se presenta en el Cuadro 3/2.

Cuadro 3/2

Sector Ventana de Acceso
INVESTIGACION GEOELECTRICA. CANTIDADES EJECUTADAS

Perfil sísmico	Sondeos eléctricos ejecutados	Longitud (AB) (m)
VA	11	300
VCH	6	300
VF	6	300
VC	1	300
Calibración	1	3.000
Total	25	

Para el sondeo eléctrico vertical de calibración ejecutado en la margen izquierda del río Coca, en el sitio Manuel Galindo, la separación de los electrodos de medida tuvo una abertura de 3 km.

3.2 Sector Codo Sinclair

La ubicación de los perfiles sísmicos y de los sondeos eléctricos verticales (SEV) realizados en las Fases A y B, se encuentra en el Plano 0209-G-2201.

3.2.1 Sísmica de refracción En el sector Codo Sinclair se efectuaron 19 perfiles sísmicos con una longitud total de 6.380 m, de los cuales 12, con una longitud de 4.290 m, fueron realizados en la Fase A de los estudios y 7, con una longitud de 2.090 m, fueron realizados en la Fase B.

El detalle de los perfiles sísmicos ejecutados se presenta en el Cuadro 3/3.

Cuadro 3/3

Sector Codo Sinclair
INVESTIGACION SISMICA. CANTIDADES EJECUTADAS

Fase de estudio	Denominación perfil sísmico	Longitud (m)	Bases	Ubicación
A	AA	440	4x100 m	Entre Embalse Compen- sador y Chimenea de Equilibrio
	BB	220	2x100 m	
	CC	220	2x100 m	
	DD	440	2x220 m	Túneles a la Tubería de Presión
	EE	660	3x220 m	
	FF	770	7x110 m	Tubería de Presión y obras de restitución
	GG	220	2x110 m	
	HH	220	2x110 m	
	II	220	2x110 m	
	JJ	440	2x220 m	Obras de restitución
	KK	220	2x110 m	
	LL	220	2x110 m	
	Subtotal	4.290	25x110 m	
B	MM	440	4x110 m	Casa de Máquinas y obras de restitución
	NN	440	4x110 m	
	PP	220	2x110 m	
	QQ	220	2x110 m	
	OO	330	3x110 m	Obras de restitución
	RR	220	2x110 m	
	SS	220	2x110 m	
	Subtotal	2.090	19x110 m	
Total		6.380	44x110 m + 7x220 m	

Los perfiles sísmicos se efectuaron mediante bases de 12 geófonos con espaciamento estándar de 10 y 20 m, que alcanzaron longitudes totales de 110 y 220 m, respectivamente.

Las bases de 220 m necesitaron un total de 5-7 disparos de los cuales 3 fueron interiores. Los restantes disparos (3-4) se efectuaron al exterior de la base, compatiblemente con las condiciones topográficas del terreno, a una distancia mínima de 110 m.

Las bases de 110 m fueron ejecutadas con 5 disparos, de los cuales 2 fueron exteriores, a una distancia variable de 50 a 110 m, según los espesores a investigarse.

Durante la Fase A, donde fueron posibles los tiros largos, se efectuaron en los extremos de las bases adyacentes, de forma que se obtuvieron dromocronas continuas con una longitud mínima de 220 m.

Para esta investigación se utilizó un sismógrafo Geometrics Nimbus ES 1210 F con su equipo accesorio (cables, geófonos, etc).

3.2.2 Resistividad eléctrica En el sector Codo Sinclair fueron ejecutados 15 sondeos eléctricos verticales (SEV), cuyos detalles están descritos en el Cuadro 3/4.

Cuadro 3/4

Sector Codo Sinclair

INVESTIGACION GEDELECTRICA. CANTIDADES EJECUTADAS

Fase de estudio	Perfil sísmico	Longitudes (AB), Denominación y Cantidades de los SEV		
		Hasta 200 m	Hasta 500 m	Hasta 1.000 m
A	AA		5-CO	11-CO y 12-CO
	XX		6-CO	7, 8, 9 y 10-CO
	FF	2-CO		
	JJ	3-CO y 4-CO		
Subtotal		3	2	6
B	PP		PP-1	
	QQ		QQ-2	
	RR		RR-3	
	SS		SS-4	
Subtotal			4	
Total		3	6	6

Para los sondeos eléctricos verticales ejecutados en la Fase A, en la parte más alta del Área del Embalse Compensador, se utilizó el sistema Schlumberger, con el objeto de comprobar la validez de las investigaciones sísmicas y determinar el contacto entre las formaciones Napo y Hollín. En este caso los extendimientos tuvieron una apertura de hasta 1.000 m.

Los sondeos eléctricos verticales ejecutados en la Fase B tuvieron una apertura de 300 m. Para ellos se utilizaron resistivímetros

digitales Abem y Bodenseewerk con sus respectivos repuestos y accesorios.

3.3 Sitio Presa Salado

3.3.1 Sismica de refracción La prospección sísmica en el sitio de la presa Salado abarcó ambas márgenes del río Coca con la distribución que a continuación se detalla:

Cuadro 3/5

Sitio Presa Salado
INVESTIGACION SISMICA. CANTIDADES EJECUTADAS

Margen	Denominación perfil sísmico	Longitud (m)
<u>Derecha</u>	H - H'	110
	F - F'	230
	L - L'	230
Subtotal	3 perfiles	570
<u>Izquierda</u>	D - D'	165
	E - E'	110
	G - G'	200
	I - I'	230
Subtotal	4 perfiles	725
Total	7 perfiles	1,295

Los perfiles sísmicos se efectuaron mediante bases de 12 y 24 geófonos con espaciamiento de 10 y 15 m, respectivamente, obteniéndose longitudes de 110, 165 y 230 m. La ubicación de los perfiles se presenta en el Plano 0209-G-2232.

Se utilizaron 5 disparos de los cuales 2 fueron exteriores. Las condiciones topográficas y el ruido originado por el viento, la lluvia y la corriente del río Coca, influyeron negativamente sobre la calidad de los registros. Para vencer estas dificultades se utilizaron los correspondientes filtros instrumentales, así como una mayor cantidad de explosivos.

3.3.2 Resistividad eléctrica En ambas márgenes del río Coca se efectuaron también sondeos eléctricos verticales tipo Schlumberger. Uno de los perfiles sísmicos fue cubierto mediante un perfilaje eléctrico que utilizó el método B-63. Este método emplea el dispositivo A-M-N-R con la particularidad que uno de los dos electrodos de corriente se lo planta teóricamente al infinito. La separación entre

los electrodos de potencial fue de 5 metros para obtener lecturas de resistividad aparente, también cada 5 metros.. La ubicación de los sondeos eléctricos verticales se presenta en el Plano 0209-G-2232.

4. METODOLOGIA DE INTERPRETACION

a. Sector Ventana de Acceso

Para la interpretación preliminar de los datos sísmicos obtenidos de las investigaciones realizadas en este sector, los técnicos de la División de Ingeniería Geotécnica de INECEL utilizaron el programa "Sextette" (Abem, Suecia).

Posteriormente, debido a que los datos de los disparos internos no presentaban llegadas confiables, resultó necesarios efectuar una interpretación manual y luego someter los datos obtenidos a un control computarizado.

b. Sector Codo Sinclair

Sísmica de refracción Las dromocronas elaboradas con los tiempos obtenidos en los sismogramas fueron interpretadas y verificadas por medio del programa "Seismic" (Geode, Italia), basado en el análisis de las velocidades y en el cálculo de la trayectoria de los rayos refractados.

Para la interpretación preliminar de las dromocronas obtenidas de los perfiles ejecutados en la Fase B, que estuvo a cargo de los técnicos de la División de Ingeniería Geotécnica de INECEL, se utilizó el programa "Sextette" (Abem, Suecia).

En el Área del Embalse Compensador y de los túneles de la Tubería de Presión se presentaron algunas dificultades para la interpretación de los datos sísmicos debidas, fundamentalmente, al proceso de meteorización que ha afectado al macizo rocoso de la formación Hollín caracterizado por un alto porcentaje de intercalaciones de capas de arcillas y lutitas. De esta forma, se ha podido observar que las características geomecánicas de las rocas mejoran con una tendencia más o menos constante hasta una profundidad de 40-50 m, lo cual se refleja en las velocidades sísmicas que se incrementan gradualmente con la profundidad.

Resistividad eléctrica Para la interpretación preliminar de las curvas de campo se utilizaron curvas teóricas de dos y tres capas.

Posteriormente se efectuó un control de la interpretación preliminar mediante programas de cálculo que utilizan los filtros de Glosch "Sevint" (Geode, Italia) y "Superves" (Abem, Suecia).

c. Sitio Presa Salado

Sísmica de refracción Se determinaron las "primeras llegadas" con una aproximación de 1 miliseg. A partir de las dromocronas se interpretó el perfil de velocidades empleando principalmente el método de análisis computacional de datos sísmicos ABC (Abem, Suecia), complementado con el análisis de Hagiwara en su versión ampliada.

El programa utilizado se denomina "Autost" y permite la utilización de datos originales o corregidos aparte de que puede realizar cambios en caso de haberse detectado errores.

Resistividad eléctrica Los sondeos eléctricos verticales se corrieron a través del programa VES-32, que permite almacenar hasta 20 datos por cada sondeo y, a través de un proceso iterativo de cálculo, producir un modelo para ajustar la curva de campo conforme avanza la interpretación.

5. INTERPRETACION GENERAL DE LOS RESULTADOS

5.1 Sector Ventana de Acceso

5.1.1 Sísmica de refracción La ubicación de los perfiles sísmicos y de los sondeos eléctricos efectuados en este sector se presenta en el Plano 0209-G-2200. Los perfiles sismoestratigráficos, resultados de la investigación sísmica ejecutada en este sector, se encuentran en los Planos 0209-G-2212-1 a 0209-G-2216-1.

Del análisis de las dromocronas se ha podido determinar la existencia de tres a cuatro capas geofísicas a través del perfil de velocidades calculado.

Las velocidades, los espesores de cada capa y la correlación entre la geología estimada, se presentan en el Cuadro 5/1. Esta correlación fue deducida de otros datos obtenidos de los levantamientos geológicos y de la estratigrafía del sondeo rotativo ST8.

Cuadro 5/1

Sector Ventana de Acceso

CORRELACION ENTRE LAS CAPAS GEOSISMICAS Y LA GEOLOGIA

Capa	Velocidad sísmica (m/s)	Profundidad (m)	Espesor (m)	Perfil	Geología Estimada
Superficial	400-600	0	1-25	Todos	Terreno aerado, aluviales secos, suelo vegetal
Segunda	1.000-1.100	1-25	0-75	VB-VC-VD y VCH	Aluviales bajo el nivel freático
Tercera	2.300-2.700	1-70	1-200	Todos	Material de avalancha de escombros y depósitos volcánicos parcialmente consolidados
Sasamiento	4.000-4.500	1-200	-	Todos	Rocas volcánicas de poco alteradas a frescas (Fm. Misahualli), capas de lava del volcán Paleoreventador, material de avalancha de escombros cementado

Este cuadro de correlaciones es una breve explicación de las condiciones geológicas de los perfiles sismoestratigráficos. Mayores detalles para cada una de ellas se presentan a continuación.

Capa superficial ($V = 400-600$ m/s)

Esta capa está constituida por la parte más superficial, alterada y meteorizada (aereada) de los materiales de avalancha o de los depósitos coluviales y aluviales; en este último caso generalmente el piso de la capa corresponde al nivel freático.

Segunda capa ($V = 1.000-1.100$ m/s)

Se trata probablemente de depósitos aluviales y lacustres sedimentados por encima de los materiales de avalancha. Se encuentran solamente en la parte más baja del área investigada, en las inmediaciones del río Coca.

El piso tiene forma muy irregular y su superficie ha sido determinada aproximadamente, debido a la falta de información proporcionada por las dromocronas interiores de cada base sísmica.

Tercera capa ($V = 2.300-2.700$ m/s)

Esta capa posee los mayores espesores investigados en esta área, de 180 a 200 m, y corresponde a materiales de la avalancha de escombros resultantes del colapso del volcán Paleoreventador y conformada por materiales consolidados, resultando en velocidades sísmicas bastante altas.

El grado de consolidación es elevado, de manera que este material presenta taludes empinados, en algunos casos casi verticales.

Basamento ($V = 4.000-4.500$ m/s)

El basamento está constituido principalmente por rocas volcánicas de la formación Misahuallí.

De acuerdo a las velocidades calculadas estas rocas estarían de poco alteradas a frescas.

Sin embargo, en esta capa pueden encontrarse también coladas lávicas del volcán Paleoreventador o intercalaciones de materiales de avalancha que han sido cementadas por presión o calor.

Esta hipótesis ha sido confirmada por los resultados del sondeo rotativo STB que encontró capas de lavas y de materiales de avalancha cementados a partir de los 147 m hasta el fondo del pozo a una profundidad de 170 m.

Aún cuando este material puede tener velocidades menores a 4.000 m/s, resulta difícil a una profundidad tan grande de investigación, encontrar diferencias entre los 3.000 y 4.000 m/s, por lo que se considera que todo el conjunto de material de avalancha de escombros compacto, lavas y la subyacente formación Misahuallí, puede ser caracterizado por una sola velocidad sísmica.

La variación altimétrica atenuada del basamento se ve reflejada por los cambios en la morfología superficial; así que el relieve central del área investigada corresponde a una elevación del basamento rocoso. De igual manera a la depresión del río Pingüino corresponde una depresión del sustrato.

Esta depresión del basamento ha sido concebida para explicar los tiempos muy largos empleados por las ondas elásticas, producidas por los tiros ubicados en el río Pingüino, para llegar hasta los geófonos localizados en las inmediaciones de la quebrada Paspuel y del río Coca.

Con referencia al trazado tentativo de la Ventana de Acceso, éste atravesaría materiales de avalancha de escombros no cementados pero sí compactos, partiendo desde el portal hasta por lo menos el cruce con el perfil VR, de manera que el tramo del túnel en material de avalancha de escombros tendría una longitud de 700 a 900 m. La incertidumbre radica en la falta de datos confiables en la zona entre los perfiles VA y VR hacia aguas arriba.

En el caso de que se compruebe la hipótesis de una menor longitud en material de avalancha, las rocas atravesadas podrían no pertenecer a la formación Misahuallí, sino a capas de lava del volcán Paleoreventador o a materiales de avalancha cementados.

5.1.2 Resistividad eléctrica Los resultados de la investigación geoelectrica en el sector Ventana de Acceso, se encuentran en el Plano 0209-G-2217-1.

En general, se ha tomado poco en cuenta estos resultados a causa de la amplia variación de valores de resistividad para cada sondeo eléctrico vertical, provocada posiblemente por una dispersión superficial de corriente en terrenos sobresaturados, pantanosos.

Por lo tanto, se decidió no considerar la caída final de los sondeos eléctricos verticales ejecutados a lo largo de los perfiles VF y VCH como consecuencia de la presencia de una capa conductiva, sino debido a fenómenos de dispersión superficial.

De los valores de resistividad resultantes de la interpretación se han determinado cuatro capas geoelectricas, cuyas características se presentan en el Cuadro 5/2.

Cuadro 5/2

Sector Ventana de Acceso
CORRELACION ENTRE LAS CAPAS GEDELECTRICAS Y LA GEOLOGIA

Capa	Resistividad (ohm x m)	Espesor (m)	Perfil	Geología Estimada
Superficial	100-1.000	10	Todos	Suelo vegetal, aluviales secos
Segunda	400-1.000	40	Todos	Aluviales gruesos
Tercera	100-300	No determinable	VCH-VF-VA	Material de avalancha de escombros
Cuarta	>1.000	No determinable	VA	Rocas volcánicas de la Fm. Misahualli, capas de lava, material de avalancha de escombros de compacto a cementado

5.2 Sector Codo Sinclair

5.2.1 Sísmica de refracción La ubicación de los perfiles sísmicos y de los sondeos eléctricos efectuados en este sector se presenta en el Plano 0209-G-2201.

Los perfiles sismoestratigráficos de la Fase A se encuentran en los Planos 0209-G-2218 a 0209-G-2225, mientras que los de la Fase B se encuentran en los Planos 0209-G-2226-1 a 0209-G-2230-1

Según lo mencionado anteriormente, en el Área del Embalse Compensador y de los túneles de la Tubería de Presión las dificultades encontradas para la interpretación de los datos sísmicos, están relacionadas con el proceso de meteorización que ha afectado el macizo rocoso y con la presencia de capas de lutita. Las características mecánicas de las rocas mejoran progresivamente hasta una profundidad de 40-50 m, de manera que las velocidades sísmicas se incrementan gradualmente con la profundidad.

Aparte de lo indicado, el proceso de meteorización afecta mayormente a los relieves morfológicos tales como colinas, cuchillas, etc.

Por este motivo se encuentra ampliamente difundida en las partes altas del sector una capa superficial de material intensamente alterado que presenta espesores que varían según la topografía.

Por debajo de esta capa se ha identificado una zona de transición caracterizada por presentar velocidades sísmicas que se incrementan con la profundidad. En estas condiciones no puede ocurrir la refracción sino solamente una penetración gradual de las ondas sísmicas.

No obstante, para ordenar los datos sísmicos se utilizó un modelo interpretativo de refracción en tres unidades (unidad superficial, unidad intermedia, sustrato) debido a la dificultad existente para

definir con precisión las variaciones de la velocidad sísmica en función de la profundidad. Las dos unidades más profundas presentan diferente composición litológica según se trate de la parte alta o baja del sector Codo Sinclair. Por este motivo ha sido necesario dividirles en subunidades con su correspondiente intervalo de velocidad.

a. Unidad superficial

Constituye la unidad más superficial que se caracteriza por presentar una baja velocidad sísmica, comprendida entre 400 y 600 m/s.

Los terrenos aereados están formados por capas de suelo vegetal y de suelo residual. Sus espesores son muy variables alcanzando hasta 25 m en las partes más altas del sector (perfiles AA, BB, CC, DD y EE y FF base I, II, III, IV: Planos 0209-G-2218 a 0209-G-2222) en correspondencia de las estructuras más elevadas, mientras que disminuyen hasta desaparecer en las quebradas y al pie del talud de la margen derecha del río Coca.

b. Unidad intermedia

Se caracteriza por presentar velocidades sísmicas variables entre 900 y 2.200 m/s. Ha sido dividida en dos subunidades:

- Subunidad de baja velocidad: presenta velocidades variables entre 900 y 1.100 m/s. Esta subunidad se encuentra con sus mayores espesores por encima de la cota 700 m en el flanco derecho del valle del río Coca (perfiles FF, GG y HH) y sus espesores alcanzan los 50 m. Está constituida por depósitos coluviales aunque sus considerables espesores sugieren la posibilidad de que esté también incluyendo algunas capas de roca fracturada y alterada.

En la parte más baja del sector (perfiles QQ y NN base I) esta unidad está constituida por material coluvial, mientras que, en la parte más alta del mismo perfil NN, podría corresponder a una capa de roca muy alterada.

- Subunidad de velocidad media: presenta velocidades sísmicas variables entre 1.300 y 2.000 m/s. En la parte más alta del sector está constituida por capas con un grado de alteración variable entre medio y medio-bajo que decrece en función de la profundidad.

Fajas de alteración con velocidades de 1.300 a 1.500 m/s fueron determinadas en el área cercana al Embalse Compensador. A lo largo del eje alternativo de la presa del Embalse Compensador (perfil AA), los espesores se incrementan hacia los escarpes verticales de la formación Hollín, debido probablemente a un deterioro de las características mecánicas y a la proximidad de dichos escarpes.

En la parte baja del talud del sector Codo Sinclair, los valores de velocidades sísmicas entre 1.400 y 1.600 m/s indican la presencia de depósitos coluviales o aluviales, constituidos por bloques de diferentes tamaños englobados en matriz fina aluvial o de suelos residuales y orgánicos (perfiles MM, PP, LL y JJ base I).

En otros casos (perfil KK y JJ base II) los mismos valores de velocidad pueden corresponder a fajas de roca muy alterada.

En lo referente a los valores más altos (2.000 m/s), estos podrían caracterizar fajas de rocas medianamente alteradas.

c. Subestrato

Su rango de velocidad sísmica varía entre 2.200 y 5.000 m/s. Dentro de esta unidad se han reconocido dos subunidades que se describen a continuación:

- Subunidad de velocidad medio-alta: en el área del Embalse Compensador y en sus cercanías (perfiles AA, BB, CC, DD), el subestrato presenta velocidades sísmicas inferiores a 3.000 m/s. Estas velocidades corresponden a las capas más someras de las formaciones Napo y Hollín que se encuentran poco o medianamente alteradas.
- Subunidad de alta velocidad: presenta velocidades sísmicas variables entre 3.000 y 5.000 m/s. En la parte más alta del sector investigado se le encuentra únicamente a lo largo del perfil EE y pertenecen al miembro superior de la formación Napo.

En la parte más alta del flanco derecho del valle del río Coca (perfil FF, base I a V, y MM), la formación Misahuallí presenta valores de velocidad entre 3.000 y 3.300 m/s, que indican un elevado grado de fracturación. En la parte baja las velocidades varían entre 3.500 y 5.000 m/s, valores éstos que indican la presencia de roca de poco fracturada a maciza.

Una síntesis de las principales características físicas y geológicas de las capas determinadas mediante la prospección sísmica se presenta en el Cuadro 5/3.

Cuadro 5/3

Sector Codo Sinclair
CORRELACIONES ENTRE LAS CAPAS GEOSISMICAS Y LA GEOLOGIA

Capa	Velocidad sísmica (m/s)	Espesor (m)	Perfil	Geología estimada
<u>Unidad Superficial</u>	400-600	1-25	todos	Aereado, suelo vegetal, depósitos coluviales sueltos, roca completamente meteorizada
<u>Unidad Intermedia</u>	900-2.200			
- Subunidad de baja velocidad	900-1.100	1-50	FF-GG-HH-QQ-NN (I)	Depósitos coluviales (bloques) con escasa matriz
			NN	Capas de roca profundamente meteorizada
- Subunidad de velocidad media	1.300-1.600	1-30	MM-QQ-PP-SS-JJ (I)-LL	Depósitos coluviales y aluviales de tamaños variables en matriz fina
			AA-BB-CC-DD-EE	Capas de roca alterada (Fm. Hollín y Fm. Napo)
			JJ (II)-KK	Capas de roca fracturada (Fm. Misahuallí)
	2.000-2.200	1-20	EE (II)	Capas de roca alterada (Fm. Napo, miembro superior)
			NN-QQ-RR	Capas de roca medianamente fracturada (Fm. Misahuallí)
<u>Subestrato</u>	2.400-5.000			
- Subunidad de velocidad medio-alta	2.400-2.700	-	AA-BB-CC-DD	Capas de roca fracturada y alterada (Fm. Hollín y Fm. Napo, miembro inferior)
- Subunidad de alta velocidad	3.000-4.200	-	DD-EE	Roca compacta (Fm. Napo, miembro superior)
	3.000-3.300	-	FF-GG-HH-MM (IV)	Capas de roca poco fracturada (Fm. Misahuallí)
	3.500-5.000	-	de II a SS	Roca poco fracturada a maciza (Fm. Misahuallí)

5.2.2 Resistividad eléctrica Los sondeos eléctricos efectuados en este sector, que se presentan en el Plano 0209-G-2201, indican valores de resistividad eléctrica que resultan bastante similares entre sí, dentro de todo el sector investigado. De este modo han podido determinarse cuatro unidades principales que se describen a continuación:

a. Unidad conductiva superficial

Constituye la parte epidérmica del macizo y tiene un espesor que alcanza, generalmente unos cinco metros, a pesar de que en el SEV-10 se ha determinado que localmente se incrementa hasta 20 m. Sus valores de resistividad varían generalmente entre 100 y 250 ohmxm. Está constituida por suelos residuales, producto de la alteración de las rocas, o depósitos más profundos.

b. Unidad resistiva superficial

Se le encuentra aflorante en el sitio donde se realizaron los SEV-4 y 5 en el que no existe la unidad conductiva. Sus espesores están generalmente comprendidos entre 4 y 10 m; pero, en ciertos casos, se incrementan hasta más de 20 m.

En la parte más alta del sector investigado, esta unidad se encuentra constituida por niveles arenosos o calcáreos pertenecientes a la formación Napo, cuyos valores de resistividad varían entre 500 y 1.000 ohmxm.

En la parte baja, al pie del talud del valle del río Coca, la unidad resistiva superficial se encuentra formada por depósitos de talud que presentan una granulometría variable entre grava y bloques. Su resistividad varía entre 1.000 y 5.000 ohmxm.

c. Unidad conductiva intermedia

Está generalmente caracterizada por presentar valores de resistividad comprendidos entre 90 y 200 ohmxm.

En la parte alta del sector investigado, la unidad conductiva intermedia está constituida por sedimentos predominantemente arcillosos o lutíticos pertenecientes a la formación Napo. En esta área sus espesores varían entre 40 y 80 m, encontrándose los más altos hacia las cotas más elevadas.

En la parte baja, esta unidad se encuentra probablemente constituida por fajas de roca meteorizada o por depósitos coluviales. Sus espesores varían entre 10 y 25 m.

d. Substrato resistivo

A pesar de que se desconocen los valores reales de su resistividad, se estima que deberían ser superiores a 10.000 ohmxm.

En la parte alta del sector investigado, el techo del substrato corresponde, más o menos, al tope de la formación Hollín. Sus cotas varían entre 1.200 y 1.220 m y solamente en el SEV-6-CO, el techo se encuentra alrededor de la cota 1.190 m. Las cotas más altas del techo del substrato coinciden con los altos topográficos del sector (SEV-9, 10, 11 y 12). De este modo podría concluirse que el techo del substrato presenta una pendiente suave con dirección hacia el N-NE. -

En el Cuadro 5/4 se presentan los valores referentes a la interpretación de los datos geoelectricos.

Cuadro 5/4

Sector Codo Sinclair
INVESTIGACION GEOELECTRICA
ESPESOR DE LAS CAPAS Y RESISTIVIDAD ELECTRICA

SEV	Unidad conductiva superficial		Unidad resistiva superficial		Unidad conductiva intermedia		Substrato resistivo	
	Espesor (m)	Resistividad (ohmxm)	Espesor (m)	Resistividad (ohmxm)	Espesor (m)	Resistividad (ohmxm)	Espesor (m)	Resistividad (ohmxm)
2-CO	3,4	220	3,6	1.000	13	180	Indeterminado	>10.000
3-CO	7,0	400	4,0	5.000	11	200	"	"
4-CO	-	-	8,0	3.500	24	300	"	"
5-CO	-	-	4,0	1.000	41	90	"	"
6-CO	1,5	120	16,5	650	26	100	"	"
7-CO	5,0	250	22,0	600	48	150	"	"
8-CO	4,0	220	5,0	500	46	170	"	"
9-CO	2,0	200	12,0	500	56	130	"	"
10-CO	20,0	170	-	-	80	120	"	"
11-CO	5,0	210	8,0	800	67	150	"	"
12-CO	2,5	180	7,0	800	80	120	"	"

Los sondeos eléctricos verticales ejecutados en la zona de las obras de restitución no fueron interpretados por su escasa confiabilidad, debido a la lluvia constante durante la campaña y a las fuertes variaciones topográficas.

5.3 Sitio Presa Salado

Los resultados de la investigación efectuada en este sitio se presentan aisladamente para cada una de las márgenes del río Coca en el Plano 0209-G-2232.

5.3.1 Margen derecha Mediante prospecciones sísmicas y eléctricas se han podido reconocer las siguientes capas (Cuadro 5/5):

a. Capa superficial

Velocidad sísmica: 500 - 790 m/s
 Resistividad eléctrica: 410 - 780 ohmxm

Está constituida por suelos residuales, orgánicos y coluviales pobremente cementados. Se le ha reconocido a lo largo de todos los perfiles con una potencia variable entre 1 y 21 m. Los mayores espesores se encuentran en el perfil F-F'.

b. Segunda capa

Velocidad sísmica: 1.000 - 1.700 m/s
 Resistividad eléctrica: 120 - 310 ohmxm

Corresponde a un material medianamente consolidado que, litológicamente, puede representar horizontes de roca profundamente alterada. Su espesor varía entre 3 y 20 m siendo en el perfil L-L' donde se presentan los espesores mayores.

c. Tercera capa

Velocidad sísmica: 2.150 - 2.550 m/s
 Resistividad eléctrica: 410 - 560 ohmxm

Litológicamente corresponde a una roca medianamente alterada. Su potencia varía entre 10 y 40 m, notándose que alcanza su mayor espesor en el perfil F-F'.

d. Basamento

Velocidad sísmica: 2.800 - 3.300 m/s
 Resistividad eléctrica: -

Constituye la más profunda de las capas investigadas que litológicamente puede identificarse con roca de poco alterada a sana.

Su presencia ha sido determinada en los tres perfiles estudiados.

5.3.2 Margen izquierda Mediante prospecciones sísmicas y eléctricas se ha determinado la existencia de cuatro capas que se detallan a continuación. Para una mejor comprensión se presentan aisladamente los resultados de los perfiles ubicados junto al río Coca (Cuadro 5/6) y los situados sobre el Morro Salado (Cuadro 5/7).

- Perfiles ubicados cerca del río Cocaa. Capa superficial

Velocidad sísmica: 430 - 500 m/s
 Resistividad eléctrica: 40 - 60 ohmxm

- Está constituida por un material aluvial reciente formado por guijarros y gravas con niveles de arena intercalados. Esta capa ha sido determinada en los perfiles D-D' y G-G' con una potencia variable entre 4 y 15 m.

b. Segunda capa

- Velocidad sísmica: 800 - 900 m/s
- Resistividad eléctrica: 125 - 275 ohmxm

Tiene la misma composición litológica que la anterior variando únicamente la granulometría que se incrementa. Su potencia varía entre 20 y 25 m; en el perfil G-G' se ha encontrado su mayor espesor.

c. Tercera capa

- Velocidad sísmica: 1.550 m/s
- Resistividad eléctrica: 65 ohmxm

Esta capa se lo ha determinado únicamente en el perfil G-G' y está constituida por aluviales que engloban a grandes bloques. Su potencia varía entre 30 y 60 m.

d. Basamento

- Velocidad sísmica: 2.400 m/s
- Resistividad eléctrica: 600 ohmxm

Es la capa más profunda investigada; litológicamente se le puede identificar con roca medianamente alterada. Su presencia ha sido determinada en los dos perfiles estudiados.

- Perfiles ubicados sobre el Morro Salado

A continuación se exponen los resultados correspondientes al perfil I-I' con dirección E-W respecto al Morro (Cuadro 5/7):

a. Capa superficial

- Velocidad sísmica: 800 - 900 m/s
- Resistividad eléctrica: 30 - 110 ohmxm

Está constituida por suelo residual, orgánico y coluvial pobremente cementado. Se extiende a lo largo del área estudiada con una potencia que llega hasta 16 m.

b. Segunda capa

- Velocidad sísmica: 1.000 - 1.400 m/s
- Resistividad eléctrica: 60 - 150 ohmxm

Corresponde a una capa poco consolidada constituida de material aluvial e intercalaciones de lentes de arena que explica los diferentes valores de velocidad. El espesor de esta capa varía entre 10 y 75 m.

c. Tercera capa

Velocidad sísmica: 2.200 m/s

Resistividad eléctrica: -

Constituye una zona medianamente consolidada que litológicamente podría ser un aluvión antiguo.

d. Basamento

Velocidad sísmica: 2.400 - 4.200 m/s

Resistividad eléctrica: no determinada

Estos parámetros han sido determinados únicamente en los primeros 100 m de desarrollo del perfil; litológicamente representa roca de poco alterada a sana. En el resto del perfil no se ha logrado determinar este refractor.

Los resultados correspondientes al perfil E-E', cuyo trazado es casi perpendicular al anterior, son los siguientes (Cuadro 5/7):

a. Capa superficial

Velocidad sísmica: 500 m/s

Resistividad eléctrica: 400 ohmxm

Esta capa está constituida por suelo orgánico o residual o coluvial suelto.

b. Segunda capa

Velocidad sísmica: 950 - 1.000 m/s

Resistividad eléctrica: 900 ohmxm

Corresponde a una capa de roca alterada.

c. Tercera capa

Velocidad sísmica: 1.800 m/s

Resistividad eléctrica: 2.000 ohm/s

Corresponde a roca medianamente alterada.

d. Basamento

Velocidad sísmica: no determinada

Resistividad eléctrica: no determinada

Cuadro 5/5

Sitio Presa Salado - Margen derecha
CORRELACION ENTRE LAS CAPAS GEOFISICAS Y LA GEOLOGIA

Perfil	Capa Superficial		Segunda Capa		Tercera Capa		Basamento	
	Velocidad sismica (m/s)	Resistividad eléctrica (ohmxm)	Velocidad sismica (m/s)	Resistividad eléctrica (ohmxm)	Velocidad sismica (m/s)	Resistividad eléctrica (ohmxm)	Velocidad sismica (m/s)	Resistividad eléctrica (ohmxm)
L-L'	790	410-780	1.700	120-310	2.500	410-560	3.300	-
F-F'	710	-	1.250-1.500	-	2.150	-	2.900	-
H-H'	500	-	1.000	-	2.550	-	2.800	-
Geología estimada	Suelo residual, orgánico o coluvial suelto		Roca altamente alterada fracturada		Roca medianamente alterada		Roca poco alterada	

Cuadro 5/6

Sitio Presa Salado - Margen izquierda cerca del río Coca
CORRELACION ENTRE LAS CAPAS GEOFISICAS Y LA GEOLOGIA

Perfil	Capa Superficial		Segunda Capa		Tercera Capa		Basamento	
	Velocidad sismica (m/s)	Resistividad eléctrica (ohmxm)	Velocidad sismica (m/s)	Resistividad eléctrica (ohmxm)	Velocidad sismica (m/s)	Resistividad eléctrica (ohmxm)	Velocidad sismica (m/s)	Resistividad eléctrica (ohmxm)
G-G'	430-500	40	900	150	1.550	65	2.400	600
D-D'	450	60	800	125-275	-	-	2.400	20-40
Geología estimada	Material aluvial reciente con niveles de arena		Material aluvial con presencia de cantos rodados		Material aluvial con presencia de grandes bloques		Roca medianamente alterada	

Cuadro 5/7

Sitio Presa Salado - Margen izquierda - Morro Salado
CORRELACION ENTRE LAS CAPAS GEOFISICAS Y LA GEOLOGIA

Perfil	Capa Superficial		Segunda Capa		Tercera Capa		Basamento	
	Velocidad sísmica (m/s)	Resistividad eléctrica (ohmxm)	Velocidad sísmica (m/s)	Resistividad eléctrica (ohmxm)	Velocidad sísmica (m/s)	Resistividad eléctrica (ohmxm)	Velocidad sísmica (m/s)	Resistividad eléctrica (ohmxm)
I-I'	800-900	30-110	1.000-1.400	60-150	2.200	-	2.400-4.200	-
Geología estimada	Suelo orgánico o residual o coluvial poco cementado		Material aluvial con lente de arena		Material aluvial antiguo		Roca de poco alterada a sana	
E-E'	500	400	950-1.000	900	1.800	2.000	-	-
Geología estimada	Suelo orgánico o residual o coluvial suelto		Roca alterada		Roca medianamente alterada			

II. INVESTIGACION SISMICA EN SUBTERRANEO

6. RESUMEN DE RESULTADOS

En las galerías exploratorias excavadas durante la Fase B de los estudios fueron llevadas a cabo investigaciones sísmicas de refracción, a lo largo de toda la longitud de las mismas, con el fin de determinar los módulos elásticos dinámicos de las rocas y proporcionar algunos parámetros que, juntamente con aquellos obtenidos de los ensayos de Mecánica de Rocas "in situ" y en laboratorio, permitan caracterizar los macizos rocosos que serán afectados por las obras previstas.

Los resultados obtenidos de la investigación sísmica pueden resumirse como sigue:

- Las velocidades primarias y secundarias en las diferentes galerías presentan un comportamiento que se considera normal, debido a que guardan un buen paralelismo apenas interrumpido por aquellas zonas en que las características físicas del macizo investigado varían por el grado de alteración y el fracturamiento de la roca o por las filtraciones de agua.
- Los módulos dinámicos determinados, esto es: módulo de rigidez, módulo de compresibilidad y módulo de elasticidad, presentan variaciones que corresponden a las de las velocidades primarias y secundarias con lo que coinciden con los cambios de las características geológicas y geotécnicas de las rocas investigadas. Por otro lado, el aumento de estos módulos, determina el mejoramiento de las condiciones físicas e ingenieriles de las rocas estudiadas.
- Los módulos determinados en las diferentes galerías y que caracterizan las rocas investigadas, presentan los siguientes rangos de variación:

Módulo (MPa)	Granodiorita	Arenisca	Rocas volcánicas
Rigidez	1.050-10.650	1.900-3.700	1.100-22.500
Compresibilidad	2.600-14.800	2.950-6.900	3.000-37.500
Elasticidad	2.850-25.750	4.700-9.500	2.900-56.500

7. METODOLOGIA DE TRABAJO Y CANTIDADES EJECUTADAS

La investigación sísmica mencionada fue llevada a cabo en las galerías exploratorias excavadas en la embocadura del futuro túnel de Aducción, en la margen derecha del río Coca, en el sitio Salado (galería GT1: longitud 100 m) y a la salida del mismo túnel, en la ladera izquierda del Embalse Compensador (galería GT3: longitud 100 m).

Además fueron realizadas prospecciones sísmicas en las galerías exploratorias excavadas en el sector Codo Sinclair, en la margen derecha del río Coca, para investigar la zona prevista para la implantación de la Casa de Máquinas (galería GCM1: longitud 482 m) y el tramo inferior de la Tubería de Presión (galería GTP1: longitud 148 m).

Para cada galería se utilizaron perfiles continuos con distancia de separación entre geófonos de un metro. Los geófonos fueron localizados en el piso de la galería y la onda sísmica fue generada por medio de golpes de martillo dados en varias direcciones y con una separación de 3 a 4 metros.

Para la captación de las ondas primarias se emplearon geófonos verticales de 14 Hz y para las ondas secundarias geófonos transversales de 14 Hz.

Para el registro de las mismas fueron utilizados sismógrafos Nimbus de 12 canales y Abem de 24 canales con sus equipos accesorios. Las ondas sísmicas se tomaron con frecuencia de 250 a 1.000 Hz y el tiempo de registro fue de 50 milisegundos. El detalle de los equipos utilizados se presenta a continuación:

Galería	Equipo	Canales No.	Geófonos 14 Hz		Fuente de energía
			Vp	Vs	
GT1	Nimbus	12	verticales	horizontales	martillo
GT3	Nimbus	12	verticales	horizontales	martillo
GTP1	Abem	24	verticales	horizontales	martillo
GCM1*	Nimbus	12	verticales	horizontales	martillo
GCM1**	Abem	24	verticales	horizontales	martillo

*: Desde la abscisa 0+000 hasta 0+165 m.

** : Desde la abscisa 0+165 hasta 0+421 m y crucero.

En las galerías investigadas se ejecutaron en total 828 m de prospección sísmica distribuidos como se presenta en el Cuadro 7/1.

Cuadro 7/1

Galerías exploratorias

INVESTIGACION SISMICA. CANTIDADES EJECUTADAS

Ubicación	Galería	Longitud excavada (m)	Longitud investigada (m)
Sitio Presa Salado	GT1	100	100
Embalse Compensador	GT3	100	100
Codo Sinclair	GTP1	147	147
Codo Sinclair	tramo recto	420	420
	GCM1		
	crucero	60	60
Total		827	827

La realización de estas investigaciones estuvo a cargo de los ingenieros geofísicos de la División de Ingeniería Geotécnica de INECCEL.

8. INTERPRETACION LITOLOGICA Y PARAMETROS DINAMICOS

Una vez concluidos los trabajos de campo en cada galería se realizó el procesamiento computarizado de los datos obtenidos y la correspondiente interpretación geofísica de los resultados. En los Planos 0209-G-2233 a 0209-G-2241 se presenta la variación de las velocidades de las ondas principales y transversales a lo largo de las galerías, la distribución de los geófonos y los sitios de impacto, además de los valores de los módulos elásticos dinámicos calculados en correspondencia de cada sitio de impacto.

A continuación, agrupados por cada galería, se indican los valores de las velocidades longitudinales (V_p) y transversales (V_s) obtenidos y la correspondiente correlación litológica y el resumen de los parámetros elásticos dinámicos calculados a lo largo de las galerías.

8.1 Galería exploratoria GT1

Cuadro 8/1

Galería exploratoria GT1

CORRELACION ENTRE LAS VELOCIDADES SISMICAS Y LA LITOLOGIA

Velocidad (m/s)		Litología estimada
longitudinal	transversal	
1.250-1.700	670-938	Roca intrusiva profundamente alterada y fracturada
2.000-2.920	1.070-1.520	Roca intrusiva medianamente alterada y poco fracturada
3.000-3.300	1.170-2.000	Roca intrusiva de poco alterada a sana, poco fracturada

Cuadro 8/2

Galería exploratoria GT1

PARAMETROS ELASTICOS DINAMICOS CALCULADOS

Abscisa (m)	Rigidez (MPa)	Módulos		Coeficiente de Poisson	Densidad asumida (t/m ³)
		Compresibilidad (MPa)	Elasticidad (MPa)		
0+000-0+021	1.077-2.111	2.620-4.120	2.842-5.410	0,28-0,32	2,40
0+021-0+061	2.989-5.545	8.889-13.070	8.063-14.574	0,31-0,35	2,40-2,66
0+061-0+100	4.413-10.640	5.438-14.071	11.453-25.743	0,21-0,30	2,66

8.2 Galería exploratoria GT3

Cuadro 8/3

Galería exploratoria GT3

CORRELACION ENTRE LAS VELOCIDADES SISMICAS Y LA LITOLOGIA

Velocidad (m/s)		Litología estimada
longitudinal	transversal	
1.700-2.000	1.000-1.110	Arenisca alterada y fracturada
2.000-2.500	1.200-1.400	Arenisca medianamente alterada y poco fracturada
1.750-1.830	1.010-1.060	Arenisca alterada y fracturada

Cuadro 8/4

Galería exploratoria GT3

PARAMETROS ELASTICOS DINAMICOS CALCULADOS

Abscisa (m)	Rigidez (MPa)	Módulos Compresibilidad (MPa)	Elasticidad (MPa)	Coefficiente de Poisson	Densidad asumida (t/m ³)
0+000-0+008	1.900-2.341	2.958-4.479	4.696-5.981	0,24-0,28	1,90
0+011-0+088	2.736-3.724	3.952-6.910	6.669-9.471	0,22-0,27	1,90
0+091-0+100	1.938-2.135	3.234-3.537	4.847-5.332	0,25	1,90

8.3 Galería exploratoria GTP1

Cuadro 8/5

Galería exploratoria GTP1

CORRELACION ENTRE LAS VELOCIDADES SISMICAS Y LA LITOLOGIA

Velocidad (m/s)		Litología estimada
longitudinal	transversal	
1.300-2.500	670-1.185	Rocas volcánicas muy alteradas y fracturadas
2.300-3.400	1.260-1.812	Rocas volcánicas medianamente alteradas y fracturadas
3.000-4.770	1.023-2.700	Rocas volcánicas de medianamente alteradas a sanas y poco fracturadas

Cuadro 8/6

Galería exploratoria GTP1
PARAMETROS ELASTICOS DINAMICOS CALCULADOS

Abscisa (m)	Rigidez (MPa)	Módulos Compresibilidad (MPa)	Elasticidad (MPa)	Coefficiente de Poisson	Densidad asumida (t/m ³)
0+000-0+038	1.100-3.370	3.000-11.615	2.887-9.137	0,28-0,38	2,40
0+038-0+095	3.400-7.900	7.586-26.811	8.920-19.520	0,24-0,41	2,40
0+095-0+147	5.575-19.683	12.300-36.535	14.530-49.769	0,21-0,34	2,70

8.4 Galería exploratoria GCM1

Cuadro 8/7

Galería exploratoria GCM1
CORRELACION ENTRE LAS VELOCIDADES SISMICAS Y LA LITOLOGIA

Velocidad (m/s)		Litología estimada
longitudinal	transversal	
3.500-4.400	1.600-2.400	Rocas volcánicas ligeramente alteradas y fracturadas
4.000-5.000	2.200-2.890	Rocas volcánicas sanas, poco fracturadas
3.700-3.950	1.900-2.200	Rocas volcánicas muy fracturadas y falladas

Cuadro 8/8

Galería exploratoria GCM1
PARAMETROS ELASTICOS DINAMICOS CALCULADOS

Abscisa (m)	Rigidez (MPa)	Módulos Compresibilidad (MPa)	Elasticidad (MPa)	Coefficiente de Poisson	Densidad asumida (t/m ³)
0+000-0+420	6.910-22.550	15.085-37.430	18.000-56.340	0,20-0,32	2,70
0+350-0+385	9.747-12.950	23.200-24.860	25.750-33.100	0,25-0,32	2,70
0+000-0+060 crucero	16.875-33.100	27.190-33.100	41.950-47.760	0,24-0,26	2,70

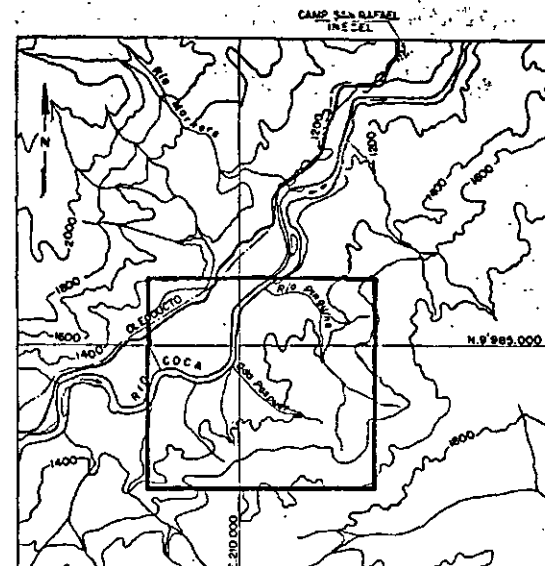
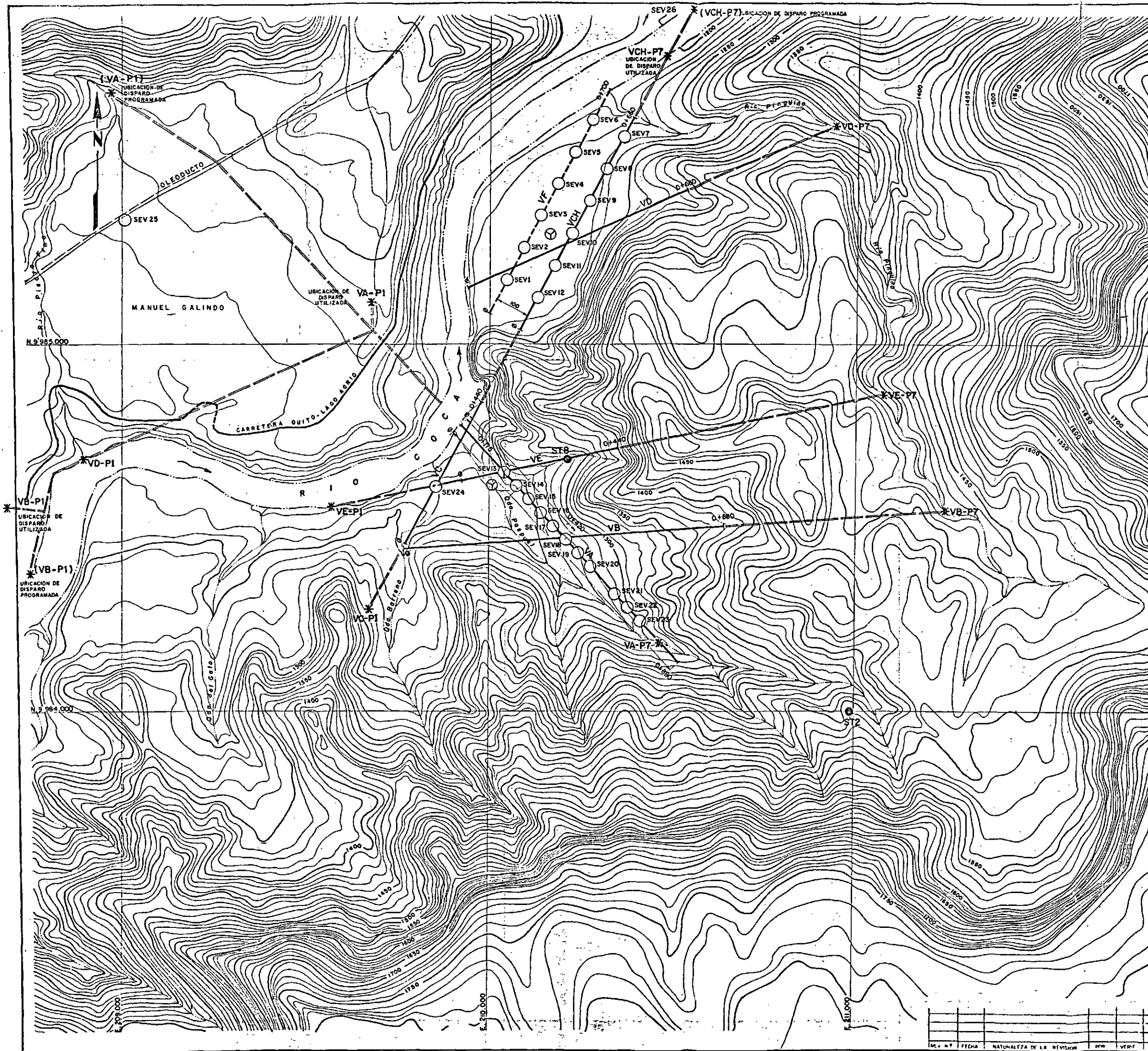
En resumen, se considera que los valores obtenidos presentan una buena correspondencia con los mapeos geestructurales realizados en las galerías, observándose una variación de los registros obtenidos

de acuerdo con los cambios en las características físicas del macizo investigado relacionados con la presencia de zonas alteradas o de intenso fracturamiento y de tramos fallados.

Sin embargo, los parámetros obtenidos con el método indirecto de la sísmica de refracción deberán ser correlacionados con los alcanzados por otros métodos de investigación directos "in situ" y en laboratorio al fin de determinar con mayor exactitud los parámetros que caracterizan los diferentes macizos rocosos que serán interesados por las obras diseñadas.

PLANOS

PLANOS DE UBICACION



UBICACION

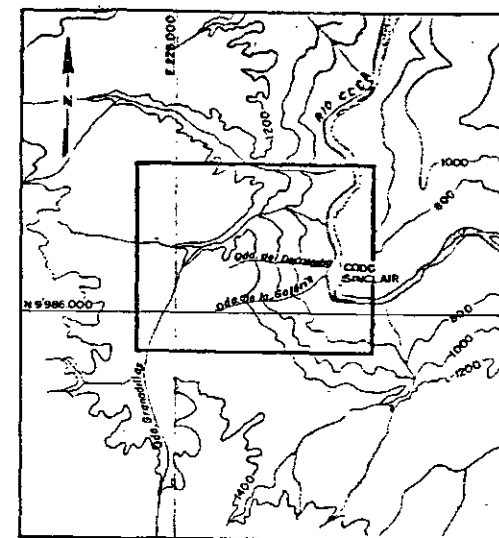
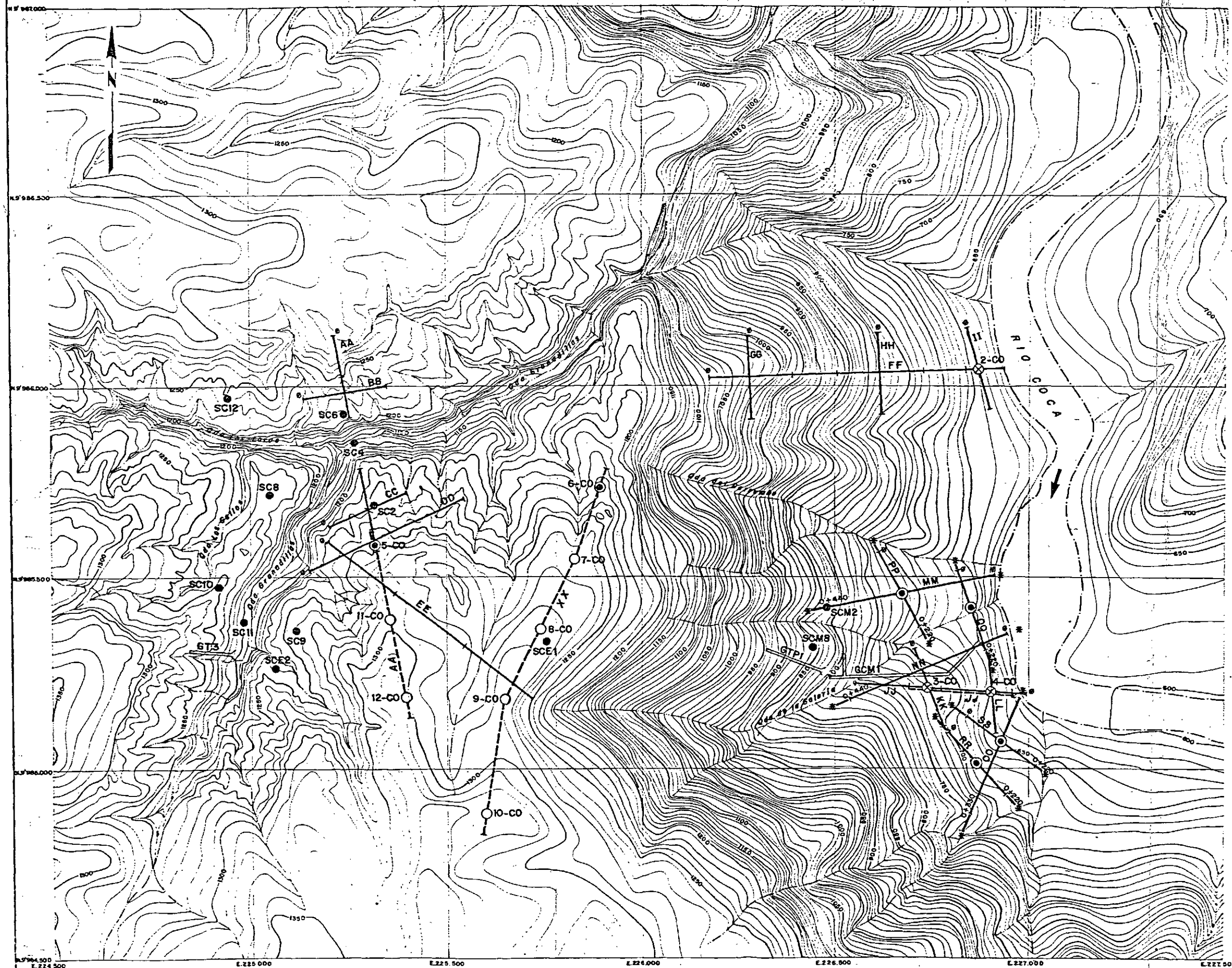
ESC 1 0 1 2 3 Km

LEYENDA:

- VB 0440 PERFIL SISMICO (estacado cada 10 m)
- VF 04700 SECCION ELECTROESTRATIGRAFICA (estacado cada 10 m)
- TROCHA TOPOGRAFICA DE ACCESO (sin estacado)
- SONDEO ELECTRICO VERTICAL (S.E.V.) CON AB MAX. HASTA 1000 m
- *VA-P7. DISPARO LARGO DE LOS PERFILES SISMICOS (estacado topográficamente)
- ST2 PERFORACION ROTATIVA
- ⊙ HELIPUERTO EXISTENTE

ESC. 100 0 100 200 300 m

ELECTROCONSULT-TRACTIONEL-RODIO.	
ASTEC-INELIN-INGECONSULT-CAMINOS Y CANALES	
INSTITUTO ECUATORIANO DE ELECTRIFICACION	
QUITO - ECUADOR	
PROYECTO HIDROELECTRICO COCA-CODO SINCLAIR	
ESTUDIO DE FACTIBILIDAD FASE "B"	
GEOFISICA	
VENTANA DE ACCESO	
UBICACION DE LOS PERFILES SISMICOS Y SONDEOS ELECTRICOS VERTICALES (S.E.V.)	
HOJA DE	
ESC. 1: 5000	
DISEÑADO	D.L.
DISEÑADO	M. M. I.
REVISADO	SAL
FECHA	JULIO - 1991
REVISADO	REF. 0209 - G - 2200



UBICACION

ESC. 1 0 1 2 3 Km.
1:50 000

LEYENDA:

- 9 MM 0+440 PERFIL SISMICO (estacado cada 10 m)
- TROCHA TOPOGRAFICA DE ACCESO (sin estacado)
- ⊗ SEV CON AB MAX. HASTA 200 m
- ⊙ SEV CON AB MAX. HASTA 500 m
- SEV CON AB MAX. HASTA 1000 m
- XX — SECCION ELECTROSTRATIGRAFICA
- INICIO DEL PERFIL
- * DISPARO LARGO DE LOS PERFILES SISMICOS (estacado topográficamente)
- SCE2 PERFORACION ROTATIVA

ESC 100 0 100 200 300 M

ELECTROCONSULT-TRACTIONEL-RODIO
ASTEC-INELIN-INGECONSULT-CAMINOS Y CANALES

INSTITUTO ECUATORIANO DE ELECTRIFICACION
QUITO - ECUADOR

PROYECTO HIDROELECTRICO COCA-CODO SINCLAIR
ESTUDIO DE FACTIBILIDAD FASE "B"

GEOFISICA
CODO SINCLAIR
UBICACION DE LOS PERFILES SISMICOS Y
SONDEOS ELECTRICOS VERTICALES (S.E.V.)

DISENADO	EVI/J.M.N.	RECOMENDADO	
DESEADO	P.Z.A./L.B.M.	V.M.A.	
REVISADO	S.A.C.	APROBADO	
FECHA	NOV. 1991	REF	0209-G-2201

VENTANA DE ACCESO
PERFILES SISMOESTRATIGRAFICOS

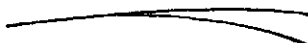
VENTANA DE ACCESO

PERFILES SISMOESTRATIGRAFICOS

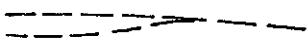
LEYENDA



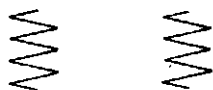
SUBSTRATO ROCOSO



HORIZONTE SISMICO



HORIZONTE SISMICO ASUMIDO



VARIACION BRUSCA DE VELOCIDAD

VELOCIDADES SISMICAS (m/s)

400 - 600

CAPA SUPERFICIAL

- TERRENO AEREADO, ALUVIALES SECOS, SUELO VEGETAL

1000 - 1100

SEGUNDA CAPA

- DEPOSITOS ALUVIALES Y LACUSTRES BAJO EL NIVEL FREATICO

2300 - 2700

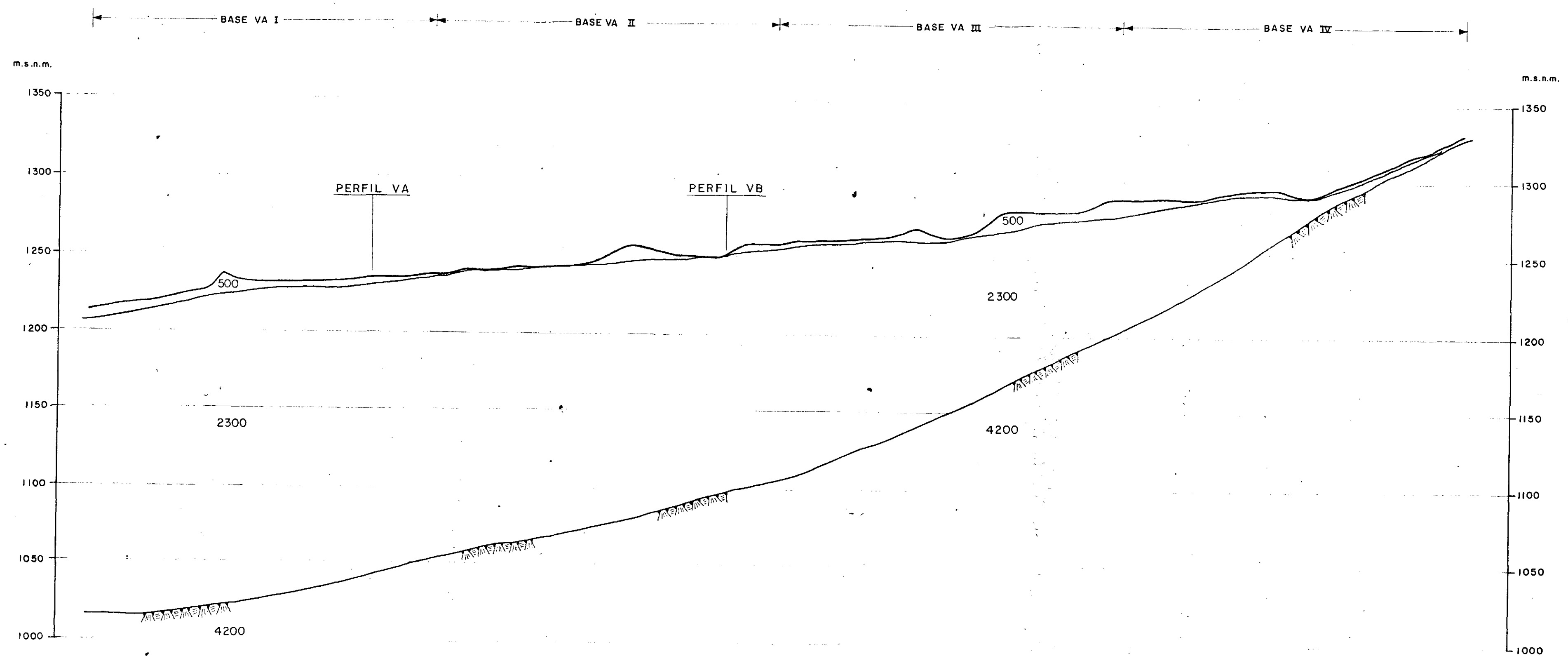
TERCERA CAPA

- MATERIALES DE AVALANCHA DE ESCOMBROS CONSOLIDADO

4000 - 4500

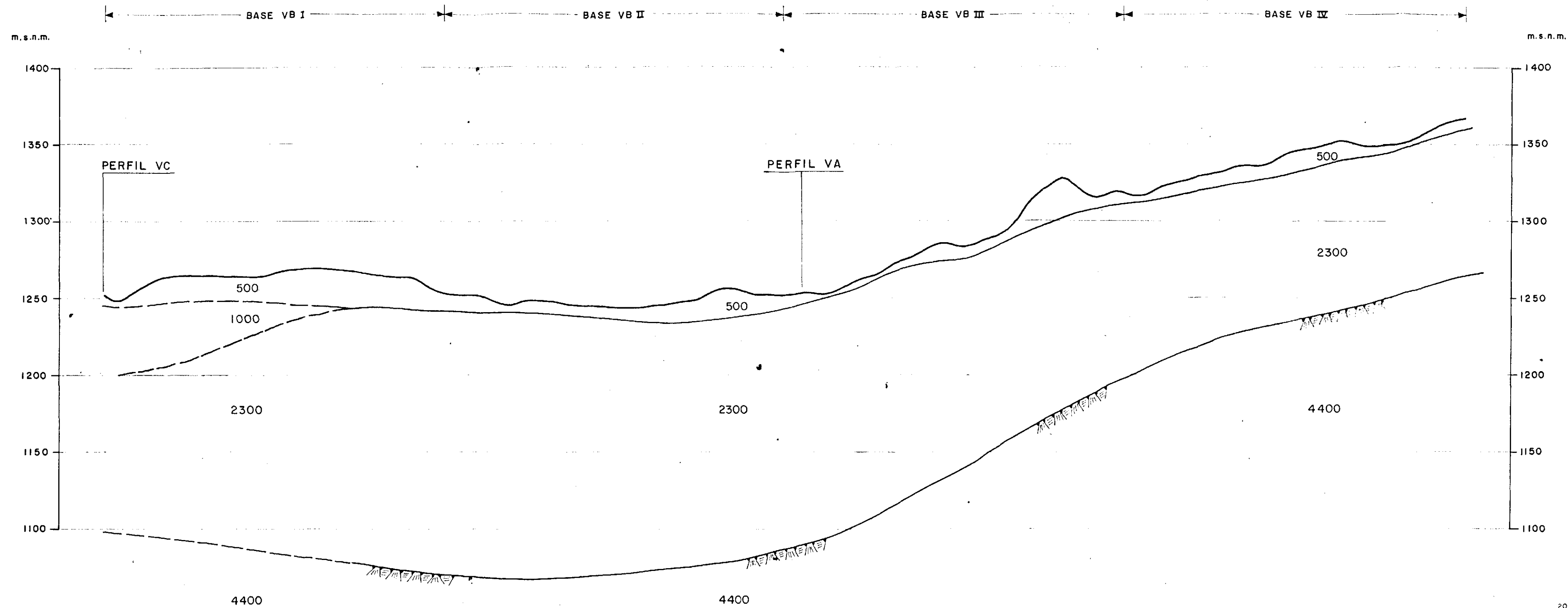
BASAMENTO

- ROCAS VOLCANICAS COMPACTAS DE LA Fm. MISAHUALLI, MATERIAL DE AVALANCHA DE ESCOMBROS CEMENTADO, CAPAS DE LAVA DEL VOLCAN PALEOREVENTADOR




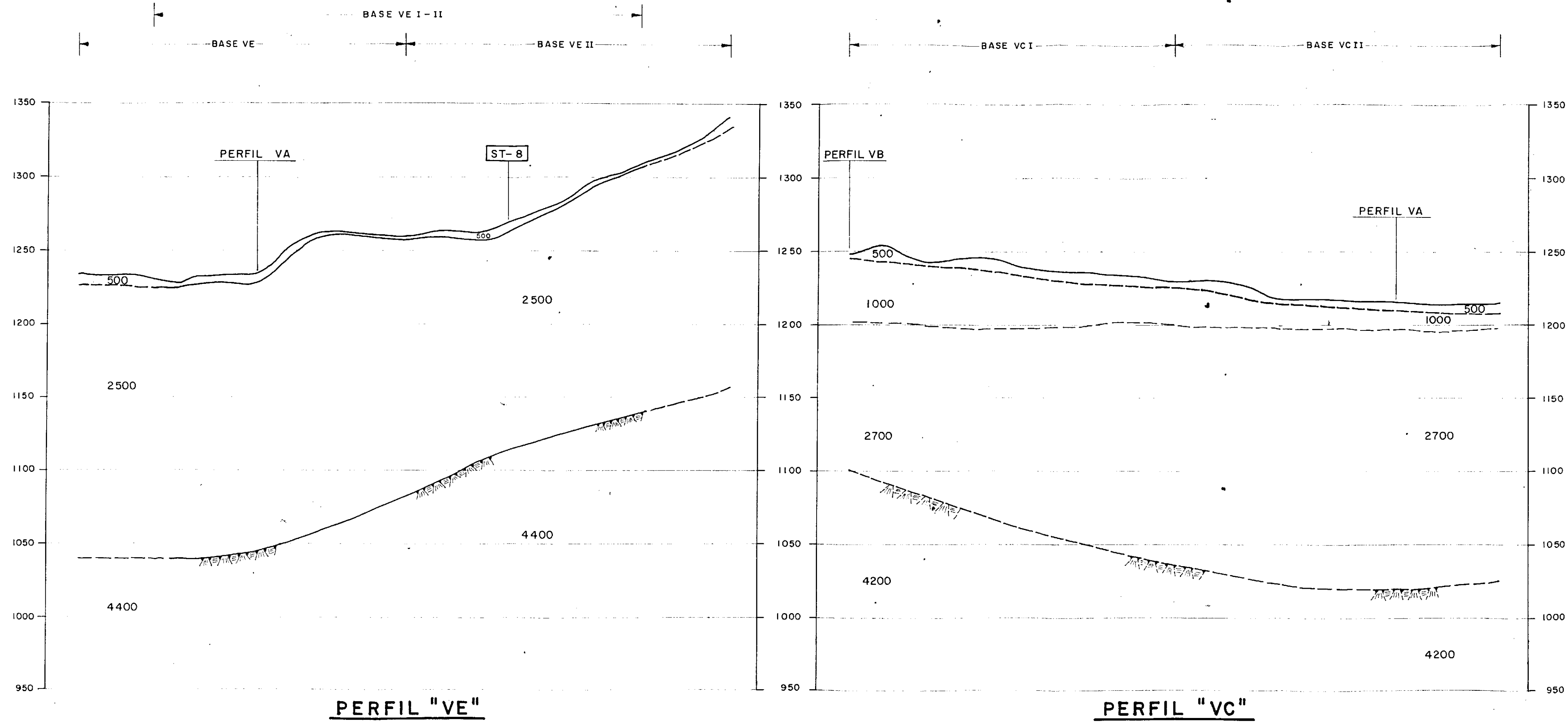
PERFIL "VA"

ELECTROCONSULT - TRACCIONEL - RODIO	
ASTEC INELIN INGECONSULT CAMINOS Y CANALES	
INCEL	
INSTITUTO ECUATORIANO DE ELECTRIFICACION	
QUITO-ECUADOR	
PROYECTO HIDROELECTRICO COCA-CODO SINCLAIR	
ESTUDIO DE FACTIBILIDAD FASE "B"	
GEOFISICA	
VENTANA DE ACCESO	
PERFIL SISMOESTRATIGRAFICO "VA"	
HOJA	ESC
DISEÑADO	RECOMENDADO
REVISADO	APROBADO
FECHA	FECHA
1 OCT 91	REINTERPRETACION
REF 0209-G-2212-1	



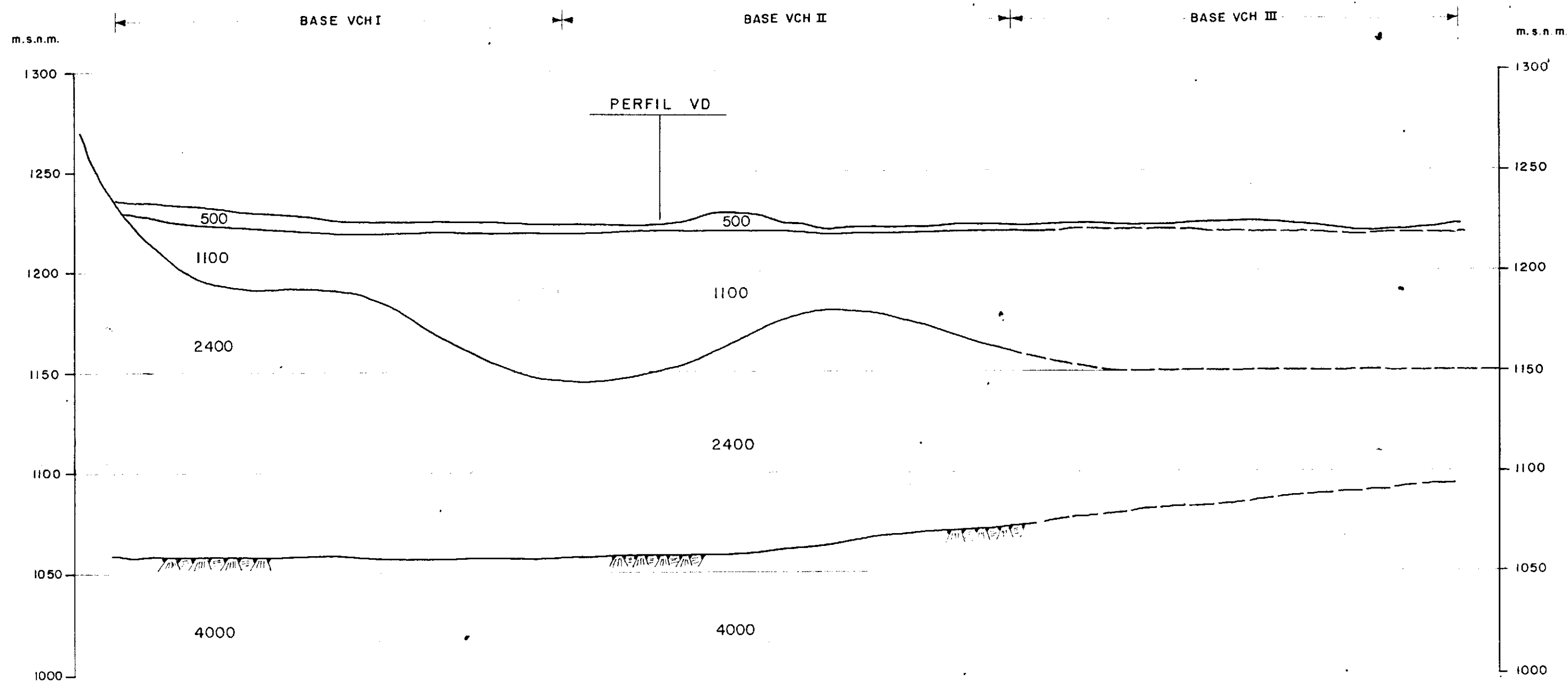
PERFIL "VB"

ELECTROCONSULT - TRACCIONEL - RODIO			
ASTEC-INELIN - INGECONSULT - CAMINOS Y CANALES			
 INSTITUTO ECUATORIANO DE ELECTRIFICACION QUITO - ECUADOR			
PROYECTO HIDROELECTRICO COCA-CODO SINCLAIR ESTUDIO DE FACTIBILIDAD FASE B			
GEOFISICA VENTANA DE ACCESO PERFIL SISMOESTRATIGRAFICO "VB"			
HOJA DE			
DISEÑADO	FV/JM	RECOMENDADO	
DIBUJADO	LMA	APROBADO	
REVISADO	SAL		
FECHA	OCT. 91	REINTERPRETACION	FECHA

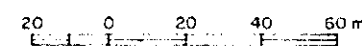


20 0 20 40 60 m

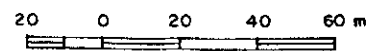
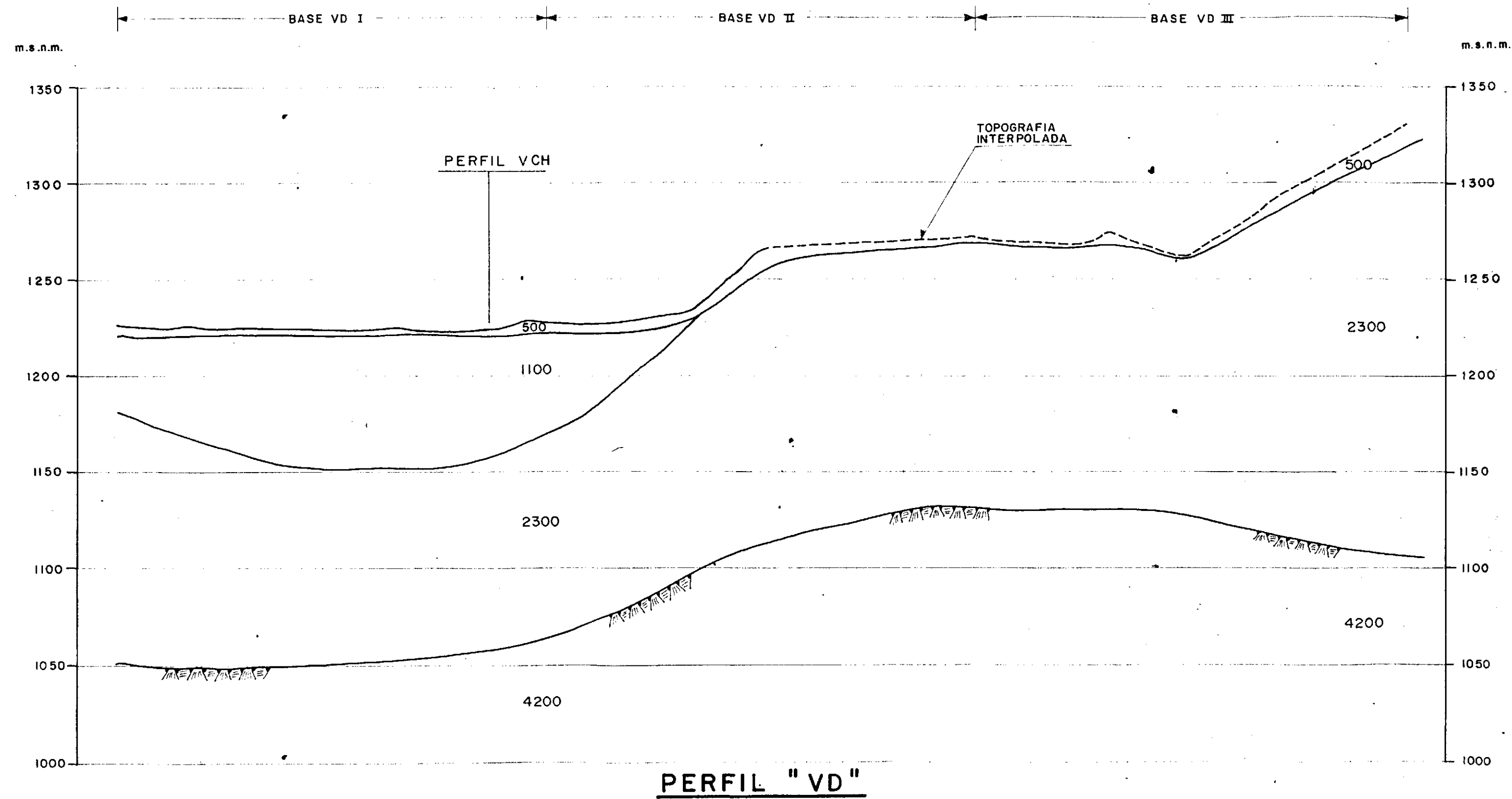
ELECTROCONSULT - TRACCIONEL - RODIO	
ASTEC-INELIN INGECONSULT CAMINOS Y CANALES	
INSTITUTO ECUATORIANO DE ELECTRIFICACION	
PROYECTO HIDROELECTRICO COCA-CODO SINCLAIR	
ESTUDIO DE FACTIBILIDAD FASE "B"	
GEOFISICA	
VENTANA DE ACCESO	
PERFILES SISMOESTRATIGRAFICOS "VC-VE"	
NOVA DE	EST
DISEÑADO: FVJUM	REVISADO: SAL
APROBADO: LNA	APR BAO
FECHA: OCT 91	FECHA: JUNIO 1991
REVISADO: NATURALCASA DE LA REVOLUCION	400 0209-G-2214-1



PERFIL "VCH"



ELECTROCONSULT - TRACCIONEL - RODIO			
ASTEC-INELIN - INGECONSULT - CAMINOS Y CANALES			
INSTITUTO ECUATORIANO DE ELECTRIFICACION			
PROYECTO HIDROELECTRICO COCA - CODO SINCLAIR			
ESTACION DE FACTURACION FARE			
GEOFISICA			
VENTANA DE ACCESO			
PERFIL SISMOESTRATIGRAFICO "VCH"			
HUJA	DE	FSC	
DISEÑADO	FV / JM	RECOMENDADO	
DIBUJADO	VHA	APROBADO	
REVISADO	SK		
REV. N°	FECHA	NATURALEZA DE LA REVISION	REP. VER. APROB. FECHA
1	OCT 91	REINTERPRETACION	REP. VER. APROB. FECHA
		ABRIL - 1991	REP. 0209 - G - 2215 - 1



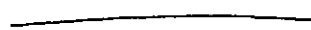
ELECTROCONSULT - TRACCIONEL - RODIO	
ASTEC-INELIN-INGECONSULT- CAMINOS Y CANALES	
INSTITUTO ECUATORIANO DE ELECTRIFICACION QUITO - ECUADOR	
PROYECTO HIDROELECTRICO COCA-CODO SINCLAIR ESTUDIO DE FACTIBILIDAD FASE B GEOFISICA VENTANA DE ACCESO PERFIL SISMOESTRATIGRAFICO "VD"	
HOJA DE	ESC
DISEÑADO FV / JM	RECOMENDADO
DIBUJADO VHA	APROBADO
REVISADO SAL	
REV. 1 OCT. 91	REINTERPRETACION
FECHA	NATURALEZA DE LA REVISION
REV. 2	
FECHA	
REV. 3	
FECHA	
REV. 4	
FECHA	
REV. 5	
FECHA	
REV. 6	
FECHA	
REV. 7	
FECHA	
REV. 8	
FECHA	
REV. 9	
FECHA	
REV. 10	
FECHA	
REV. 11	
FECHA	
REV. 12	
FECHA	
REV. 13	
FECHA	
REV. 14	
FECHA	
REV. 15	
FECHA	
REV. 16	
FECHA	
REV. 17	
FECHA	
REV. 18	
FECHA	
REV. 19	
FECHA	
REV. 20	
FECHA	
REV. 21	
FECHA	
REV. 22	
FECHA	
REV. 23	
FECHA	
REV. 24	
FECHA	
REV. 25	
FECHA	
REV. 26	
FECHA	
REV. 27	
FECHA	
REV. 28	
FECHA	
REV. 29	
FECHA	
REV. 30	
FECHA	
REV. 31	
FECHA	
REV. 32	
FECHA	
REV. 33	
FECHA	
REV. 34	
FECHA	
REV. 35	
FECHA	
REV. 36	
FECHA	
REV. 37	
FECHA	
REV. 38	
FECHA	
REV. 39	
FECHA	
REV. 40	
FECHA	
REV. 41	
FECHA	
REV. 42	
FECHA	
REV. 43	
FECHA	
REV. 44	
FECHA	
REV. 45	
FECHA	
REV. 46	
FECHA	
REV. 47	
FECHA	
REV. 48	
FECHA	
REV. 49	
FECHA	
REV. 50	
FECHA	
REV. 51	
FECHA	
REV. 52	
FECHA	
REV. 53	
FECHA	
REV. 54	
FECHA	
REV. 55	
FECHA	
REV. 56	
FECHA	
REV. 57	
FECHA	
REV. 58	
FECHA	
REV. 59	
FECHA	
REV. 60	
FECHA	
REV. 61	
FECHA	
REV. 62	
FECHA	
REV. 63	
FECHA	
REV. 64	
FECHA	
REV. 65	
FECHA	
REV. 66	
FECHA	
REV. 67	
FECHA	
REV. 68	
FECHA	
REV. 69	
FECHA	
REV. 70	
FECHA	
REV. 71	
FECHA	
REV. 72	
FECHA	
REV. 73	
FECHA	
REV. 74	
FECHA	
REV. 75	
FECHA	
REV. 76	
FECHA	
REV. 77	
FECHA	
REV. 78	
FECHA	
REV. 79	
FECHA	
REV. 80	
FECHA	
REV. 81	
FECHA	
REV. 82	
FECHA	
REV. 83	
FECHA	
REV. 84	
FECHA	
REV. 85	
FECHA	
REV. 86	
FECHA	
REV. 87	
FECHA	
REV. 88	
FECHA	
REV. 89	
FECHA	
REV. 90	
FECHA	
REV. 91	
FECHA	
REV. 92	
FECHA	
REV. 93	
FECHA	
REV. 94	
FECHA	
REV. 95	
FECHA	
REV. 96	
FECHA	
REV. 97	
FECHA	
REV. 98	
FECHA	
REV. 99	
FECHA	
REV. 100	
FECHA	

VENTANA DE ACCESO
SECCIONES ELECTROESTRATIGRAFICAS

VENTANA DE ACCESO

SECCIONES ELECTROESTRATIGRAFICAS

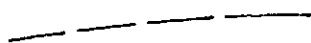
LEYENDA



PERFIL TOPOGRAFICO



CORRELACION INTERPRETATIVA



CORRELACION INTERPRETATIVA APROXIMADA

SEV-10



SONDEO ELECTRICO VERTICAL (S.E.V.)

VALORES DE RESISTIVIDAD (ohm x m)

100 - 1000

CAPA SUPERFICIAL

- CAPA MUY DELGADA DE SUELO VEGETAL O DE ALUVIALES SECOS

400 - 1000

SEGUNDA CAPA

- DEPOSITOS ALUVIALES GRUESOS

100 - 300

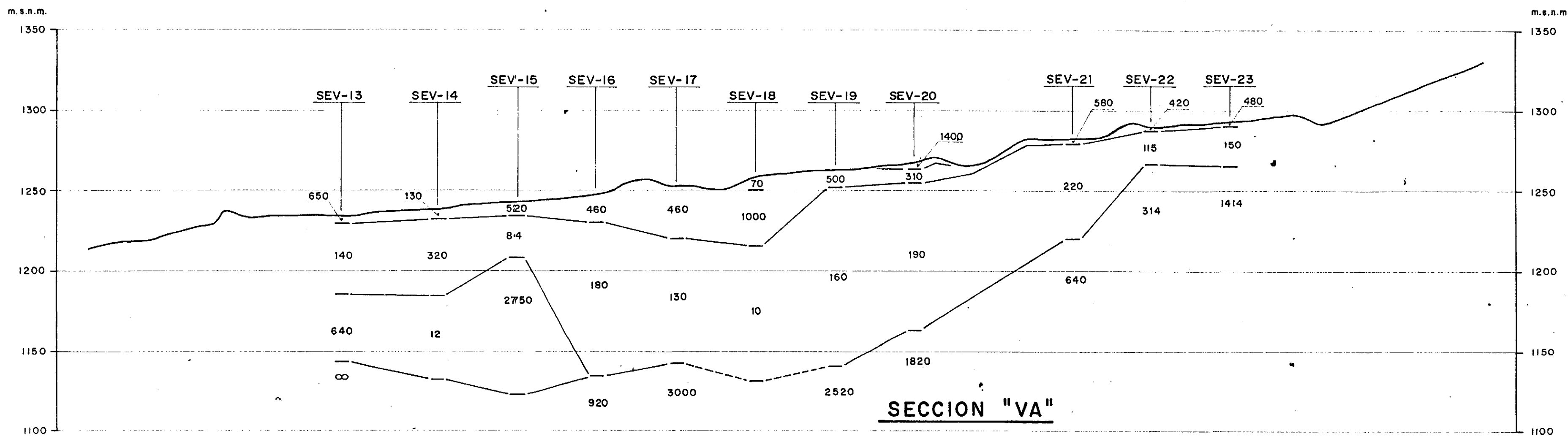
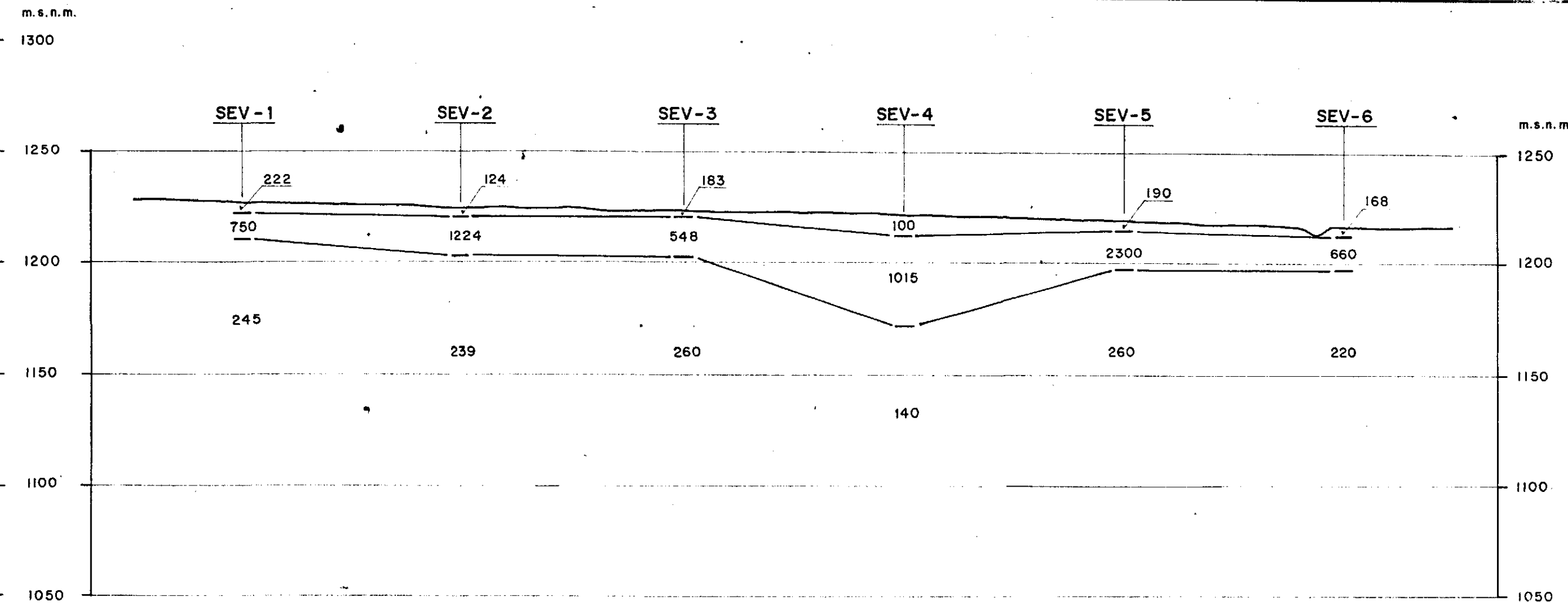
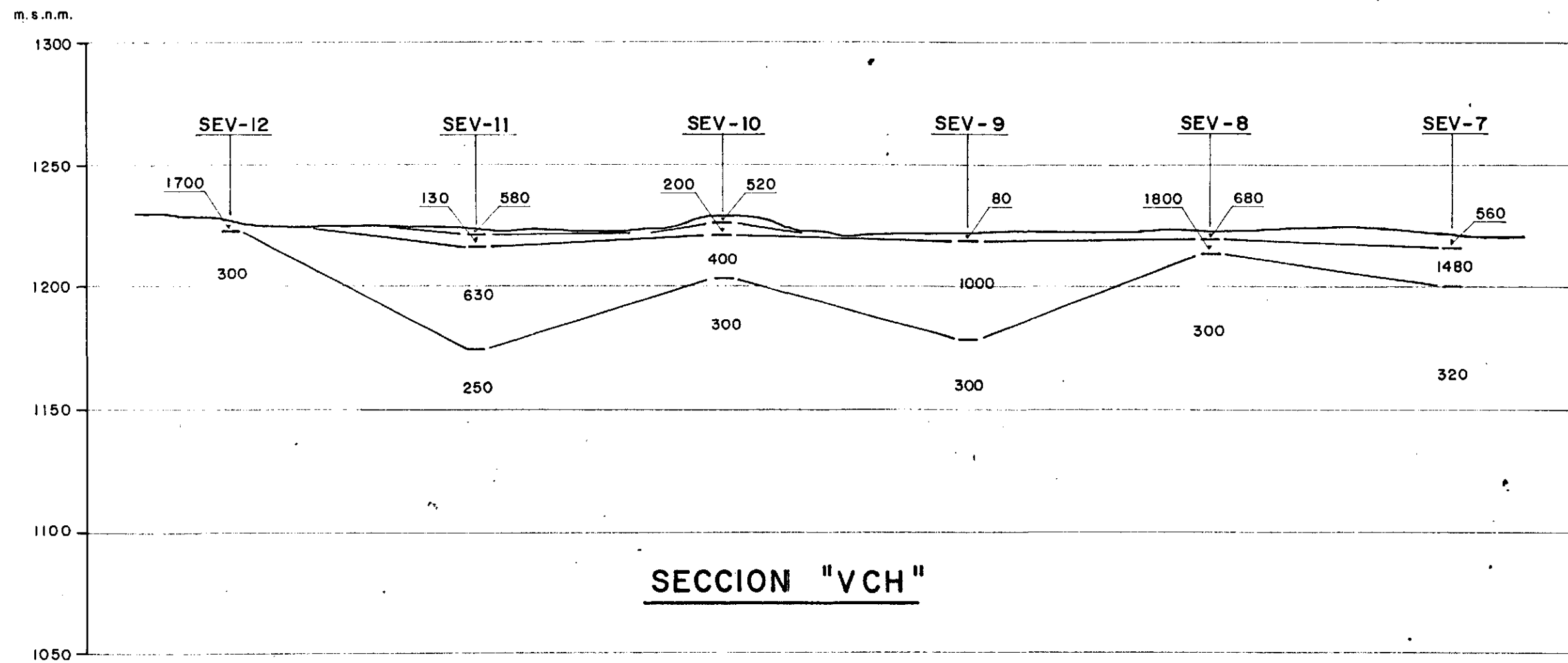
TERCERA CAPA

- MATERIAL DE AVALANCHA DE ESCOMBROS

> 1000

CUARTA CAPA

- MATERIALES DE AVALANCHA DE ESCOMBROS, CAPAS DE LAVA Y ROCAS VOLCANICAS DEL BASAMENTO (Fm. MISAHUALLI)



20 0 20 40 60 m

ELECTROCONSULT - TRACCIONEL - RODIO	
ASTEC-INELIN-INGECONSULT - CAMINOS Y CANALES	
INSTITUTO ECUATORIANO DE ELECTRIFICACION	
QUITO - ECUADOR	
PROYECTO HIDROELECTRICO COCA - CODO SINCLAIR	
ESTUDIO DE FACTIBILIDAD FASE "B"	
GEOFISICA	
SECCIONES ELECTROSTRATIGRAFICAS "VCH-VF-VA"	
HOJA DE	
DISENADO	FV/JM
DEBILADO	VHA
REVISADO	SAC
REV. NO	FECHA
1	OCT. 91
REINTERPRETACION	
NATURALEZA DE LA REVISION	
POR	VERIF. APROR.
FECHA	MAYO - 1991
REF	0209-G-2217-1

CODO SINCLAIR
PERFILES SISMOESTRATIGRAFICOS

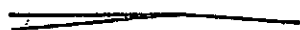
CODO SINCLAIR

PERFILES SISMOESTRATIGRAFICOS

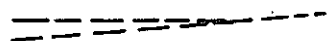
LEYENDA



SUBSTRATO ROCOSO



HORIZONTE SISMICO



HORIZONTE SISMICO ASUMIDO



VARIACION BRUSCA DE VELOCIDAD

VELOCIDADES SISMICAS (m / s)

400 - 600

- UNIDAD SUPERFICIAL

(TERRENO AEREADO, DEPOSITOS COLUVIALES SUELTOS)

900 - 2200

- UNIDAD INTERMEDIA

900 - 1100

- SUBUNIDAD DE VELOCIDAD SISMICA BAJA
(DEPOSITOS COLUVIALES-ROCA METEORIZADA)

1300 - 2200

- SUBUNIDAD DE VELOCIDAD SISMICA MEDIA
(ROCAS ALTERADAS DE LAS Fm NAPO, HOLLIN,
Y MISAHUALLI-DEPOSITOS ALUVIALES Y COLUVIALES)

2400 - 5000

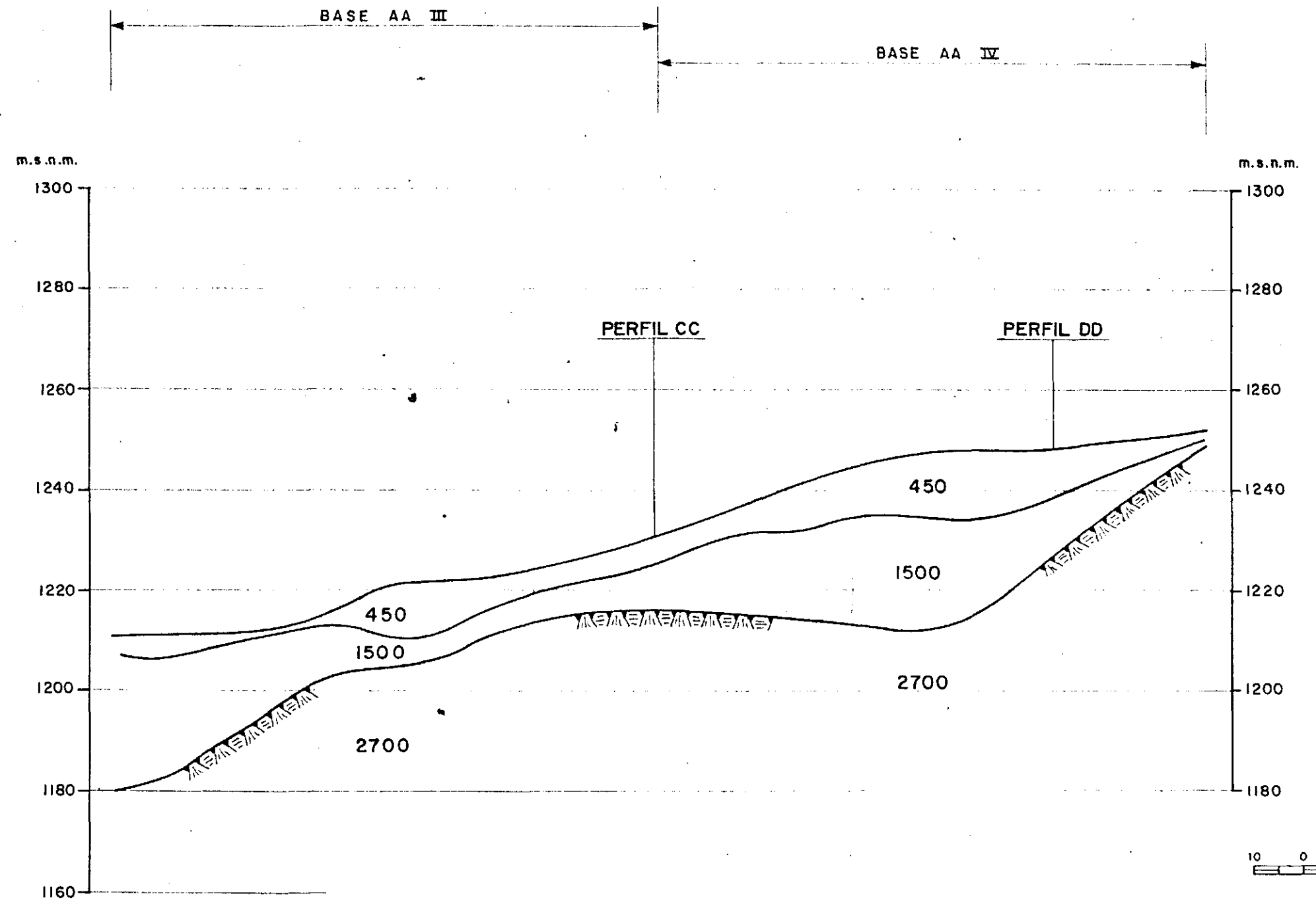
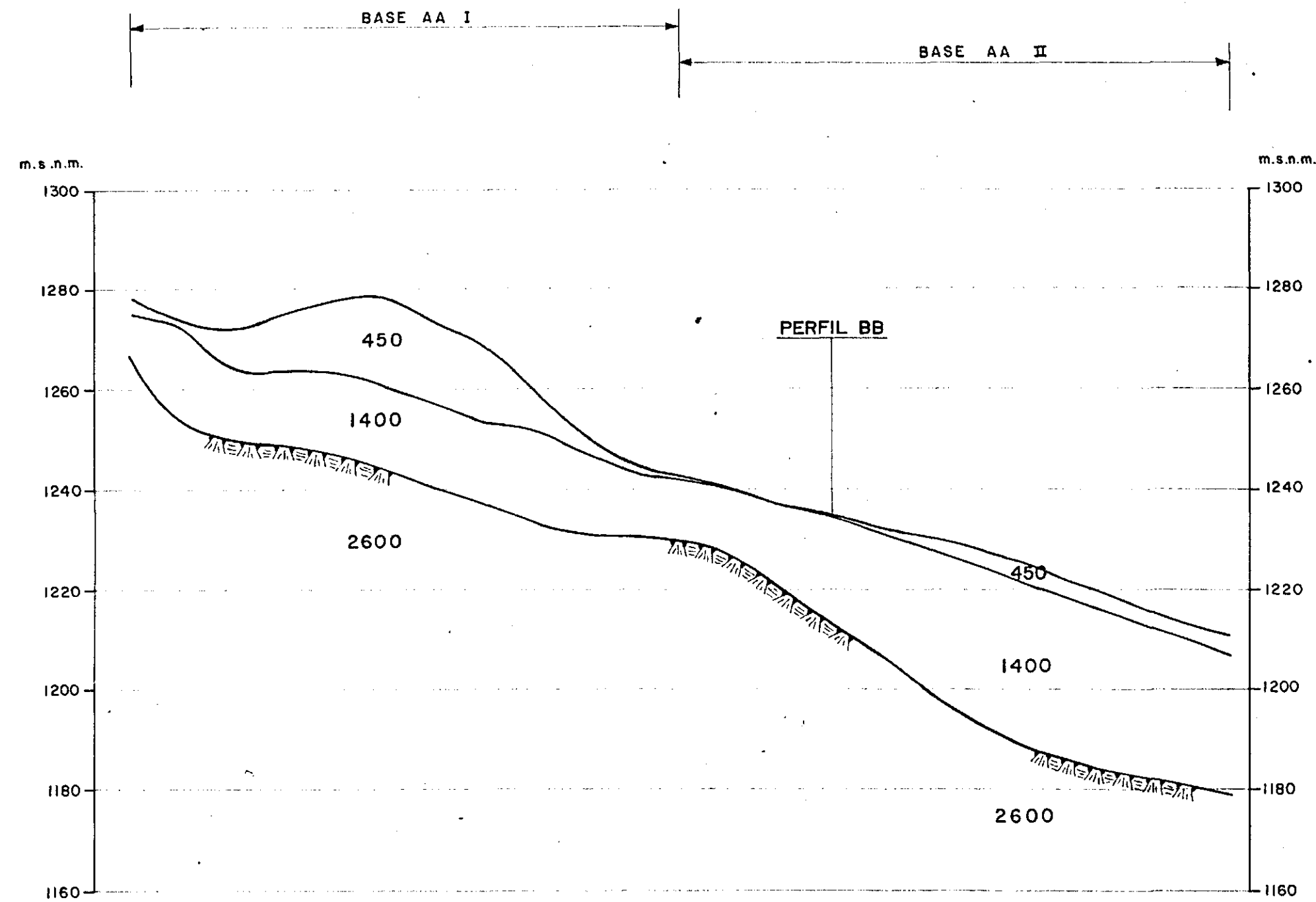
- SUBSTRATO

2400 - 2700

- SUBUNIDAD DE VELOCIDAD SISMICA MEDIO-ALTA
(ROCAS POCO ALTERADAS Y FRACTURADAS DE
LAS Fm NAPO Y HOLLIN)

3000 - 5000

- SUBUNIDAD DE VELOCIDAD SISMICA ALTA
(ROCAS COMPACTAS DE LAS Fm NAPO, HOLLIN Y
MISAHUALLI)



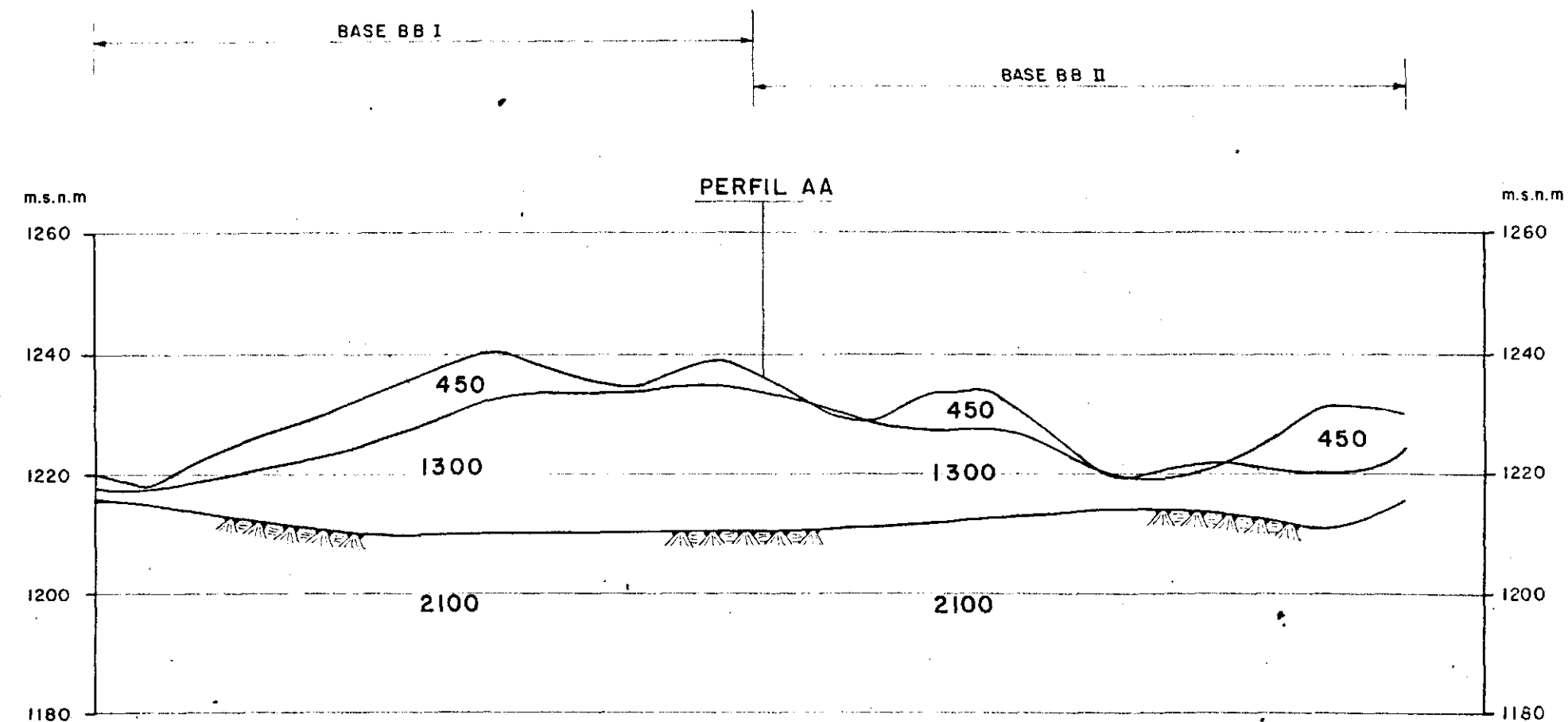
PERFIL "AA"

NOTA:

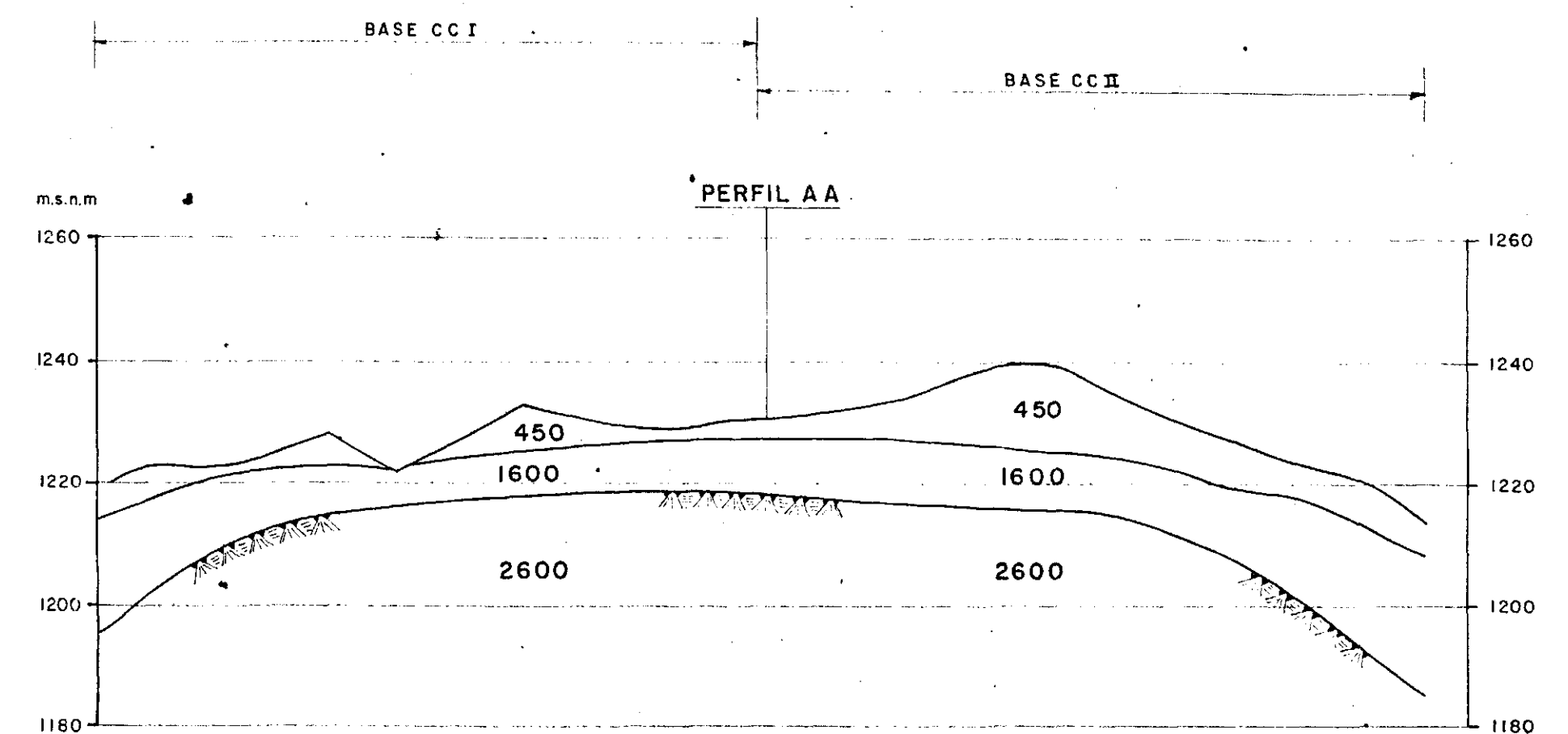
ESTE PLANO CORRESPONDE AL 0209-G-1123 DE LA FASE "A"

10 0 10 20 30 m

ELECTROCONSULT - TRACCIONEL - RODIO			
ASTEC-INELIN - INGECONSULT - CAMINOS Y CANALES			
INSTITUTO ECUATORIANO DE ELECTRIFICACION			
QUITO - ECUADOR			
PROYECTO HIDROELECTRICO COCA - CODO SINCLAIR			
ESTUDIOS DE FACTIBILIDAD FASE "B"			
GEOFISICA			
CODO SINCLAIR			
PERFIL SISMOESTRATIGRAFICO "AA"			
HOJA DE	B.P.	RECOMENDADO	ESC. 1:200
DISEÑADO	V.H.A.	APROBADO	
REVISADO	SAC		
FECHA	MAYO - 1991	REF	0209-G-2218



PERFIL "B B"



PERFIL "C C"

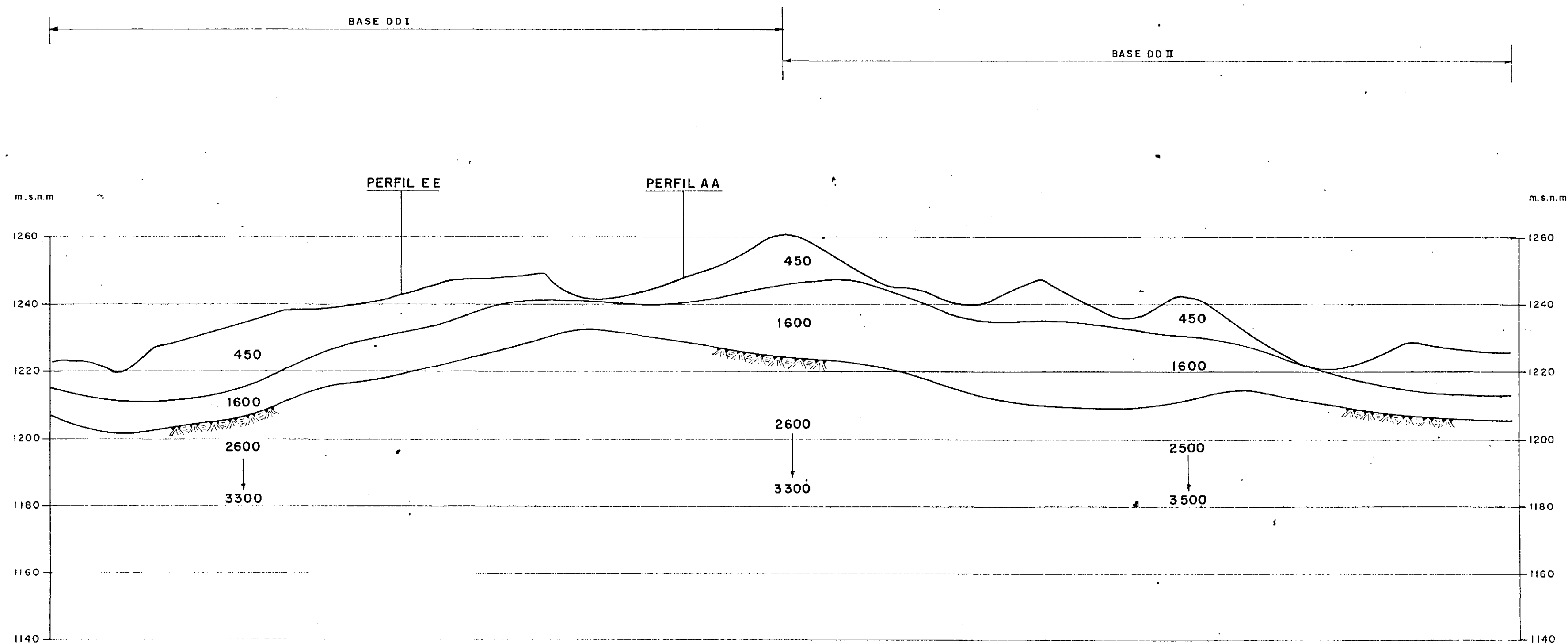
10 0 10 20 30 m

NOTA:

- ESTE PLANO CORRESPONDE AL 0209-G-1124 DE LA FASE "A"

REV	FECHA	NATURALEZA DE LA REVISION	POR	VERIF	APROB	FECHA	REF
						MAYO-1991	0209-G-2219

ELECTROCONSULT-TRACCIONEL-RODIO ASTEC-INELIN-INGECONSULT-CAMINOS Y CANALES	
INSTITUTO ECUATORIANO DE ELECTRIFICACION QUITO - ECUADOR	
PROYECTO HIDROELECTRICO COCA-CODO SINCLAIR ESTUDIO DE FACTIBILIDAD FASE "B"	
GEOFISICA CODO SINCLAIR	
PERFILES SISMOESTRATIGRAFICOS "BB-CC"	
HOJA DE	ESC. 1:1000
DISEÑADO S.P.	RECOMENDADO
DIBUJADO G.M.	APROBADO
REVISADO	

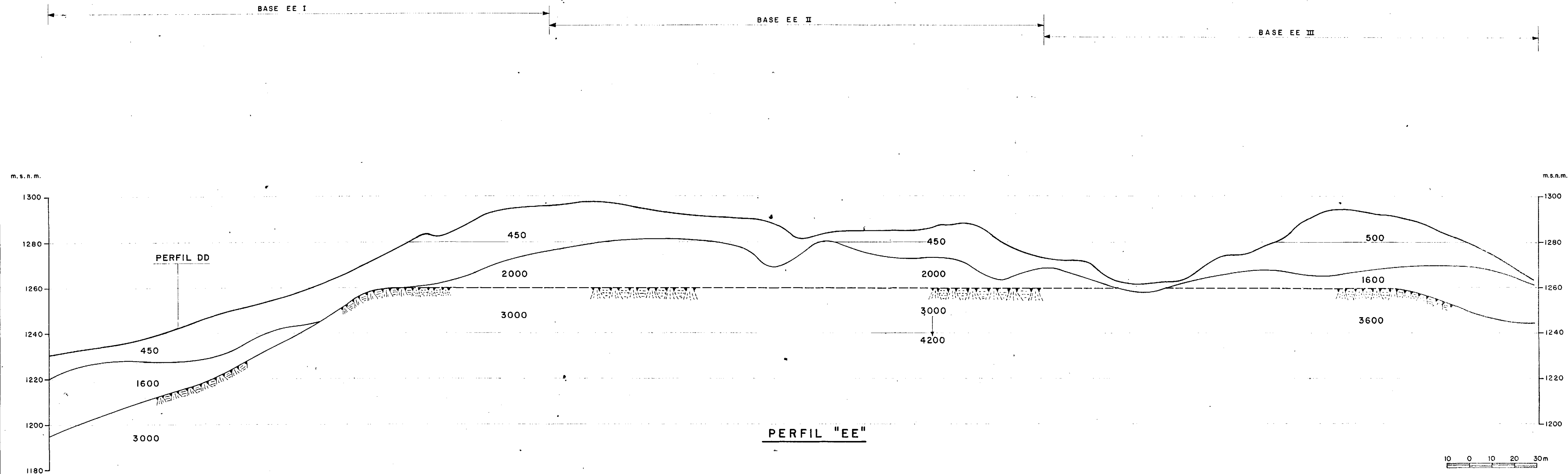


PERFIL "D D"

NOTA:

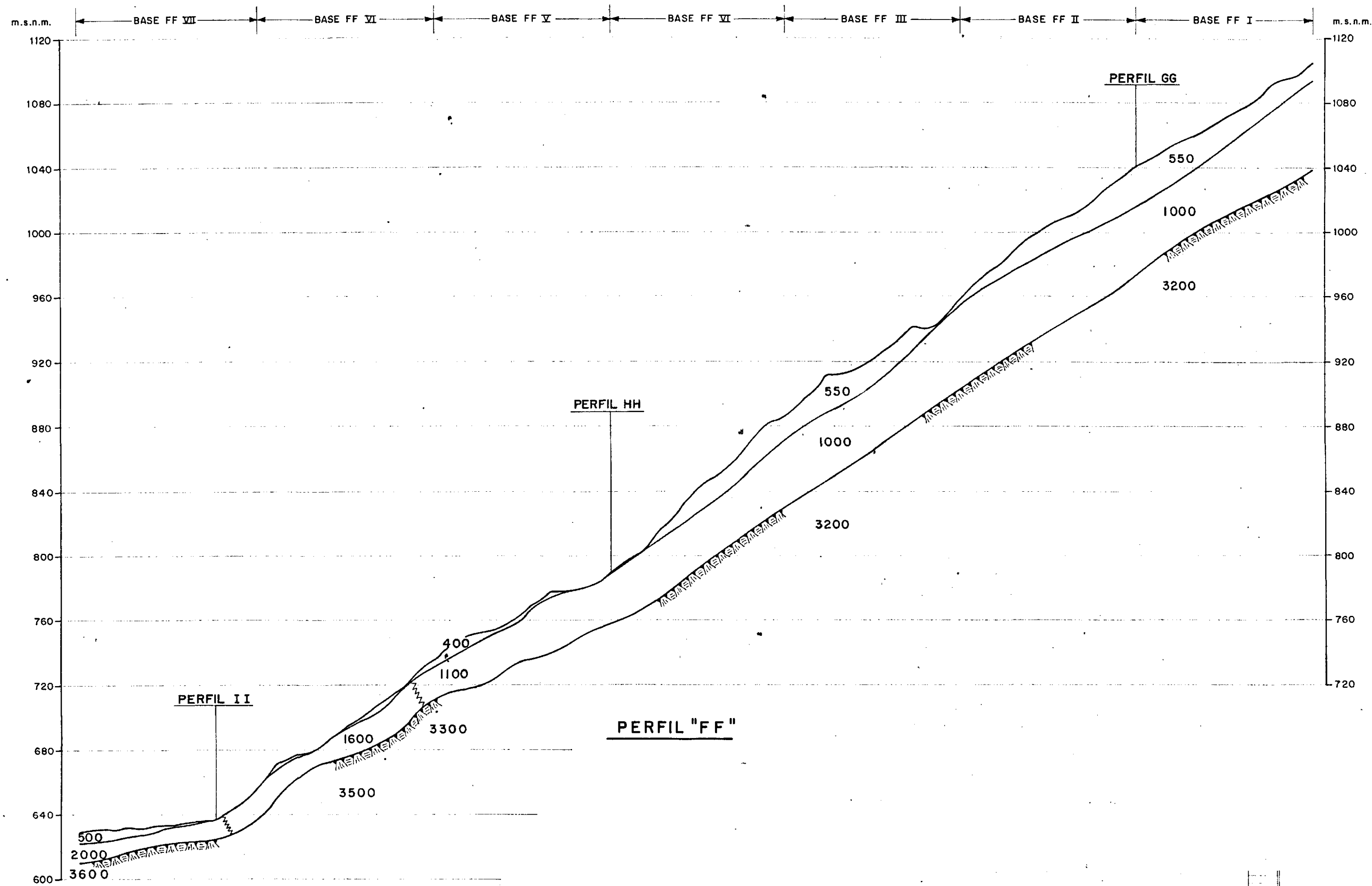
- ESTE PLANO CORRESPONDE AL 0209-G-1125 DE LA FASE "A"

ELECTROCONSULT-TRACTIONEL-RODIO ASTEC-INELIN-INGECONSULT-CAMINOS Y CANALES			
INSTITUTO ECUATORIANO DE ELECTRIFICACION QUITO - ECUADOR			
PROYECTO HIDROELECTRICO COCA-CODO SINCLAIR ESTUDIO DE FACTIBILIDAD FASE "B"			
GEOFISICA CODO SINCLAIR PERFIL SISMOESTRATIGRAFICO "D-D"			
HOJA DE ESCALA 1:1000			
DISEÑADO: B.P.	RECOMENDADO:		
DIBUJADO: G.M.	APROBADO:		
REVISADO: S.P.	FECHA: MAYO 1981	REF: 0209-G-2220	
FECHA: MAYO 1981	NATURALEZA DE LA REVISION:	POR:	VERIF: AP4CB

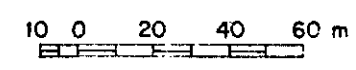


NOTA:
 - ESTE PLANO CORRESPONDE AL 0209-G-1126
 DE LA FASE "A"

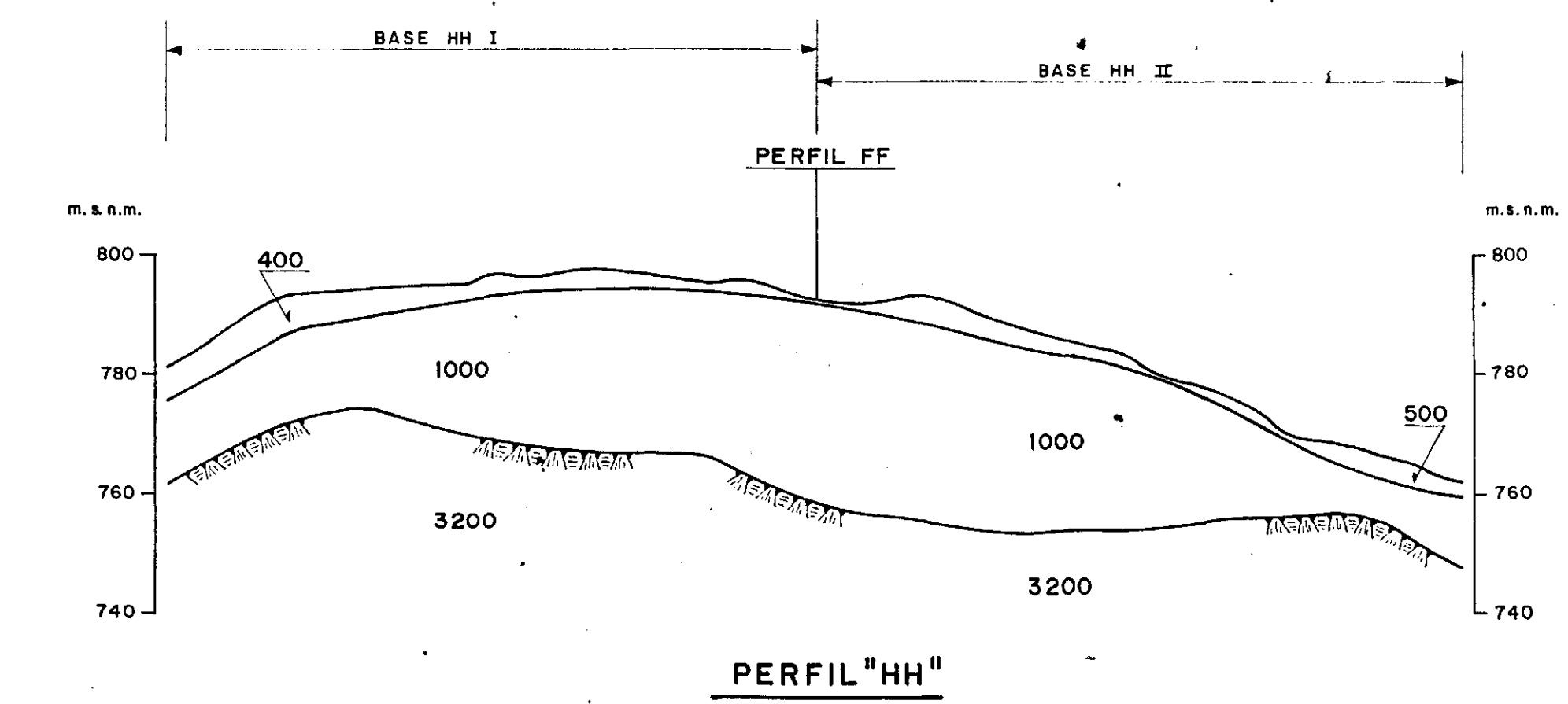
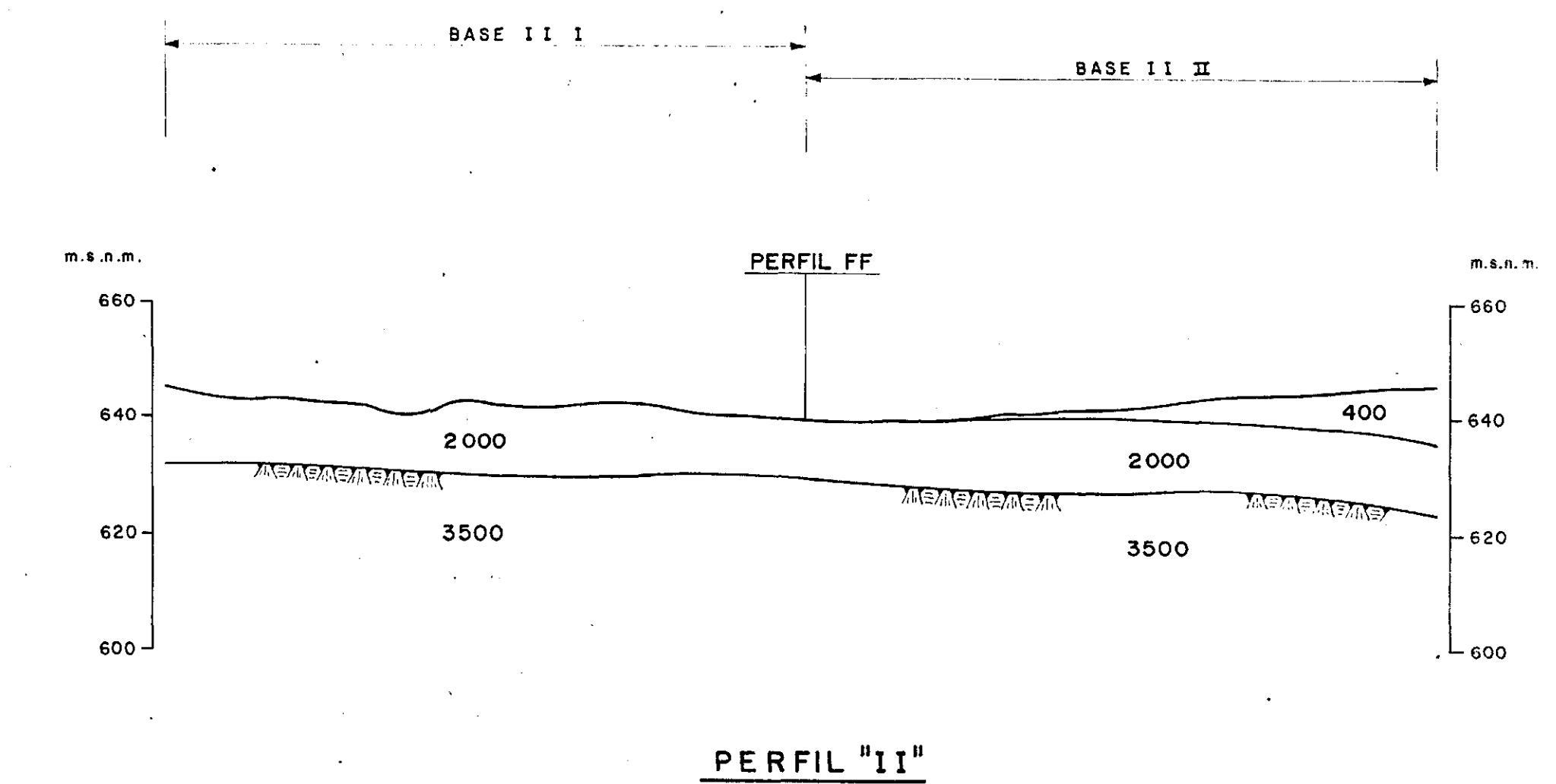
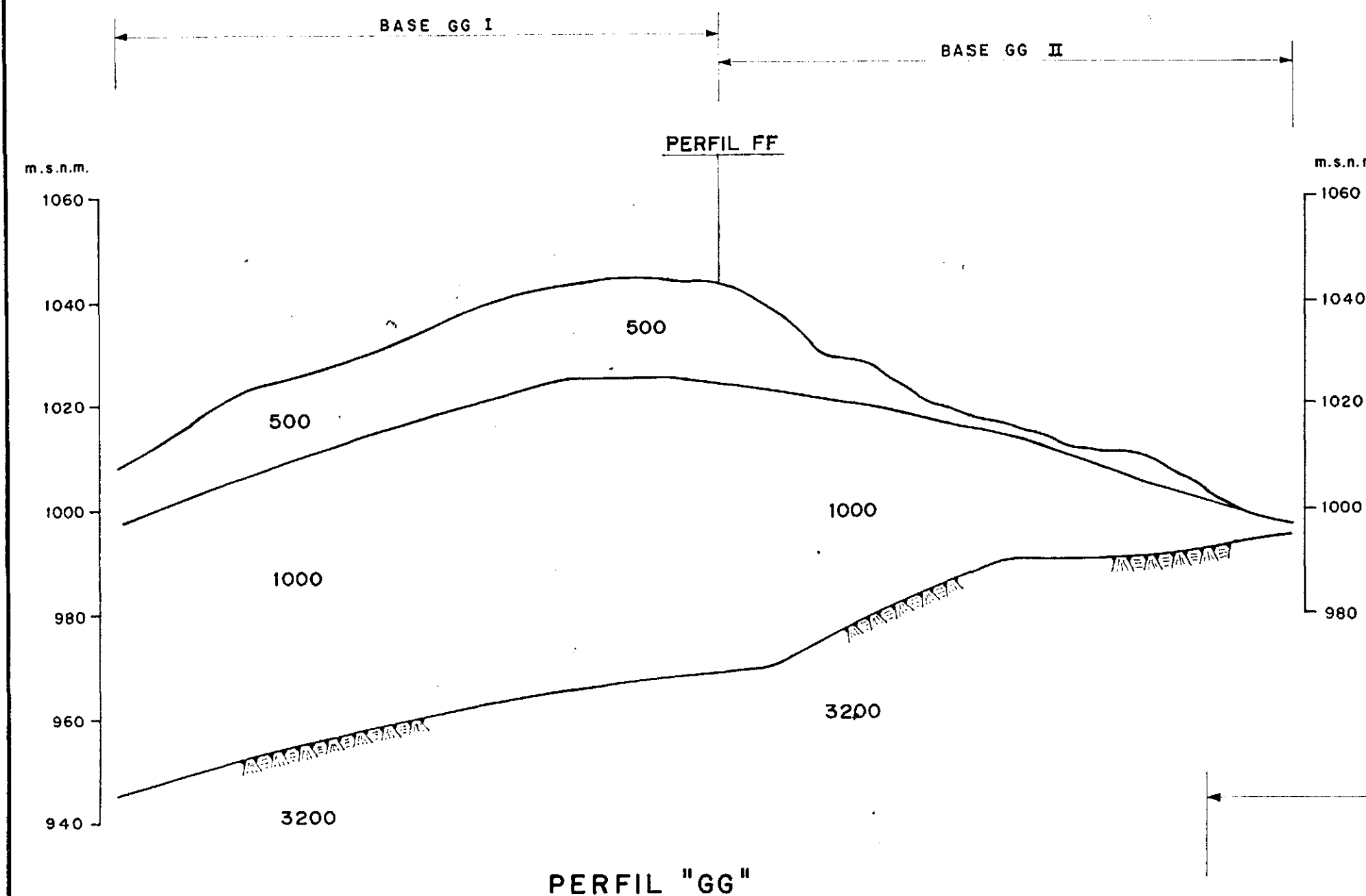
ELECTROCONSULT - TRACCIONEL - RODIO	
ASTEC-INELIN-INGECONSULT - CAMINOS Y CANALES	
INSTITUTO ECUATORIANO DE ELECTRIFICACION	
QUITO - ECUADOR	
PROYECTO HIDROELECTRICO COCA-CODO SINCLAIR	
ESTUDIO DE VIBRACIONES FISICAS	
GEOFISICA	
CODO SINCLAIR	
PERFIL SISMOESTRATIGRAFICO "EE"	
HOJA	DE
ESC.	1:1000
DISEÑADO	R.P.
DIBUJADO	J.H.A.
REVISADO	56
FECHA	MAYO 1991
REF	0209-G-2221



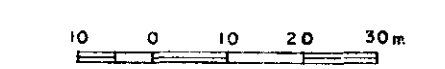
NOTA:
- ESTE PLANO CORRESPONDE AL
0209-G-1127 DE LA FASE "A"



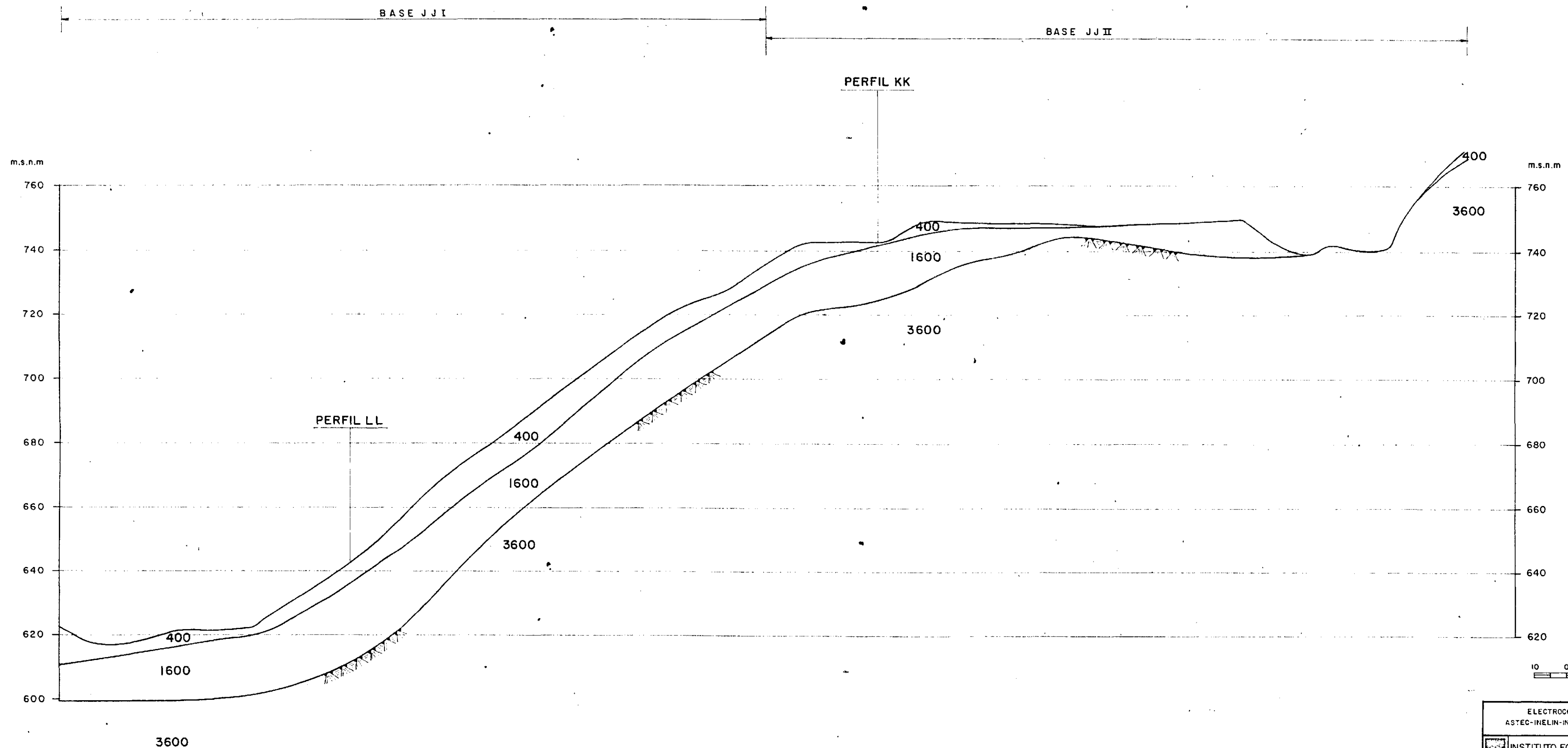
ELECTROCONSULT - TRACCIONEL - RODIO	
ASTEC-INELIN-INGECONSULT- CAMINOS Y CANALES	
INSTITUTO ECUATORIANO DE ELECTRIFICACION	
QUITO - ECUADOR	
PROYECTO HIDROELECTRICO COCA-CODO SINCLAIR	
ESTUDIO DE FACTIBILIDAD FASE "B"	
GEOFISICA	
CODO SINCLAIR	
PERFIL SISMOESTRATIGRAFICO "FF"	
HOJA DE	ESC.
USUARIO B.P.	RECOMENDADO
DIBUJADO V.H.A.	APROBADO
REVISADO S.A.C.	
FECHA MAYO-1991	REF. 0209-G-2222



NOTA:
ESTE PLANO CORRESPONDE AL
0209-G-1128 DE LA FASE "A"



ELECTROCONSULT-TRACTIONEL-RODIO	
ASTEC INELIN INGECONSULT CAMINOS Y CANALES	
INECCEL QUITO - ECUADOR	
PROYECTO MICROELECTRICO COCA-CODO SINCLAIR ESTUDIO DE FACTIBILIDAD FASE "B"	
GEOFISICA CODO SINCLAIR PERFILES SISMOESTRATIGRAFICOS "GG-HH-II"	
HOJA DE	ESC. 1:1000
DISEÑADO: S.P.	RECOMENDADO:
DIBUJADO: V.H.A.	APROBADO:
REVISADO: S.C.	
FECHA: MAYO-1977	REF: 0209-G-2223

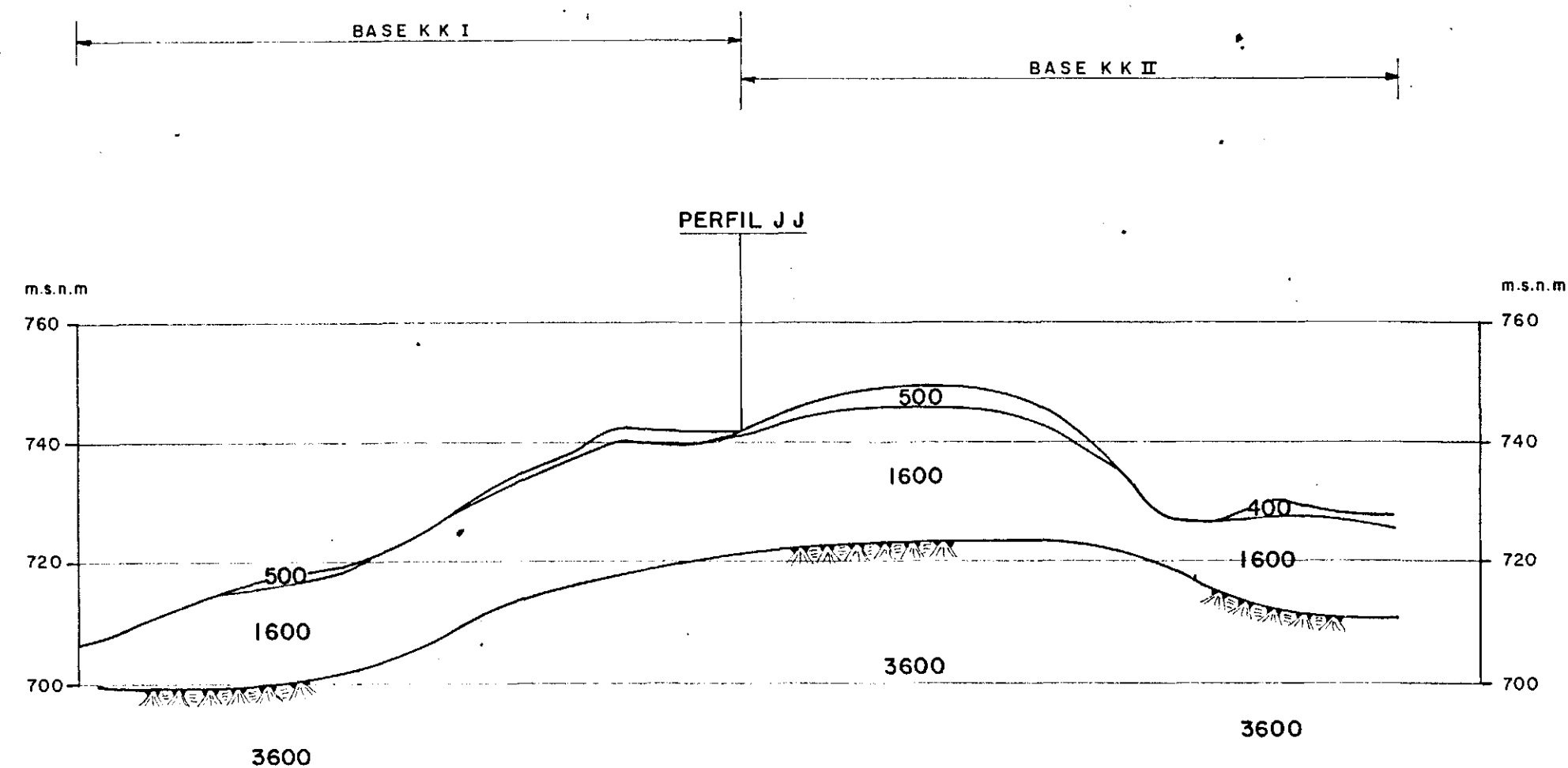


PERFIL "J J"

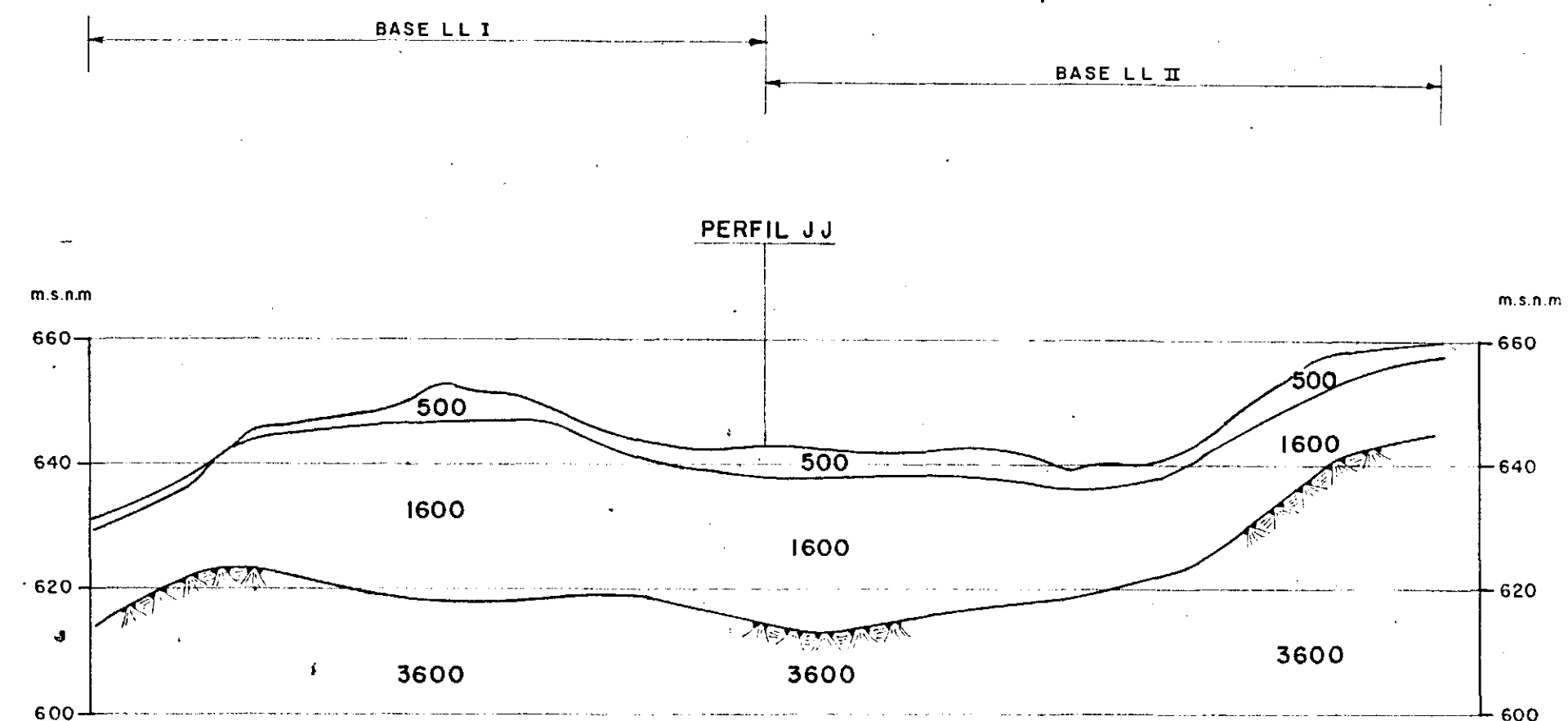
NOTA:

ESTE PLANO CORRESPONDE AL
0209-G-1129 DE LA FASE "A"

ELECTROCONSULT-TRACTIONEL-RODIO ASTEC-INELIN-INGECONSULT-CAMINOS Y CANALES	
INSTITUTO ECUATORIANO DE ELECTRIFICACION QUITO - ECUADOR	
PROYECTO HIDROELECTRICO COCA-CODO SINCLAIR ESTUDIO DE FACTIBILIDAD FASE "B"	
GEOFISICA CODO SINCLAIR PERFIL SIMIOESTRATIGRAFICO "JJ"	
HOJA DE	ESC. 1:1000
DISEÑADO H.P.	RECOMENDADO
DIBUJADO G.M.	APROBADO
REVISADO S.A.	
REV. FECHA	NATURALEZA DE LA REVISION
POP. VERIF.	APROB. FECHA
MAYO-1951	REP. 0209-G-2224

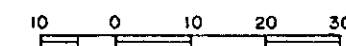


PERFIL "K K"

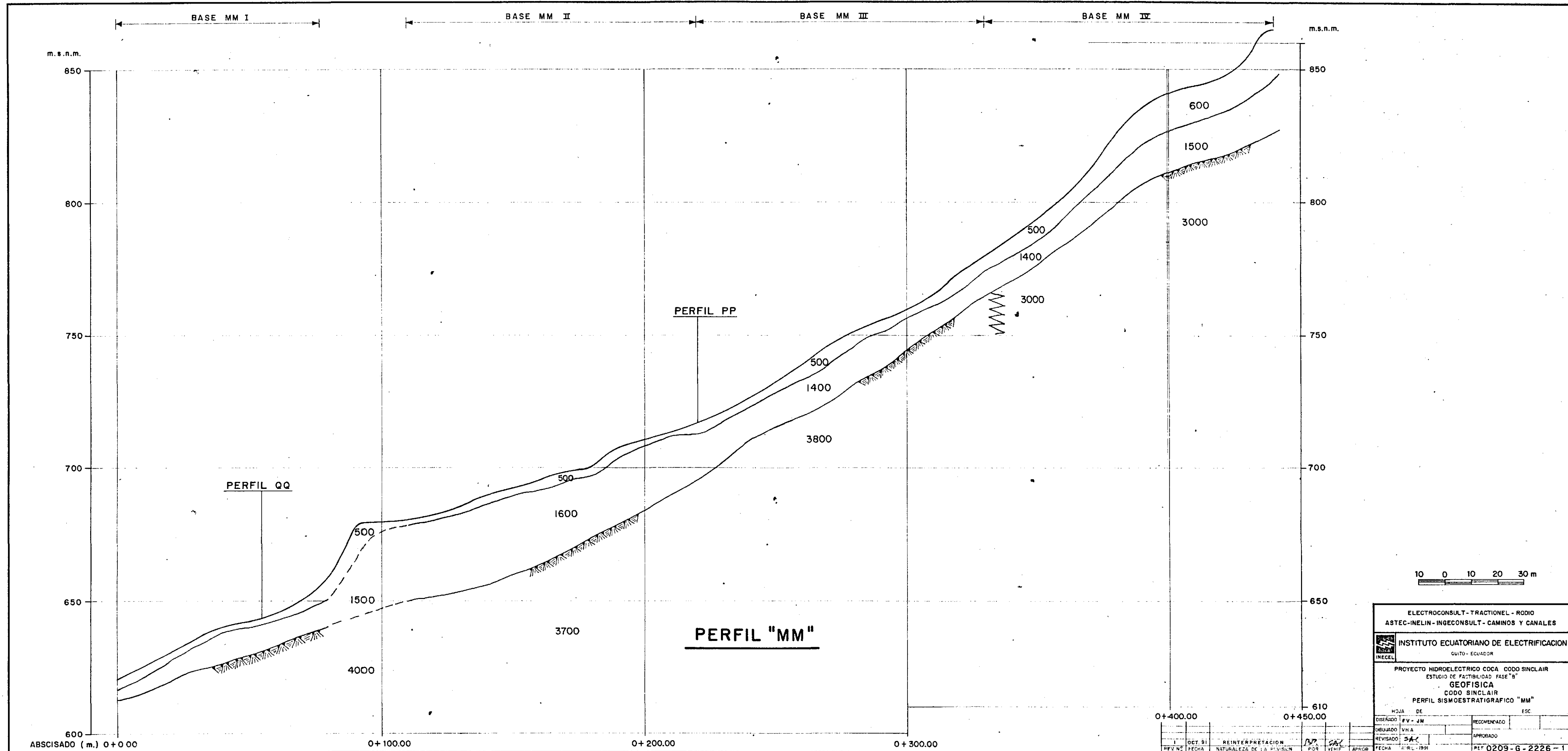


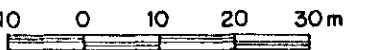
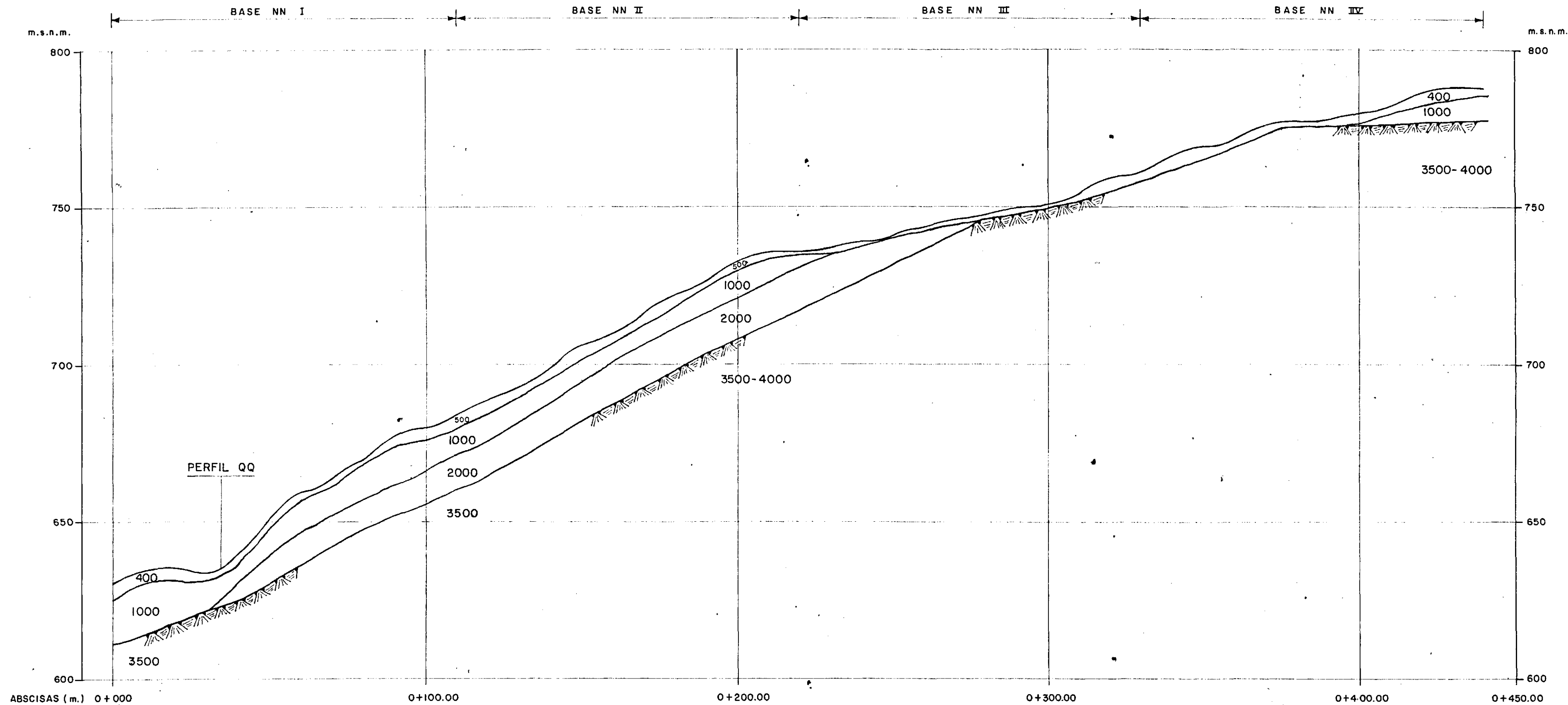
PERFIL "L L"

NOTA:
- ESTE PLANO CORRESPONDE AL
0209-G-1130 DE LA FASE "A"



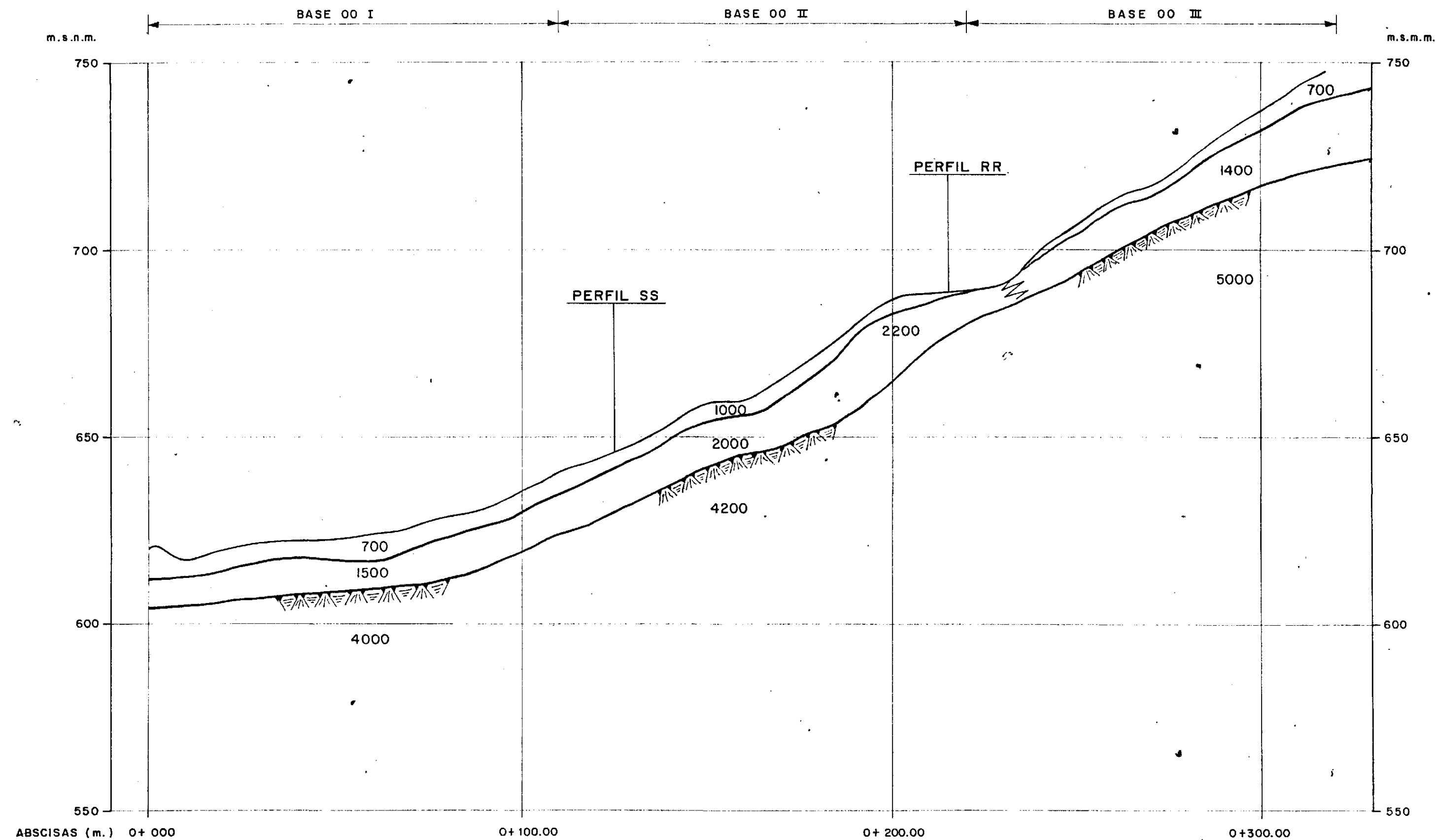
ELECTROCONSULT-TRACCIONEL-RODIO	
ASTEC-INELIN-INGECONSULT-CAMINOS Y CANALES	
INSTITUTO ECUATORIANO DE ELECTRIFICACION	
QUITO - ECUADOR	
PROYECTO HIDROELECTRICO COCA-CODO SINCLAIR	
ESTUDIO DE FACTIBILIDAD FASE "B"	
GEOFISICA	
CODO SINCLAIR	
PERFILES SISMOESTRATIGRAFICOS "K K, L L"	
HOJA DE	ESC. 1:1000
DISEÑADO: B. P.	RECOMENDADO:
DIBUJADO: G. M.	APROBADO:
REVISADO: SAC	FECHA: MAYO-1991
REF: 0209-G-2225	





ELECTROCONSULT - TRACCIONEL - RODIO	
ASTEC-INELIN - INGECONSULT - CAMINOS Y CANALES	
INSTITUTO ECUATORIANO DE ELECTRIFICACION QUITO - ECUADOR	
PROYECTO HIDROELECTRICO COCA-CODO SINCLAIR ESTUDIO DE FACTIBILIDAD FASE "B"	
GEOFISICA CODO SINCLAIR PERFIL SISMOESTRATIGRAFICO "NN"	
HOJA DE	ESC.
DISEÑADO F.V. - J.M.	RECOMENDADO
DIBUJADO V.H.A.	APROBADO
REVISADO S.A.C.	FECHA
REV. N°	FECHA
NATURALEZA DE LA REVISION	REF. 0209-G-2227-1

PERFIL "NN"

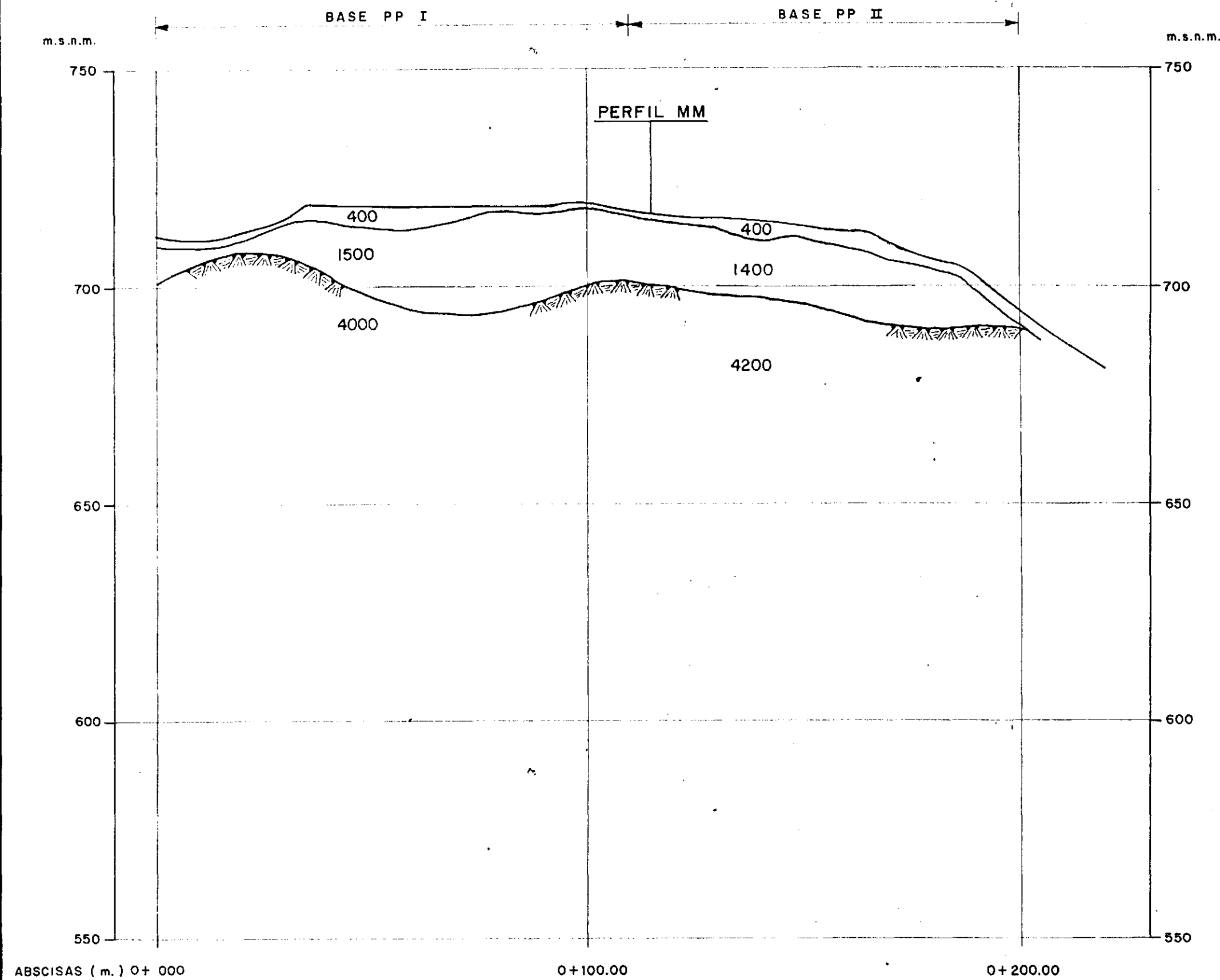


PERFIL "00"

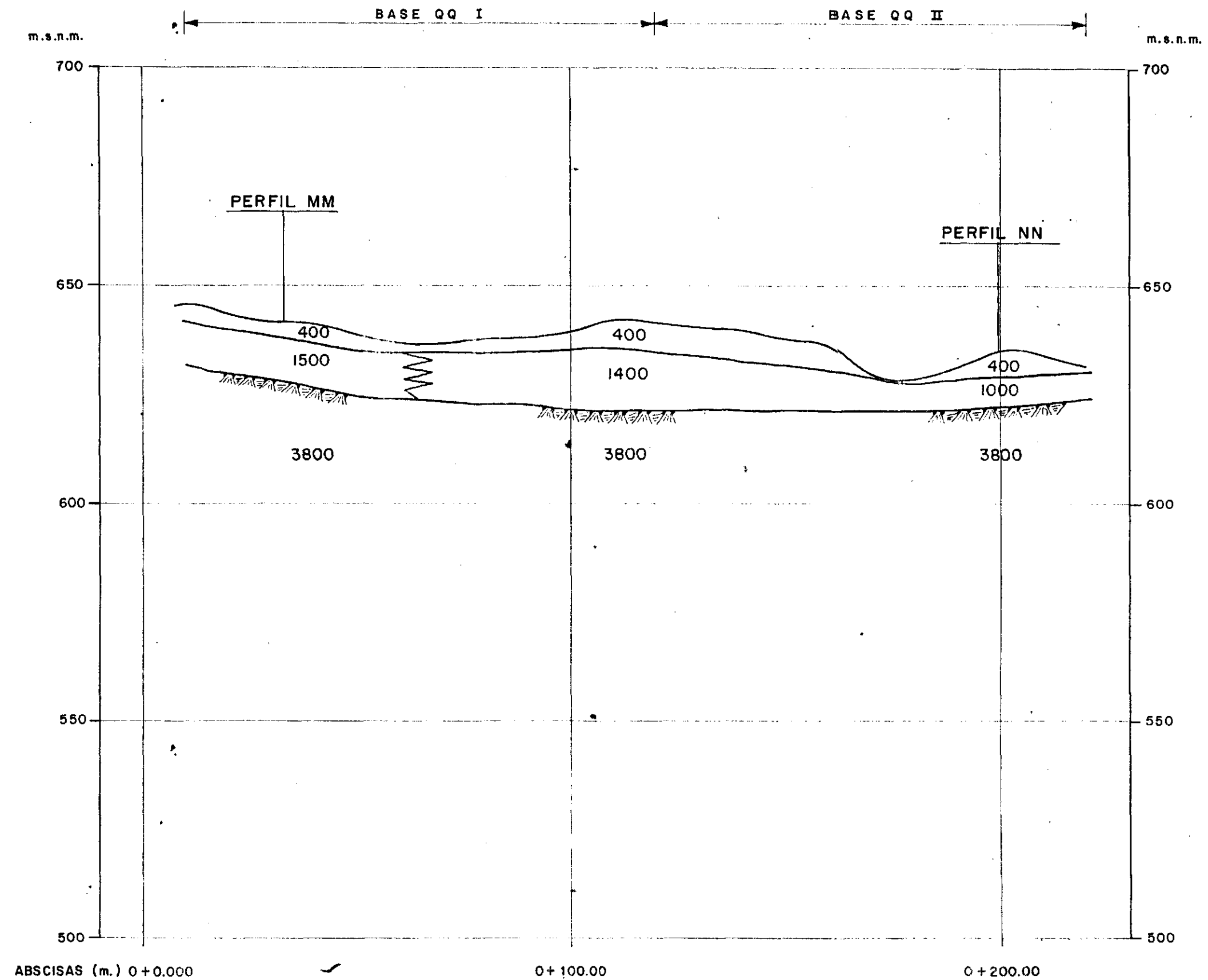
10 0 10 20 30 m

ELECTROCONSULT - TRACCIONEL - RODIO	
ASTEC-INELIN-INGECONSULT - CAMINOS Y CANALES	
INSTITUTO ECUATORIANO DE ELECTRIFICACION QUITO - ECUADOR	
PROYECTO HIDROELECTRICO COCA-CODO SINCLAIR ESTUDIO DE FACTIBILIDAD FASE "B"	
GEOFISICA CODO SINCLAIR PERFIL SISMOESTRATIGRAFICO "00"	
HOJA DE	ESC.
DISEÑADO: FV - JM	RECOMENDADO:
DIBUJADO: VHA	APROBADO:
REVISADO: SAC	
REV. NO. 1	FECHA: JUNIO-1991
NATURALEZA DE LA REVISION:	REF. 0209-G-2228-1

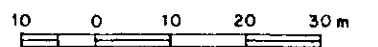
REV. NO.	FECHA	NATURALEZA DE LA REVISION	POR	VERIF.	APROB.	FECHA
1	OCT. 91	REINTERPRETACION	BP	SAC		JUNIO-1991



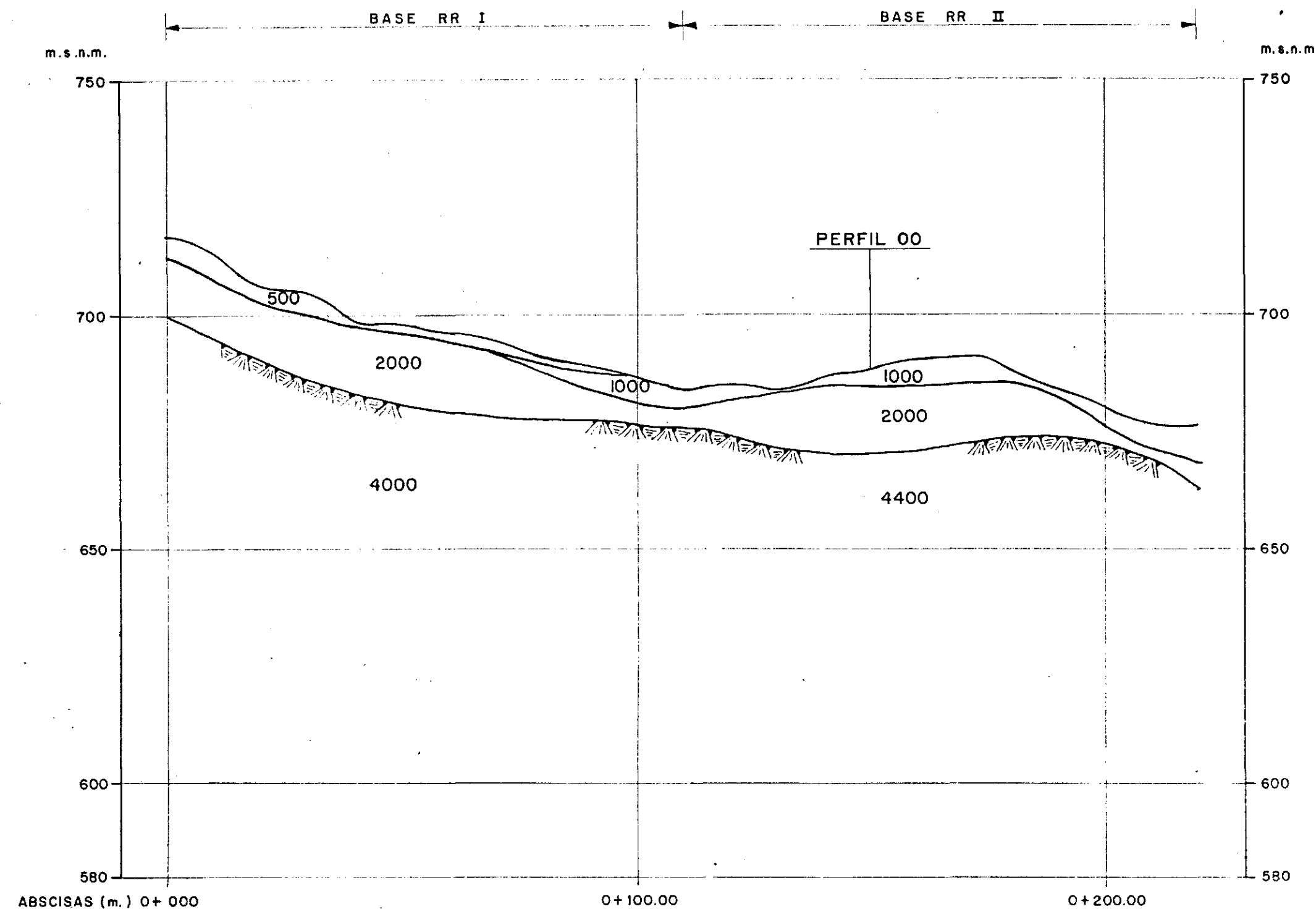
PERFIL "PP"



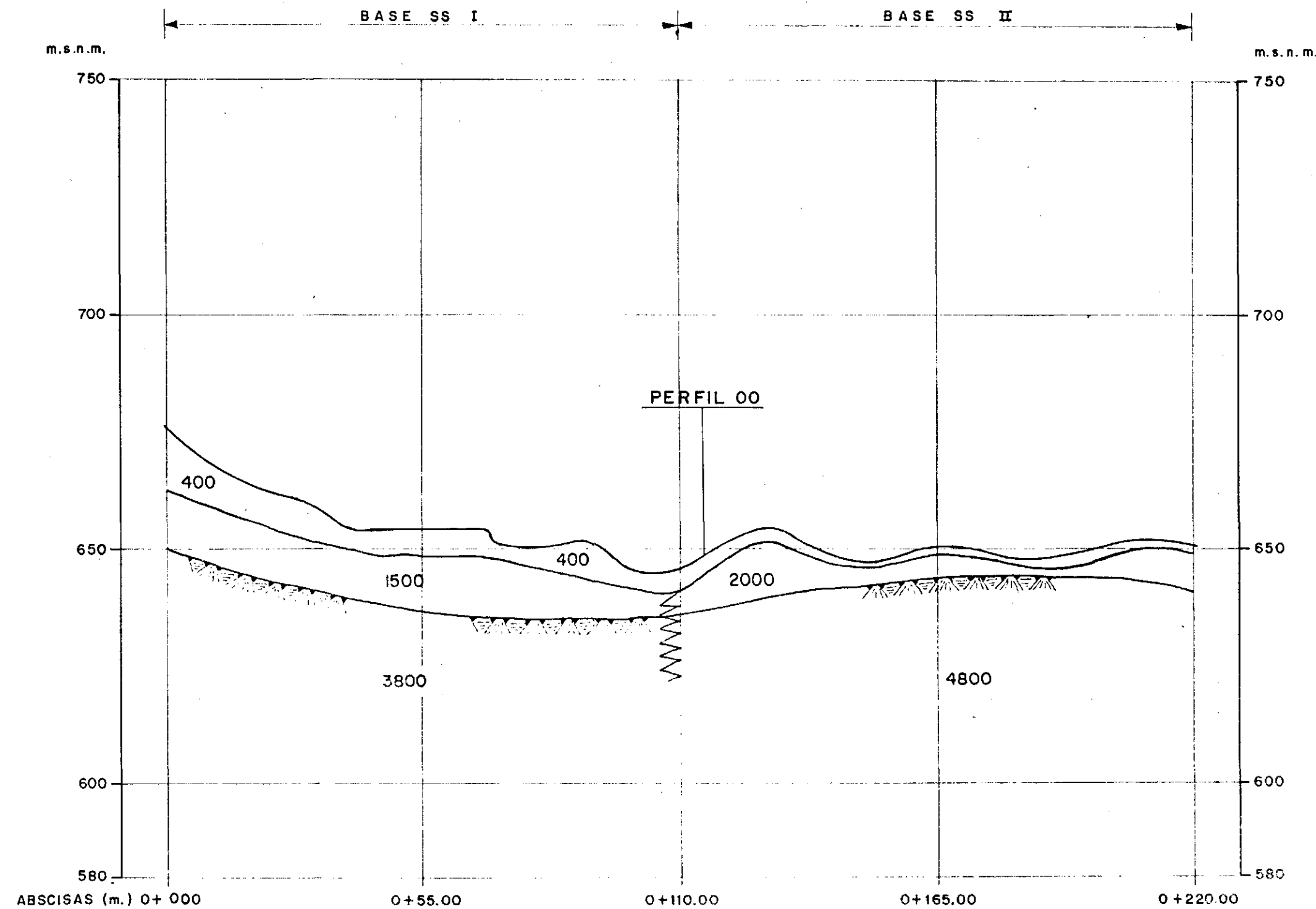
PERFIL "QQ"



ELECTROCONSULT - TRACCIONEL - RODIO	
ASTEC-INELIN - INGECONSULT - CAMINOS Y CANALES	
INSTITUTO ECUATORIANO DE ELECTRIFICACION	
QUITO - ECUADOR	
PROYECTO HIDROELECTRICO COCA-CODO SINCLAIR	
ESTUDIO DE FACTIBILIDAD FASE "B"	
GEOFISICA	
CODO SINCLAIR	
PERFILES SISMOESTRATIGRAFICOS "PP-QQ"	
HOJA DE	ESC
DISEÑADO	REV. J.M.
REVISADO	APROBADO
FECHA	APRIL - 1991
REF.	0209 - G - 2229 - 1



PERFIL "RR"



PERFIL "SS"

10 0 10 20 30 m.

ELECTROCONSULT-TRACTIONEL - RODIO	
ASTEC-INELIN-INGECONSULT- CAMINOS Y CANALES	
INSTITUTO ECUATORIANO DE ELECTRIFICACION QUITO-ECUADOR	
PROYECTO HIDROELECTRICO COCA-CODO SINCLAIR ESTUDIO DE FACTIBILIDAD FASE B	
GEOFISICA CODO SINCLAIR PERFILES SISMOESTRATIGRAFICOS "RR-SS"	
HOJA DE	ESC.
DISEÑADO FV-UM	REVISADO
DIBUJADO V.H.A.	APROBADO
REVISADO S.A.	FECHA JUNIO-1991
OCT 91 REINTERPRETACION	
ROR VERIF APROR	
0209-G-2230-1	

CODO SINCLAIR
SECCIONES ELECTROESTRATIGRAFICAS

CODO SINCLAIR

SECCIONES ELECTROESTRATIGRAFICAS

LEYENDA



PERFIL TOPOGRAFICO



CORRELACION INTERPRETATIVA



CORRELACION INTERPRETATIVA APROXIMADA

CO-7



SONDEO ELECTRICO VERTICAL

VALORES DE RESISTIVIDAD (ohm x m)

∞

RESISTIVIDAD ≥ 10.000 ohm x m

100 - 250

- UNIDAD SUPERFICIAL CONDUCTIVA
(SUELO RESIDUAL)

500 - 1000

- UNIDAD SUPERFICIAL RESISTIVA

• NIVELES ARENOSOS Y CALCAREOS DE LA Fm NAPO

1000 - 5000

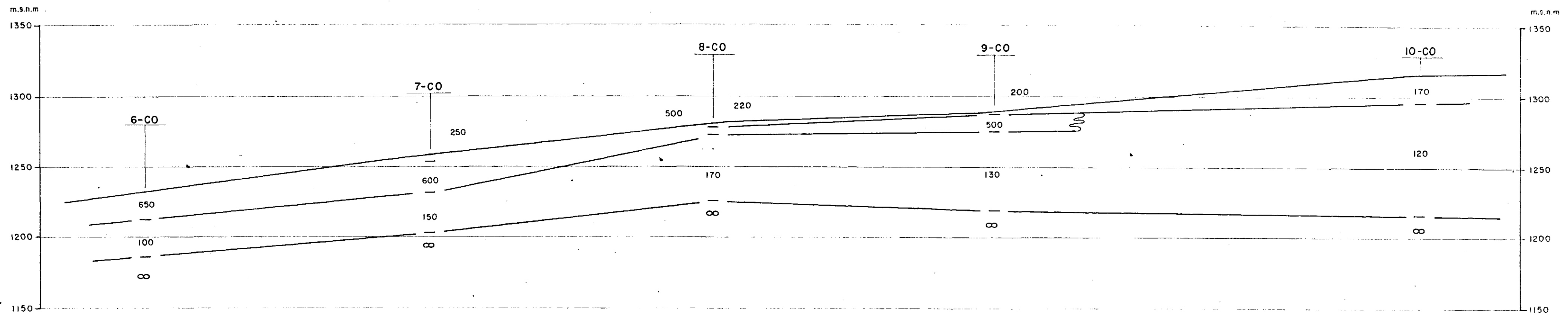
• DEPOSITOS DE TALUD DE GRANULOMETRIA GRUESA

90 - 200

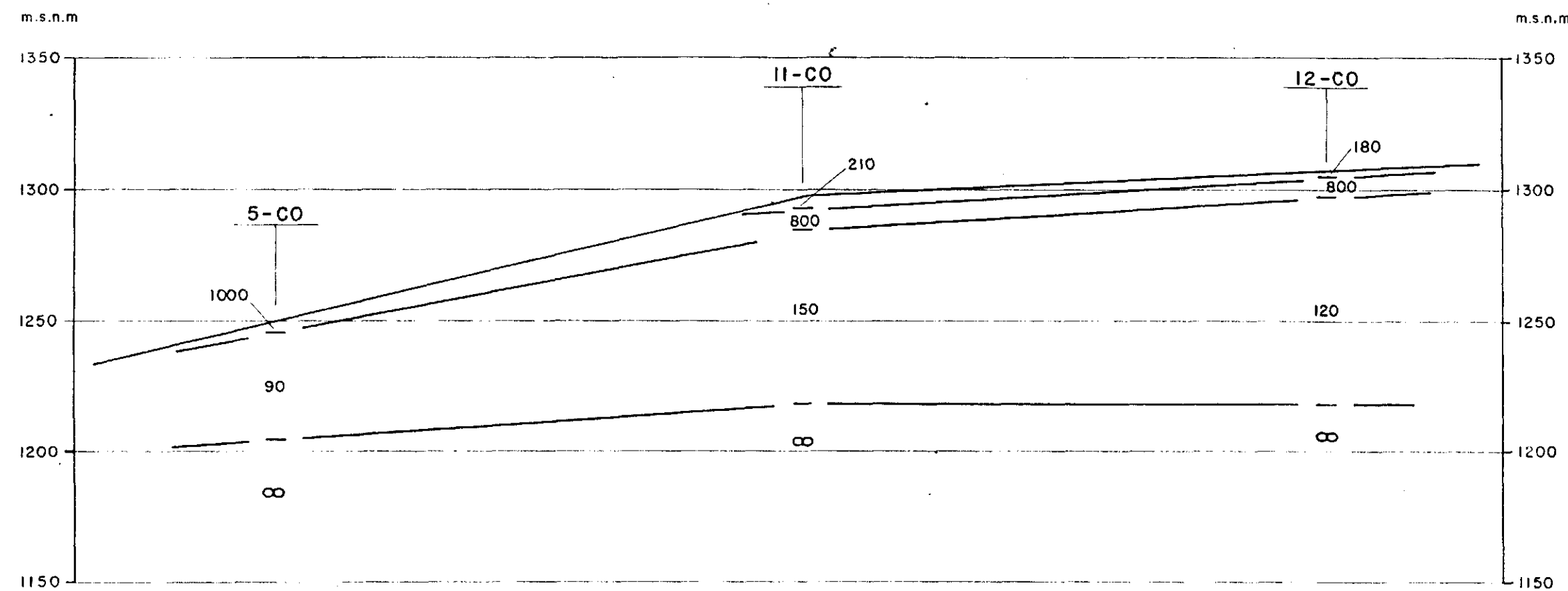
- UNIDAD CONDUCTIVA INTERMEDIA
(ARCILLAS Y LUTITAS DE LA Fm NAPO,
DEPOSITOS COLUVIALES)

∞

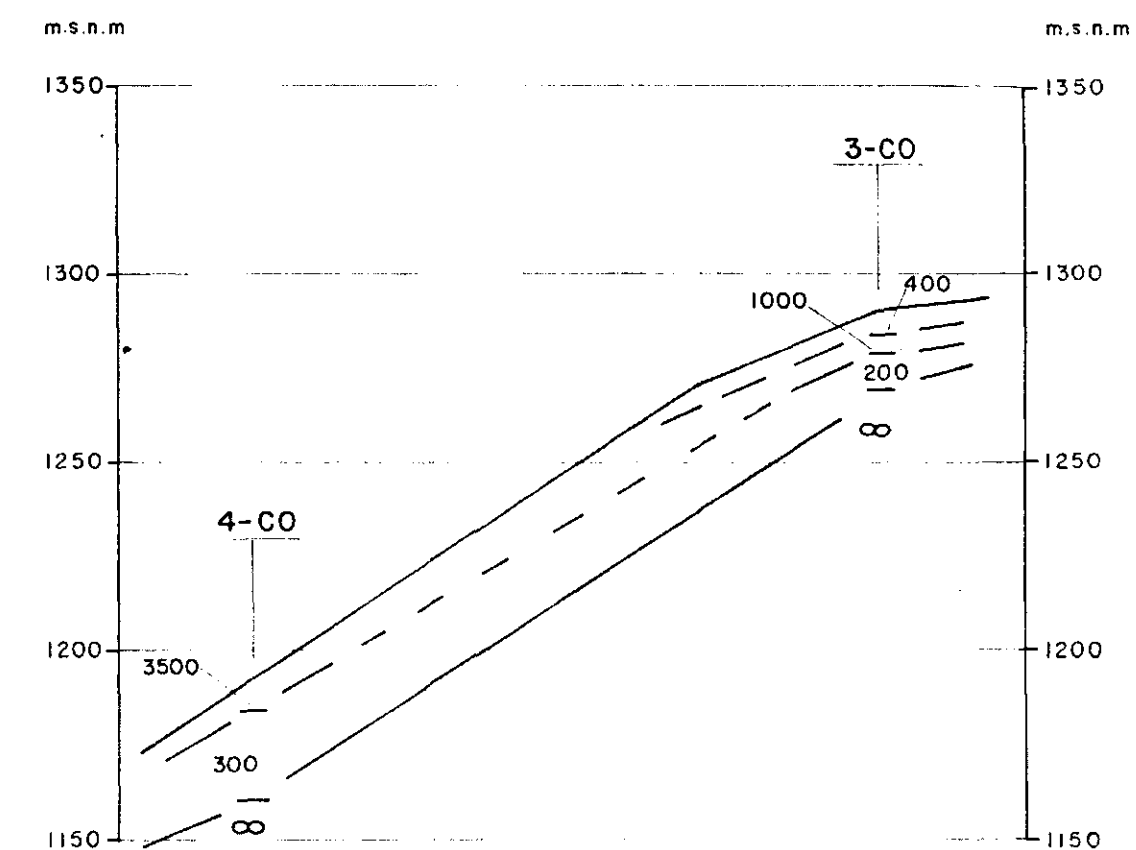
- SUBSTRATO RESISTIVO
(Fm HOLLIN Y MISAHUALLI)



SECCION "X X"



SECCION "A A"



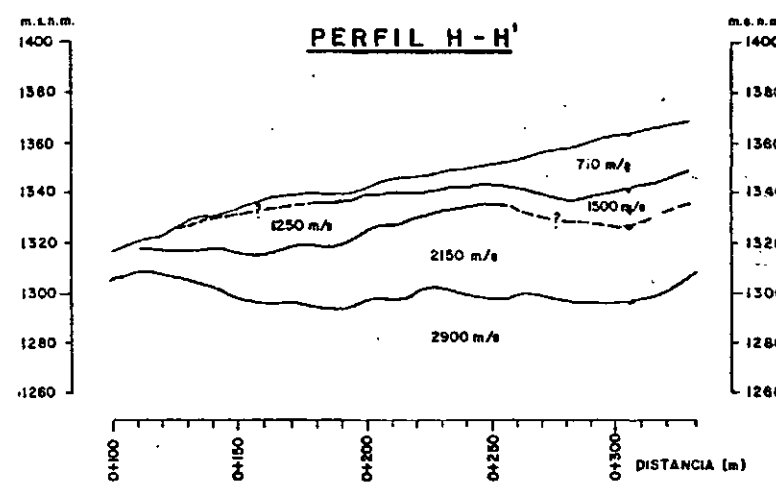
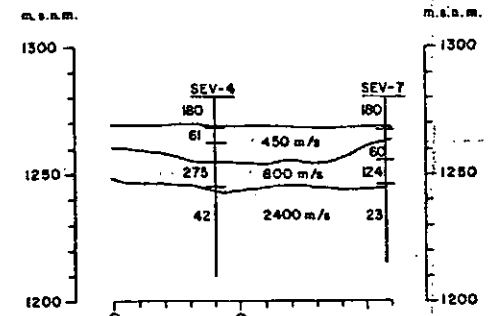
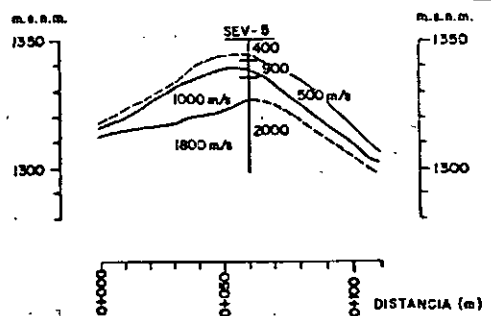
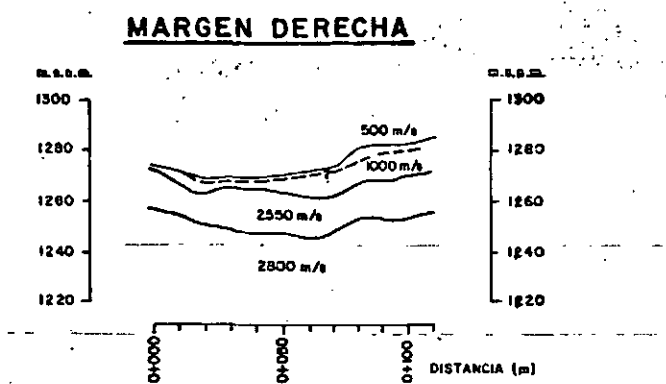
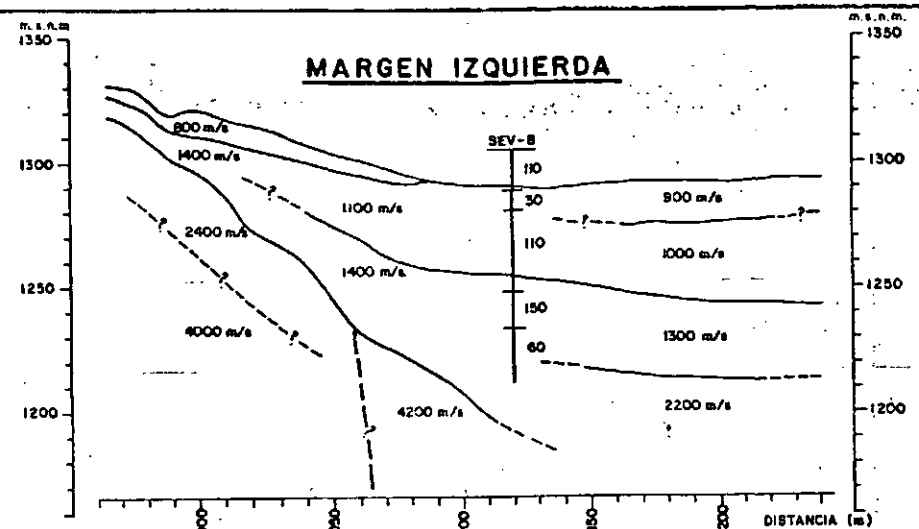
SECCION "J J"

NOTA:
- ESTE PLANO CORRESPONDE AL
0209-G-1131 DE LA FASE "A"

20 0 20 40 60 m

ELECTROCONSULT-TRACCIONEL-RCDIO	
ASTEC-INELIN-INGECONSULT-CAMINOS Y CAÑALES	
INSTITUTO ECUATORIANO DE ELECTRIFICACION	
QUITO - ECUADOR	
PROYECTO HIDROELECTRICO COCA-CODO SINCLAIR	
ESTUDIO DE FACTIBILIDAD FASE "A"	
GEOFISICA	
CODO SINCLAIR	
SECCIONES ELECTROSTRATIGRAFICAS "XX-AA-JJ"	
HOJA DE	ESC 1:1000
DISEÑADO B.P.	RECOMENDADO
DIBUJADO S.M.	APROBADO
REVISADO S.M.	FECHA MAYO-1991
REV N°	FECHA
NATURALEZA DE LA REVISION	POR VERIF APROB
REF 0209-G-2231	

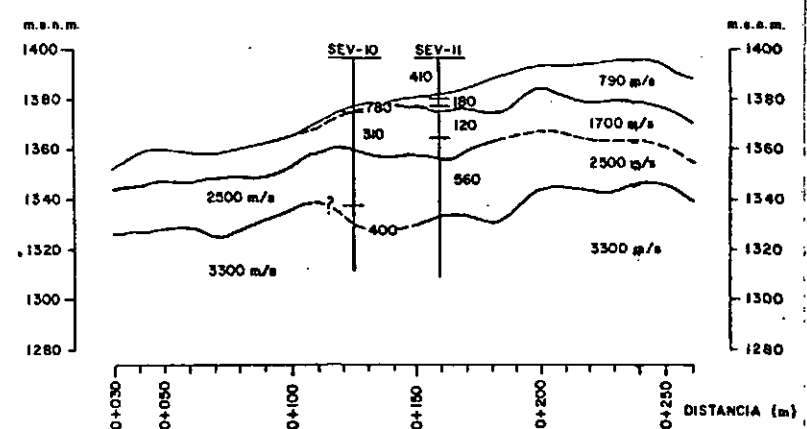
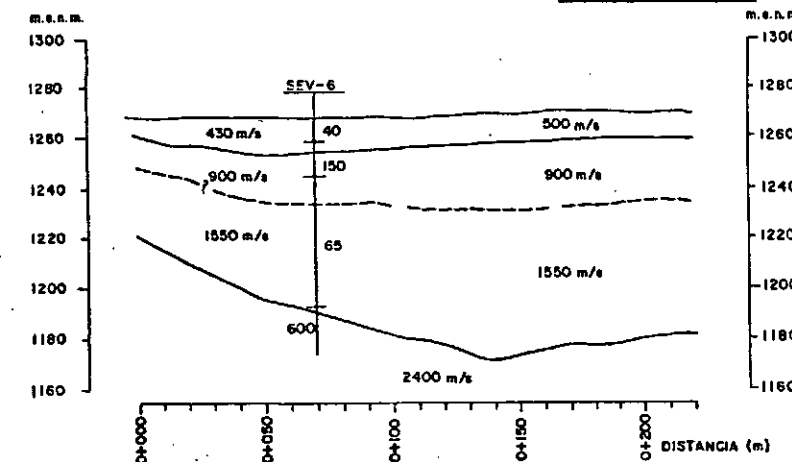
PRESA SALADO
PERFILES SISMOESTRATIGRAFICOS



PERFIL E-E'

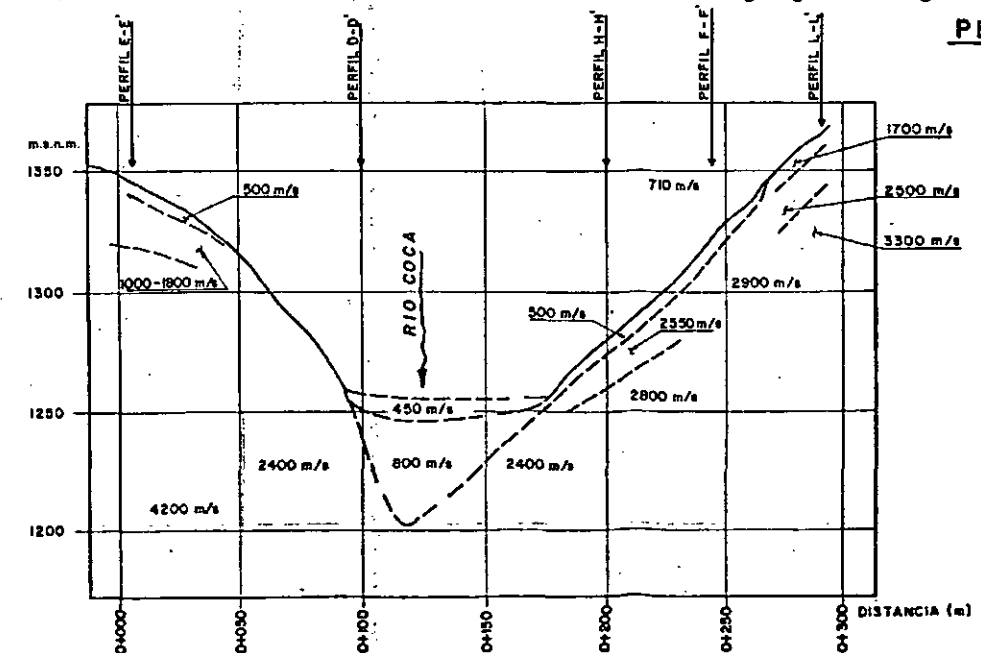
PERFIL D-D'

PERFIL F-F'



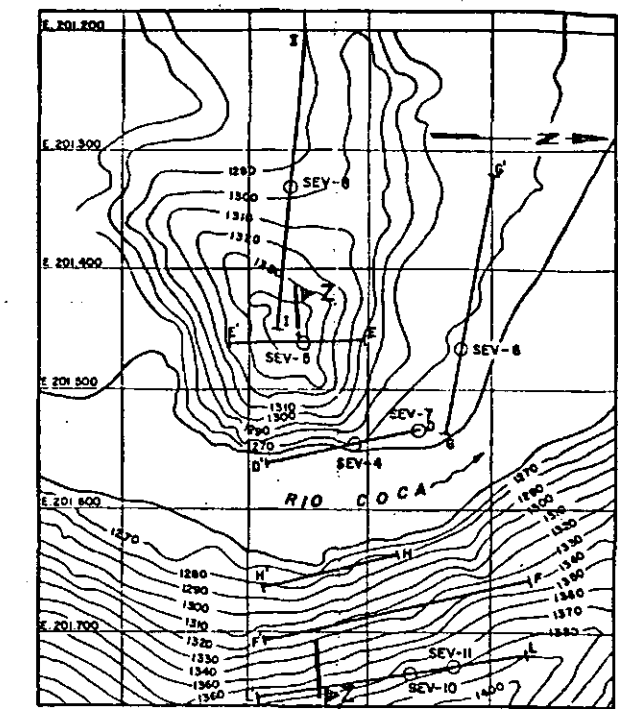
PERFIL G-G

PERFIL L-L'



CORTE Z-Z

CORTE SISMOESTRATIGRAFICO CON DATOS INTERPOLADOS



MAPA INDICE

LEYENDA

- PERFIL SISMICO EJECUTADO
- SEV-10 SONDEO ELECTRICO VERTICAL SEV (PLANTA)
- SEV-7 SONDEO ELECTRICO VERTICAL (PERFIL)
- CORTE SISMOESTRATIGRAFICO CON DATOS INTERPOLADOS
- HORIZONTE SISMICO
- HORIZONTE SISMICO ASUMIDO
- 850 m/s VELOCIDAD SISMICA
- 50 RESISTIVIDAD ELECTRICA (ohm m)

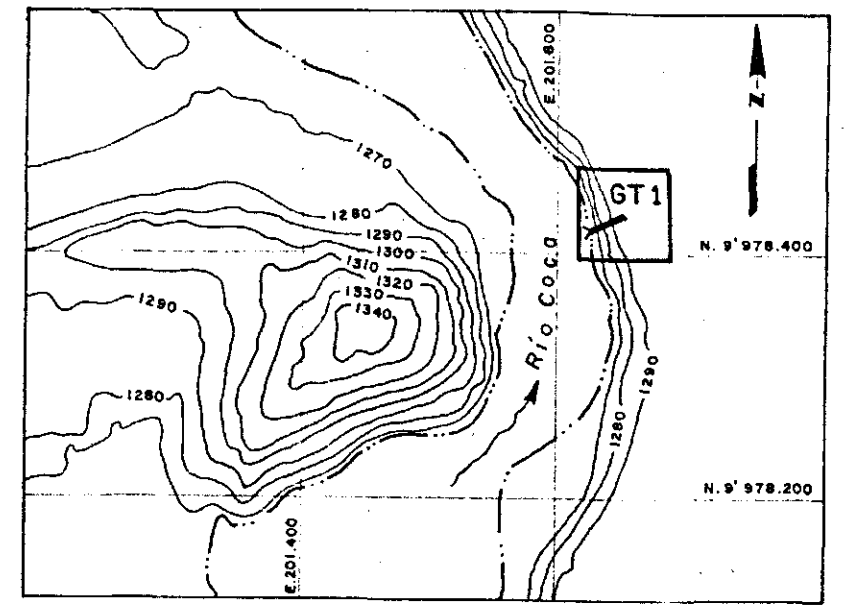
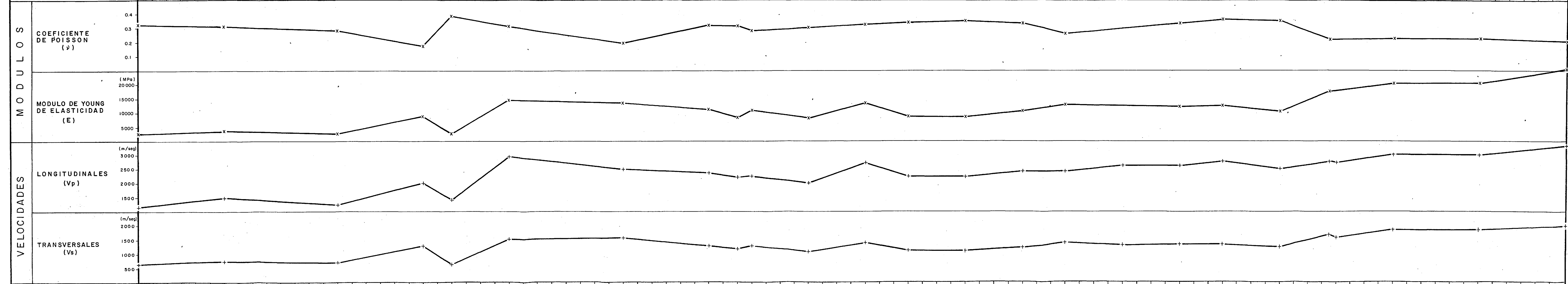
NOTA:
ESTE PLANO CORRESPONDE AL 0209-G-1212 DE LA FASE "A".



ELECTROCONSULT-TRACTIONEL-RADIO			
ASTEC-INELIN-INGECONSULT-CAMINOS Y CANALES			
INSTITUTO ECUATORIANO DE ELECTRIFICACION			
QUITO - ECUADOR			
PROYECTO HIDROELECTRICO COCA-CODO SINCLAIR			
ESTADIO DE FACTIBILIDAD FASE "B"			
GEOFISICA			
PRESA SALADO			
PERFILES SISMOESTRATIGRAFICOS			
ENCARGADO	DR. ING. GEOTECNICA - INECEL	RECOMENDACIONES	
REVISADO	M.M.L.	APROBADO	
FECHA	FEBRERO-1992	PROYECTO	0209-G-2232

GALERIAS EXPLORATORIAS
INVESTIGACION SISMICA

VELOCIDAD LONGITUDINAL (Vp)	1300	1500	1250	1700	2920	2500	2290	2000	2435	2200	2400	2625	2668	2650	3000	3000	3300
VELOCIDAD TRANSVERSAL (Vs)	670	780	690	938	1520	1550	1217	1070	1240	1060	1288	1285	1300	1470	1770	1170	2000
MODULO DE RIGIDEZ (μ)	1077	1460	1143	2112	5545	5760	3940	3045	4090	2989	4413	4392	4495	5748	8334	8334	10640
MODULO DE COMPRESIBILIDAD (k)	2620	3453	2226	4120	13070	7312	8696	6579	10318	8889	9438	12473	12940	11016	12828	12828	14781
COEFICIENTE DE POISSON (ν)	0.32	0.31	0.28	0.28	0.31	0.19	0.30	0.30	0.32	0.35	0.30	0.34	0.34	0.28	0.23	0.23	0.21
MODULO DE YOUNG (E)	2842	3839	2927	5411	14573	13698	10268	7915	10838	8063	11453	11793	12087	14689	20550	20550	25743
DENSIDAD ASUMIDA (γ)	2.40	2.40	2.40	2.40	2.40	2.40	2.66	2.66	2.66	2.66	2.66	2.66	2.66	2.66	2.66	2.66	2.66



SITIO DE LA PRESA SALADO

UBICACION SIN ESCALA

LEYENDA

- Vp, Vs VELOCIDAD DE ONDAS (m/seg)
- μ MODULO DE RIGIDEZ (MPa)
- k MODULO DE COMPRESIBILIDAD (MPa)
- E MODULO DE YOUNG (MPa)
- ν COEFICIENTE DE POISSON
- γ DENSIDAD DE LA ROCA (t/m³)
- x PUNTO DE CALCULO DE CONSTANTES ELASTICAS
- + PUNTO DE CALCULO DE Vp Y Vs
- ▲ GEOFONO LONGITUDINAL Y TRANSVERSAL
- * SITIO DE IMPACTO
- PROMEDIO DE 2 Y 3 MEDICIONES

ELECTROCONSULT-TRACTIONEL-RADIO
ASTEC-INELUN-INGECONSULT-CAMINOS Y CANALES

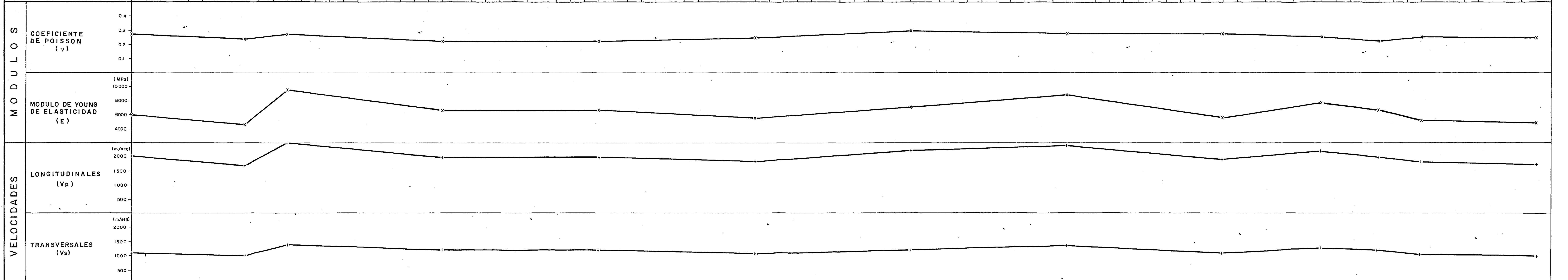
INSTITUTO ECUATORIANO DE ELECTRIFICACION
QUITO - ECUADOR

PROYECTO HIDROELECTRICO COCA-CODO SINCLAIR
ESTUDIO DE FACTIBILIDAD FASE "B"
GEO FISICA
GALERIA EXPLORATORIA ST1
INVESTIGACION SISMICA

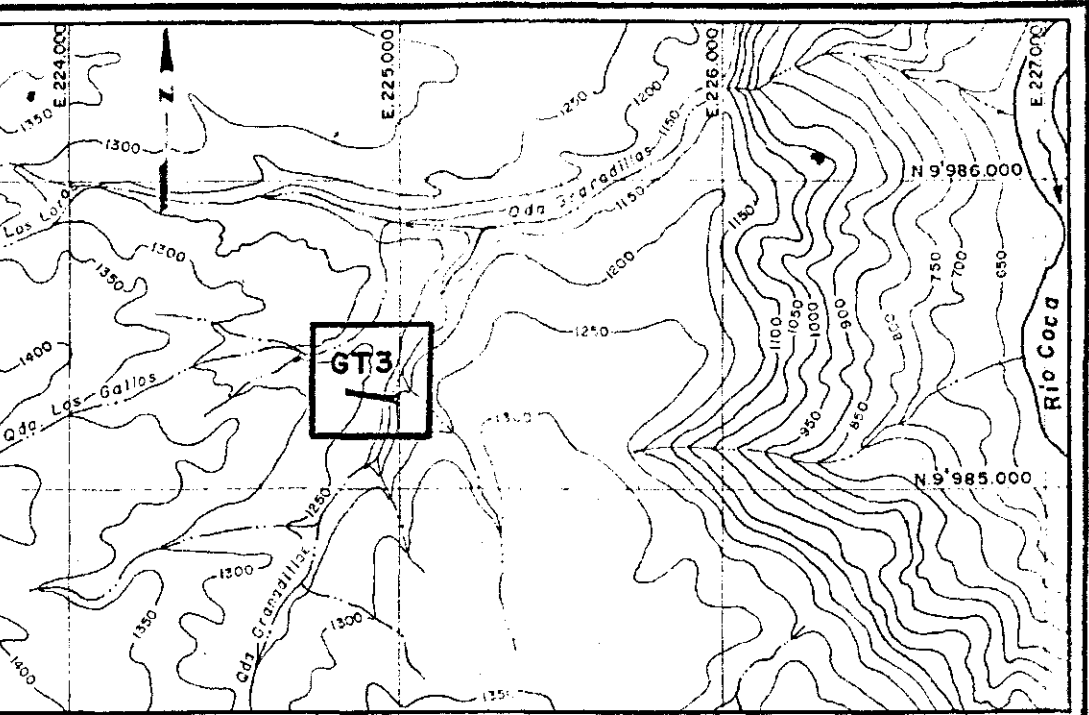
HOJA DE: JM-FV
Escala: 1:100
FECHA: FEBRERO/1991

VELOCIDAD LONGITUDINAL (Vp)	2000	1700	2500	2000	2000	1850	2200	2400	1920	2200	2000	1833	1750
VELOCIDAD TRANSVERSAL (Vs)	1100	1000	1400	1200	1200	1080	1200	1350	1070	1270	1200	1060	1010
MODULO DE RIGIDEZ (μ)	2341	1900	3724	2736	2736	2216	2736	3463	2175	3065	2736	2135	1938
MODULO DE COMPRESIBILIDAD (k)	4479	2958	6910	3952	3952	3548	5548	6327	4104	5110	3952	3537	3234
COEFICIENTE DE POISSON (ν)	0.28	0.24	0.27	0.22	0.22	0.24	0.29	0.27	0.27	0.25	0.22	0.25	0.25
MODULO DE YOUNG (E)	5981	4695	9471	6669	6669	5503	7049	8785	5546	7662	6669	5332	4847
DENSIDAD ASUMIDA (γ)	1.90	1.90	1.90	1.90	1.90	1.90	1.90	1.90	1.90	1.90	1.90	1.90	1.90

ABSCISADO (m) 0 5 10 15 20 25 30 35 40 45 50 55 60 65 70 75 80 85 90 95 100



UBICACION DE GEOFONOS



- LEYENDA**
- Vp, Vs VELOCIDAD DE ONDAS (m/seg)
 - μ MODULO DE RIGIDEZ (MPa)
 - k MODULO DE COMPRESIBILIDAD (MPa)
 - E MODULO DE YOUNG (MPa)
 - ν COEFICIENTE DE POISSON
 - γ DENSIDAD DE LA ROCA (t/m³)
 - x PUNTO DE CALCULO DE CONSTANTES ELASTICAS
 - + PUNTO DE CALCULO DE Vp Y Vs
 - ▲ GEOFONO LONGITUDINAL Y TRANSVERSAL
 - * SITIO DE IMPACTO
 - ☒ PROMEDIO DE 2 MEDICIONES

ELECTROCONSULT-TRACCION-L-PODIO
ASTEC-INELIN-INGECONSULT-CAMINOS Y CANALES

INSTITUTO ECUATORIANO DE ELECTRIFICACION
QUITO - ECUADOR

PROYECTO HIDROELECTRICO COCA-CODO SINCLAIR
ESTUDIO DE FACTIBILIDAD

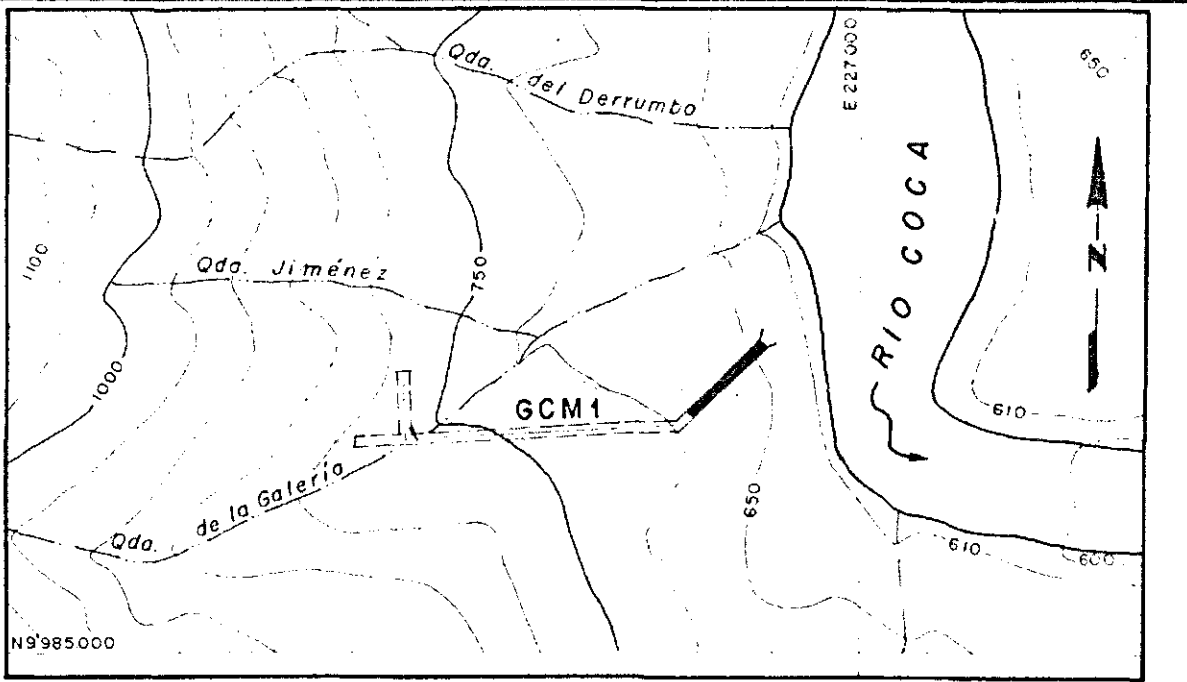
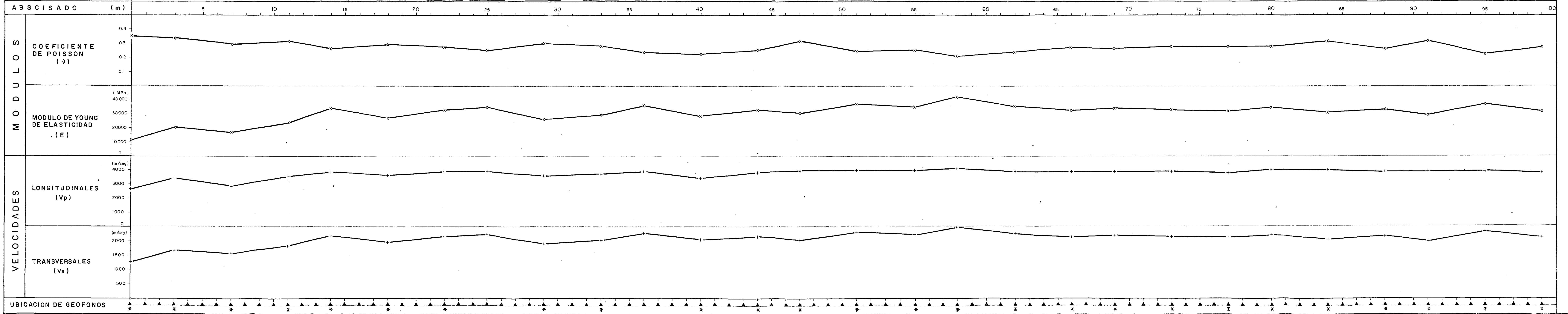
GEOFISICA
GALERIA EXPLORATORIA GT3
INVESTIGACION SISMICA

HOJA DE
DISEÑADO JM-FV
DIBUJADO M.M.T.
REVISADO S.M.
FECHA JULIO / 1991

ES: 1:100
INSTRUMENTOS: S.M.
APPROBADO: S.M.
FECHA: JULIO / 1991

0203-G-2234

VELOCIDAD LONGITUDINAL (Vp)	2750	3500	3000	3615	4000	3750	4000	4000	3700	3875	4000	3550	3925	4090	4100	4110	4280	4000	4000	4000	4000	3900	4100	4100	3950	4000	4000	3900
VELOCIDAD TRANSVERSAL (Vs)	300	1720	1600	1850	2240	2000	2200	2270	1950	2090	2330	2100	2225	2100	2370	2295	2560	2317	2200	2250	2200	2170	2250	2100	2215	2045	2370	2170
MODULO DE RIGIDEZ (μ)	4563	7988	6912	9241	13548	10800	13068	13913	10267	11794	14658	11907	13367	11907	15166	14221	17695	14495	13068	13669	13068	12714	13669	11907	13247	11291	15166	13487
MODULO DE COMPRESIBILIDAD (k)	14335	22425	15084	22963	25137	23569	25776	24650	23274	24817	23656	18151	23773	29290	25166	26647	25867	23873	25776	24975	25776	24115	27162	29511	24464	28145	22979	23084
COEFICIENTE DE POISSON (ν)	0.36	0.34	0.30	0.32	0.27	0.30	0.28	0.26	0.31	0.29	0.24	0.23	0.26	0.32	0.25	0.27	0.22	0.25	0.28	0.27	0.28	0.28	0.32	0.27	0.32	0.23	0.28	
MODULO DE YOUNG (E)	12376	21420	17988	24443	34453	28107	33537	35129	26852	30543	36446	29311	33771	31458	37887	36220	43227	36165	33537	34680	33537	32441	35116	31480	33664	29879	37293	33866
DENSIDAD ASUMIDA (γ)	2.70	2.70	2.70	2.70	2.70	2.70	2.70	2.70	2.70	2.70	2.70	2.70	2.70	2.70	2.70	2.70	2.70	2.70	2.70	2.70	2.70	2.70	2.70	2.70	2.70	2.70	2.70	2.70



SITIO DE LA CASA DE MAQUINAS

LEYENDA

- Vp, Vs VELOCIDAD DE ONDAS (m/seg)
- μ MODULO DE RIGIDEZ (MPa)
- k MODULO DE COMPRESIBILIDAD (MPa)
- E MODULO DE YOUNG (MPa)
- ν COEFICIENTE DE POISSON
- γ DENSIDAD DE LA ROCA (t/m³)
- x PUNTO DE CALCULO DE CONSTANTES ELASTICAS
- + PUNTO DE CALCULO DE Vp Y Vs
- ▲ GEOFONO LONGITUDINAL Y TRANSVERSAL
- * SITIO DE IMPACTO
- PROMEDIO DE 2 Y 3 MEDICIONES

ELECTROCONSULT-TRACCIONEL-RADIO
ASTECHELM-INGECONSULT-CAMINO Y CAÑALES

INSTITUTO ECUATORIANO DE ELECTRIFICACION

QUITO - ECUADOR

PROYECTO HIDROELECTRICO COCA-CODO SINCLAIR

GEOFISICA

GALERIA EXPLORATORIA RCM

INVESTIGACION SISMICA

HOJA 1 DE 5

ESCALA 1:500

ELABORADO: V. P. R.

REVISADO: S. S.

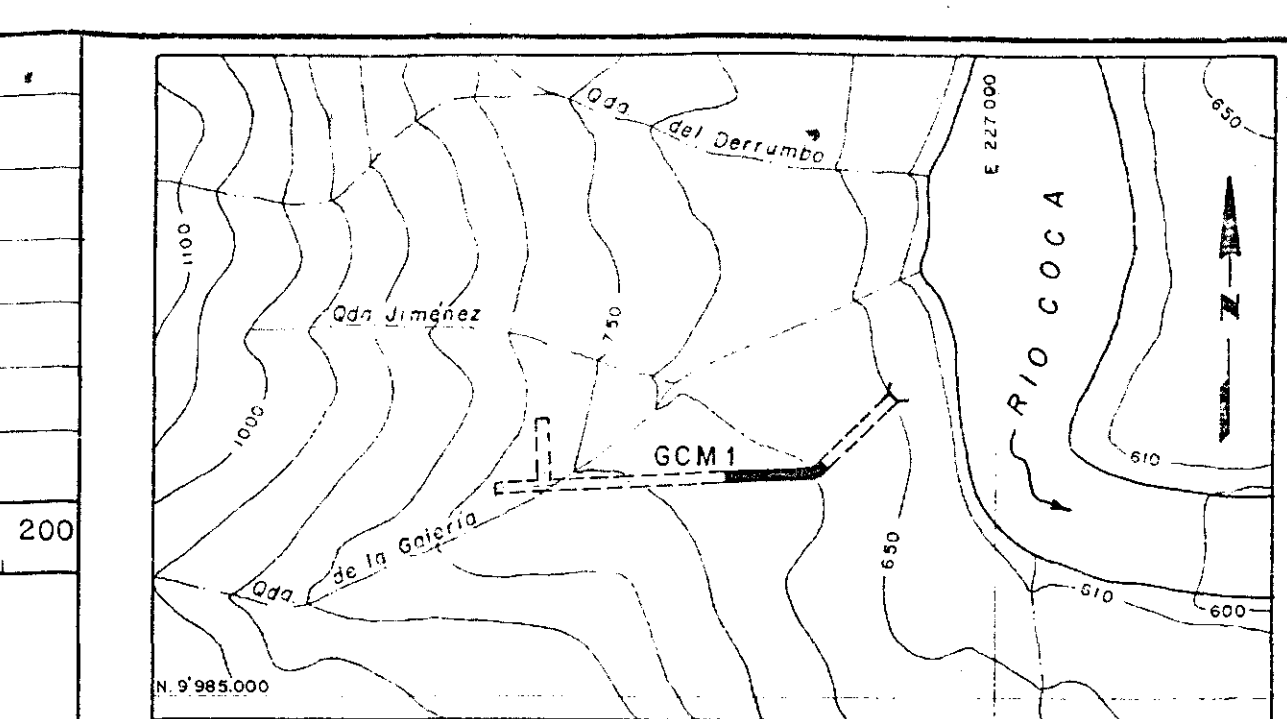
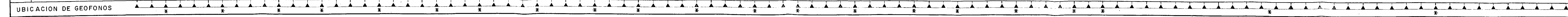
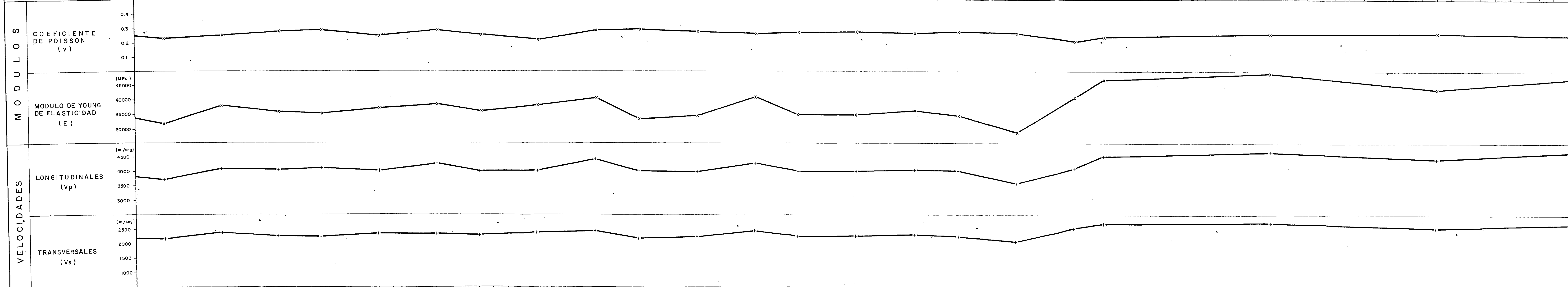
APROBADO: S. S.

FECHA: AGOSTO-1954

REF: 0209-6-2236

VELOCIDAD LONGITUDINAL (Vp)	3700	4060	4050	4100	4000	4250	4000	4000	4400	4000	4285	4000	4000	4050	4285	4000	4000	4100	4500	4650	4425
VELOCIDAD TRANSVERSAL (Vs)	2180	2370	2290	2250	2350	2350	2300	2400	2415	2180	2240	2450	2260	2250	2300	2230	2050	2500	2650	2700	2535
MODULO DE RIGIDEZ (μ)	12831	15166	14159	13669	14911	14911	14283	15552	15747	12831	13548	16207	13791	13669	14283	13427	11347	16875	18961	19683	17351
MODULO DE COMPRESIBILIDAD (k)	19854	24285	25408	27162	23319	28888	24156	22464	31276	26091	25137	27966	24813	24975	25243	25289	19863	22887	29394	32137	29733
COEFICIENTE DE POISSON (γ)	0.23	0.24	0.27	0.28	0.24	0.28	0.25	0.22	0.28	0.29	0.27	0.26	0.27	0.27	0.26	0.27	0.26	0.20	0.23	0.25	0.26
MODULO DE YOUNG (E)	31672	37658	35823	35116	36873	38166	35794	37908	40452	33073	34453	40749	34905	34680	36050	34225	28595	40637	46816	49038	43576
DENSIDAD ASUMIDA (γ)	2.70	2.70	2.70	2.70	2.70	2.70	2.70	2.70	2.70	2.70	2.70	2.70	2.70	2.70	2.70	2.70	2.70	2.70	2.70	2.70	2.70

ABSCISADO (m)	100	105	110	115	120	125	130	135	140	145	150	155	160	165	170	175	180	185	190	195	200
---------------	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----



SITIO DE LA CASA DE MAQUINAS

LEYENDA

- Vp, Vs: VELOCIDAD DE ONDAS (m/seg)
- μ: MODULO DE RIGIDEZ (MPa)
- k: MODULO DE COMPRESIBILIDAD (MPa)
- E: MODULO DE YOUNG (MPa)
- γ: COEFICIENTE DE POISSON
- γ: DENSIDAD DE LA ROCA (t/m³)
- x: PUNTO DE CALCULO DE CONSTANTES ELASTICAS
- +: PUNTO DE CALCULO DE Vp Y Vs
- ▲: GEOFONO LONGITUDINAL Y TRANSVERSAL
- *: SITIO DE IMPACTO
- ☒: PROMEDIO DE 2 Y 3 MEDICIONES

ELECTROCONSULT-TRACTICHEL-RADIO
ASTEC-INELIN-INSECONSULT-CAMINOS Y CAÑALES

INSTITUTO ECUATORIANO DE ELECTRIFICACION
QUITO - ECUADOR

PROYECTO HIDROELECTRICO COCA-CICO SINCLAIR
ESTUDIO DE FACTIBILIDAD FASE "B"

GEOFISICA
GALERIA EXPLORATORIA GCM1
INVESTIGACION SISMICA

HOJA 2 DE 5

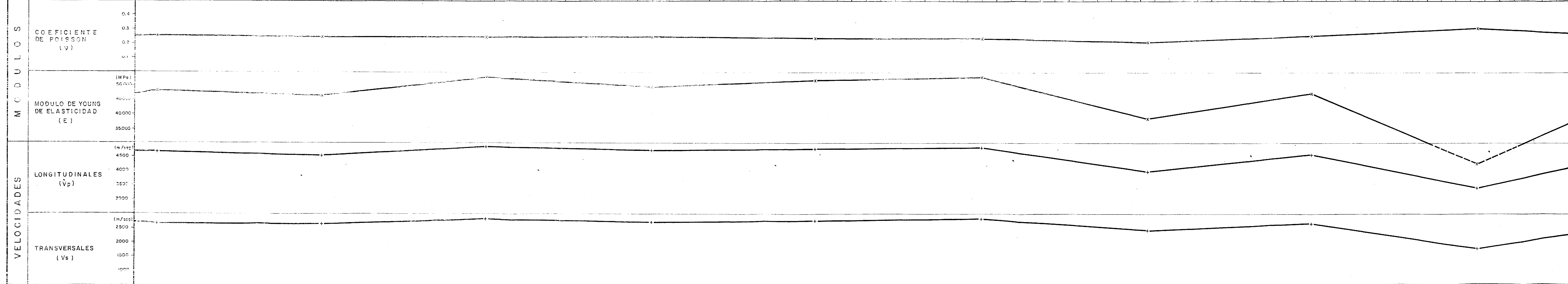
ELABORADO: J.M. - F.V.
DISEÑADO: M.M.I.
REVISADO: G.R.
FECHA: DICIEMBRE - 1991

RECONOCIDO:
APROBADO:
ESC. 11100

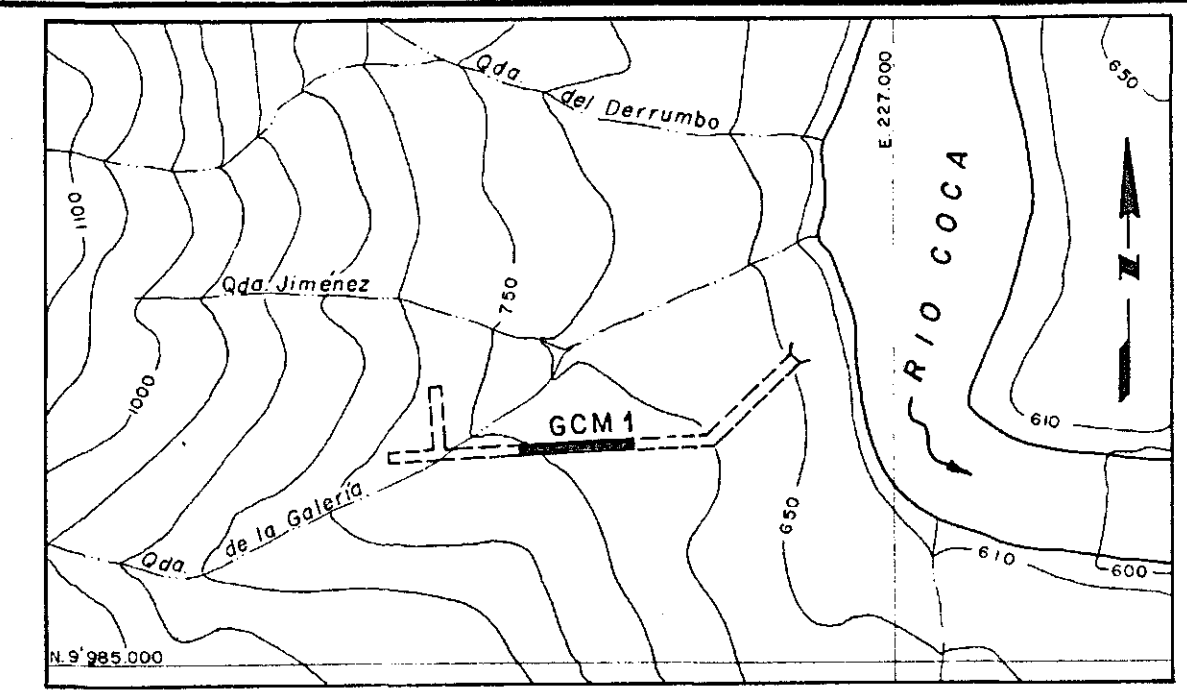
REF. 0209 - G - 223.6

VELOCIDAD LONGITUDINAL (vp)	4700	4550	4870	4735	4800	4825	4000	4580	3415
VELOCIDAD TRANSVERSAL (Vs)	2670	2640	2812	2720	2790	2825	2430	2655	1800
MODULO DE RIGIDEZ (μ)	19248	18818	21350	19976	21017	21548	15943	19032	8748
MODULO DE COMPRESIBILIDAD (k)	33979	30806	35569	33900	34185	34127	21942	31260	19824
COEFICIENTE DE POISSON (γ)	0.26	0.25	0.25	0.25	0.24	0.24	0.21	0.25	0.31
MODULO DE YOUNG (E)	48 572	46 903	53371	50089	52328	53404	38504	47464	22879
DENSIDAD ASUMIDA (σ)	2.70	2.70	2.70	2.70	2.70	2.70	2.70	2.70	2.70

ABSCISADO (m) 200 205 210 215 220 225 230 235 240 245 250 255 260 265 270 275 280 285 290 295 300



UBICACION DE GEOFONOS



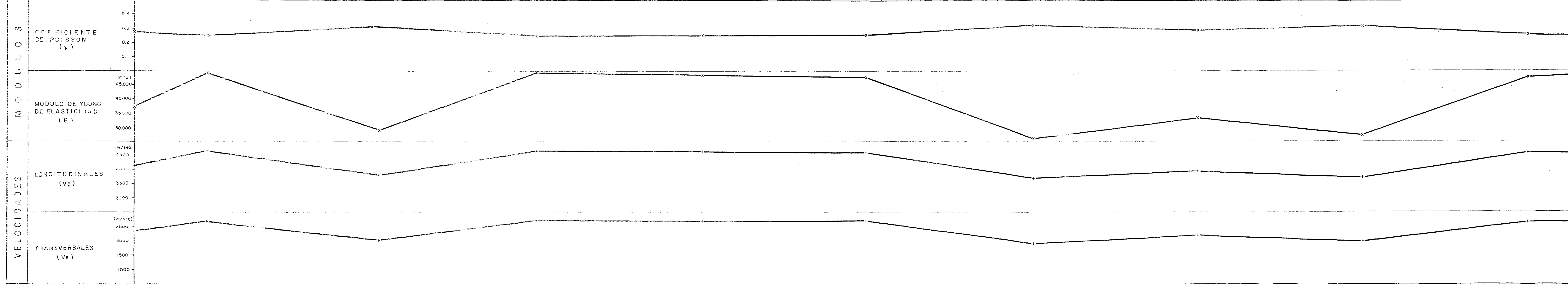
SITIO DE LA CASA DE MAQUINAS

- LEYENDA**
- vp, Vs VELOCIDAD DE ONDAS (m/seg)
 - μ MODULO DE RIGIDEZ (MPa)
 - k MODULO DE COMPRESIBILIDAD (MPa)
 - E MODULO DE YOUNG (MPa)
 - γ COEFICIENTE DE POISSON
 - σ DENSIDAD DE LA ROCA (t/m³)
 - x PUNTO DE CALCULO DE CONSTANTES ELASTICAS
 - + PUNTO DE CALCULO DE vp y Vs
 - ▲ GEOFONO LONGITUDINAL Y TRANSVERSAL
 - * SITIO DE IMPACTO
 - PROMEDIO DE 2 Y 3 MEDICIONES

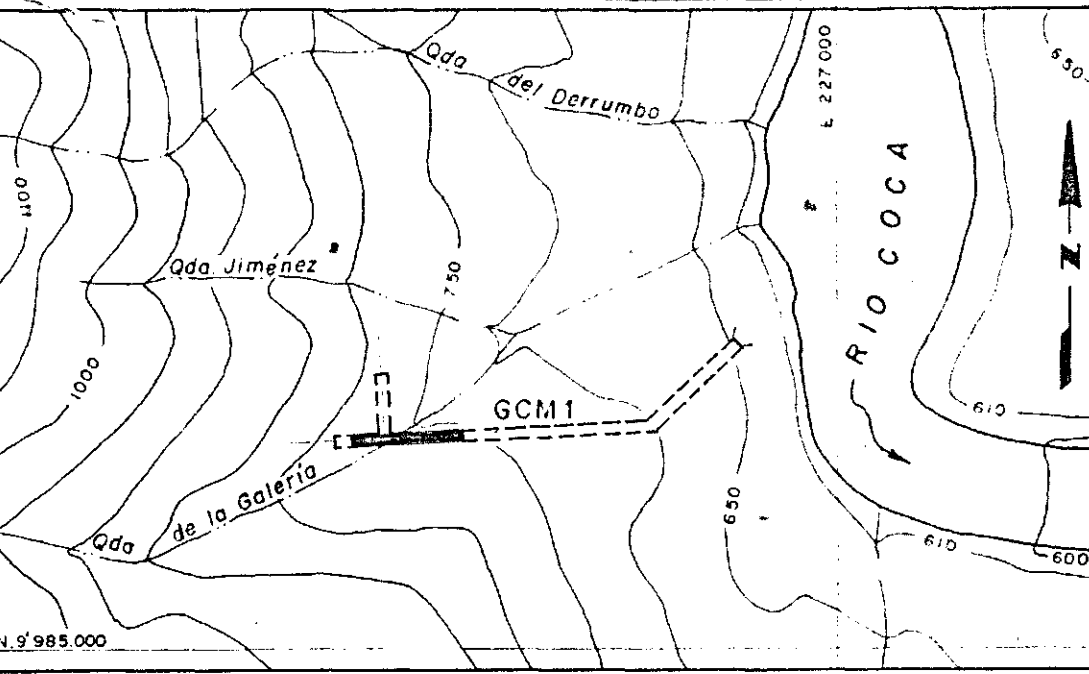
TRASINCA - CONSULT
 TRACIONEL S.A. DE MEDICA
 ASTEC - ICA - INELIN - INDECONSULTA DE ECUADOR
 INSTITUTO ECUATORIANO DE ELECTRIFICACION
 2070 - ECUADOR
 PROYECTO: HIDROELECTRICO COCA - GODO SINCLAIR
 ESTUDIO DE FACTIBILIDAD FASE "B"
 GEOFISICA
 GALERIA EXPLORATORIA GCM1
 INVESTIGACION SISMICA
 Hoja 3 de 5
 ESCALA: 1:100
 DISEÑADO: J.M. - P.V.
 CALIFICADO: J.M. - P.V.
 APROBADO: J.M. - P.V.
 REVISADO: J.M. - P.V.
 FECHA: DICIEMBRE - 1991
 P.O. 0209 - G - 2237

VELOCIDAD LONGITUDINAL (Vp)	4675	3850	4660	4665	4600	3700	3950	3700	4600
VELOCIDAD TRANSVERSAL (Vs)	2705	2030	2705	2650	2670	1900	2190	1955	2660
MODULO DE RIGIDEZ (μ)	19756	11126	19683	19537	19248	49747	12949	10319	19104
MODULO DE COMPRESIBILIDAD (k)	32669	25186	32708	32708	31468	23967	24861	23204	31660
COEFICIENTE DE POISSON (ν)	0.25	0.31	0.25	0.25	0.25	0.32	0.28	0.31	0.25
MODULO DE YOUNG (E)	49326	29095	48102	40890	47965	25750	33101	26962	47715
DENSIDAD ASUMIDA (γ)	2.70	2.70	2.70	2.70	2.70	2.70	2.70	2.70	2.70

ABSCISADO (m) 300 305 310 315 320 325 330 335 340 345 350 355 360 365 370 375 380 385 390 395 400



UBICACION DE GEOFONOS

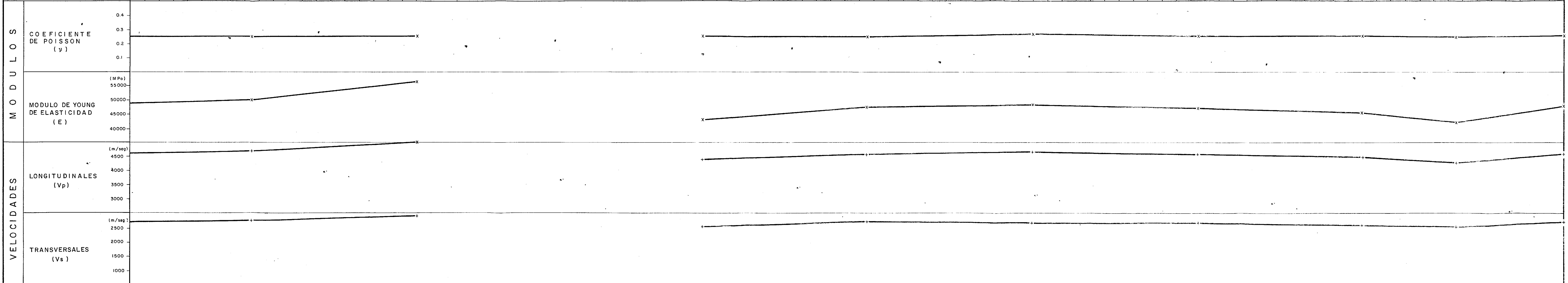


SITIO DE LA CASA DE MAQUINAS		
LEYENDA		
Vp, Vs	VELOCIDAD DE ONDAS	(m/seg)
μ	MODULO DE RIGIDEZ	(MPa)
k	MODULO DE COMPRESIBILIDAD	(MPa)
E	MODULO DE YOUNG	(MPa)
ν	COEFICIENTE DE POISSON	—
γ	DENSIDAD DE LA ROCA	(t/m ³)
x	PUNTO DE CALCULO DE CONSTANTES ELASTICAS	
+	PUNTO DE CALCULO DE Vp Y Vs	
▲	GEOFONO LONGITUDINAL Y TRANSVERSAL	
*	SITIO DE IMPACTO	
⊗	PROMEDIO DE 2 Y 3 MEDICIONES	

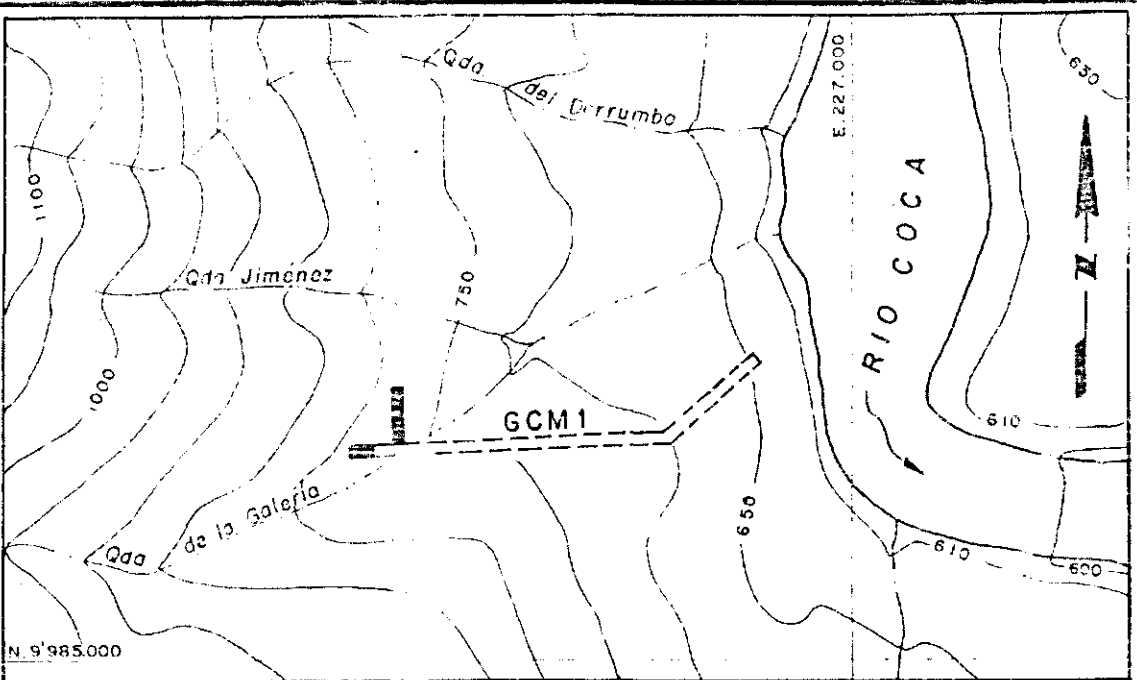
ECTH CONSULT - TRACCIONEL - RODIO
 ASTA INGENIEROS CONSULT - CAMINOS Y CANALES
 INSTITUTO NACIONAL DE ELECTRICIDAD
 PROYECTO: HIDROELECTRICO OCA - COD SINCLAIR
 AGENCIA EXPLORATORIA GCM1
 INVESTIGACION SISMICA
 ESC. 1: 100
 REVISADO: []
 APROBADO: []
 FECHA: []
 REV. 0209 - G - 223 B

VELOCIDAD LONGITUDINAL (Vp)		4700		5000		4400		4550		4650		4575		4590		4290		4600
VELOCIDAD TRANSVERSAL (Vs)		2730		2890		2540		2660		2650		2650		2600		2500		2660
MODULO DE RIGIDEZ (μ)		20123		22551		17419		19104		18961		18961		19252		16875		19104
MODULO DE COMPRESIBILIDAD (k)		32813		37432		29046		30425		33100		31232		30096		27191		31660
COEFICIENTE DE POISSON (γ)		0.25		0.25		0.25		0.24		0.26		0.25		0.25		0.24		0.25
MODULO DE YOUNG (E)		50122		56339		43552		47393		47762		47309		45548		41947		47715
DENSIDAD ASUMIDA (ρ)		2.70		2.70		2.70		2.70		2.70		2.70		2.70		2.70		2.70

ABSCISA DO (m) 400 405 410 415 420 0 5 10 15 20 25 30 35 40 45 50 55 60



UBICACION DE GEOFONOS



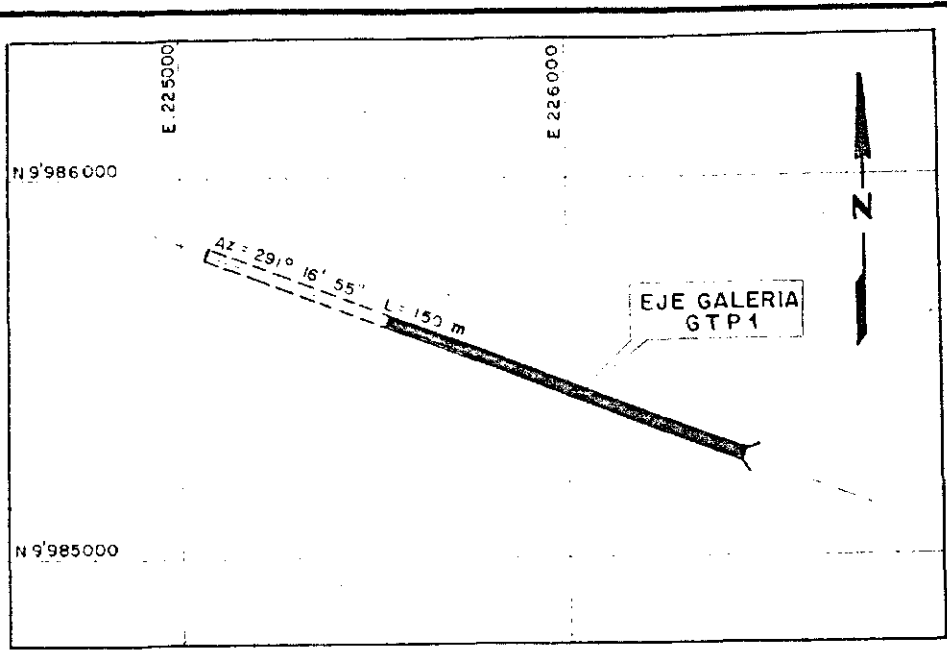
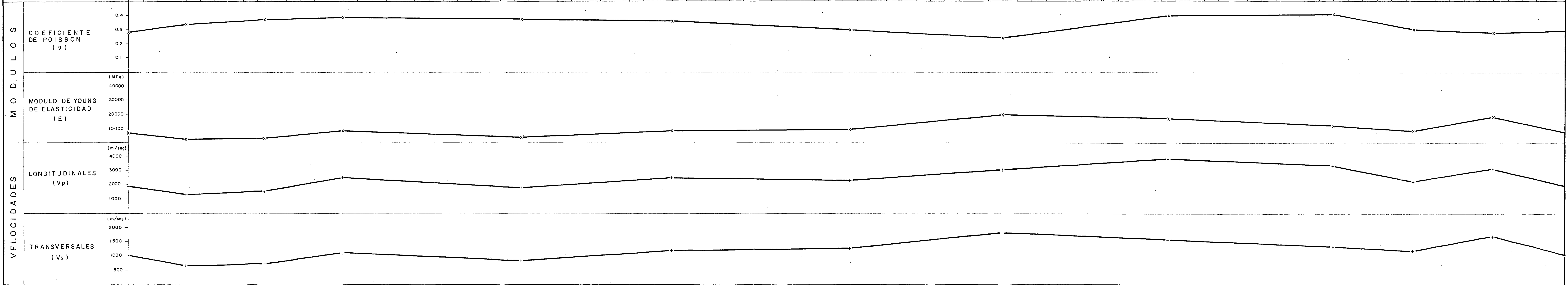
SITIO DE LA CASA DE MAQUINAS

- LEYENDA**
- Vp, Vs VELOCIDAD DE ONDAS (m/seg)
 - μ MODULO DE RIGIDEZ (MPa)
 - k MODULO DE COMPRESIBILIDAD (MPa)
 - E MODULO DE YOUNG (MPa)
 - γ COEFICIENTE DE POISSON
 - ρ DENSIDAD DE LA ROCA (t/m³)
 - x PUNTO DE CALCULO DE CONSTANTES ELASTICAS
 - + PUNTO DE CALCULO DE Vp Y Vs
 - Δ GEOFONO LONGITUDINAL Y TRANSVERSAL
 - * SITIO DE IMPACTO
 - ⊞ PROMEDIO DE 2 Y 3 MEDICIONES

ELECTROCONSULT - TRACITIONEL - RODIO
ARTEC - INELIN - INGECONSULT - CAMINOS Y CANALES
INSTITUTO ECUATORIANO DE ELECTRIFICACION
QUITO - ECUADOR
PROYECTO HIDROELECTRICO COCA-CODO SINCLIN
STUDIO DE FACTIBILIDAD FASE "B"
GEOFISICA
GALERIA EXPLORATORIA GCM1
INVESTIGACION SISMICA
HOJA 5 DE 5
DISEÑADO: J.M. F.V. RECOMENDADO: TSC 1:100
DIBUJADO: M.M. APROBADO:
REVISADO: S.A. FECHA: DICIEMBRE - 1991 REV: 0209 - G - 2239

VELOCIDAD LONGITUDINAL (Vp)	1900	1360		1588		2556		1815		2503		2372		3092		3804		3390		2250		3155	
VELOCIDAD TRANSVERSAL (Vs)	1050	670		721		1127		812		1185		1260		1812		1573		1337		1194		1734	
MODULO DE RIGIDEZ (μ)	2646	1077		1248		3048		1582		3370		3810		7880		5938		4290		3422		7216	
MODULO DE COMPRESIBILIDAD (k)	5136	3003		4389		11615		5796		10543		8423		12438		26811		21861		7588		14268	
COEFICIENTE DE POISSON (ν)	0.28	0.34		0.37		0.38		0.37		0.36		0.30		0.24		0.40		0.41		0.30		0.28	
MODULO DE YOUNG (E)	6775	2887		3419		8409		4351		9137		9933		19518		16590		12080		8923		18525	
DENSIDAD ASUMIDA (γ)	2.40	2.40		2.40		2.40		2.40		2.40		2.40		2.40		2.40		2.40		2.40		2.40	

ABSCISADO (m)	0	5	10	15	20	25	30	35	40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100
---------------	---	---	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	-----



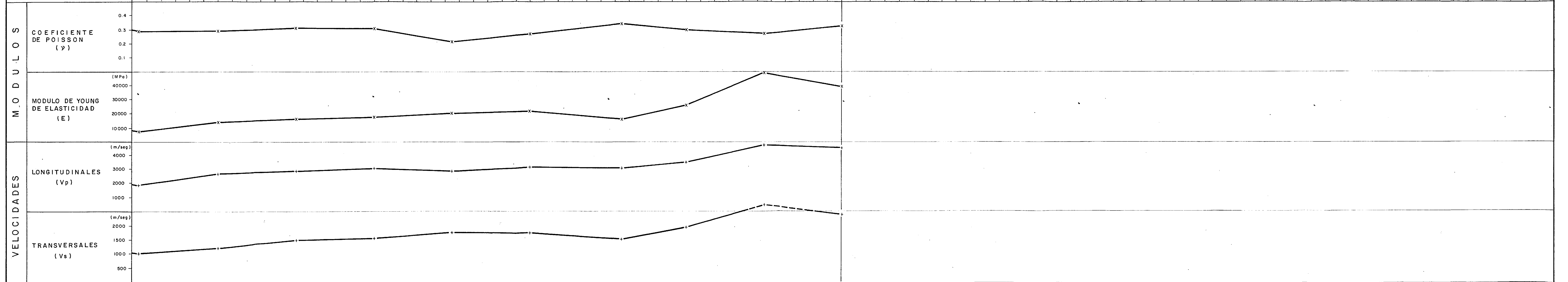
MAPA DE UBICACION
ESCALA 1:20000

- LEYENDA**
- Vp, Vs VELOCIDAD DE ONDAS (m/seg)
 - μ MODULO DE RIGIDEZ (MPa)
 - k MODULO DE COMPRESIBILIDAD (MPa)
 - E MODULO DE YOUNG (MPa)
 - ν COEFICIENTE DE POISSON
 - γ DENSIDAD DE LA ROCA (t/m³)
 - x PUNTO DE CALCULO DE CONSTANTES ELASTICAS
 - + PUNTO DE CALCULO DE Vp Y Vs
 - ▲ GEOFONO LONGITUDINAL Y TRANSVERSAL
 - * SITIO DE IMPACTO
 - PROMEDIO DE 2 Y 3 MEDICIONES

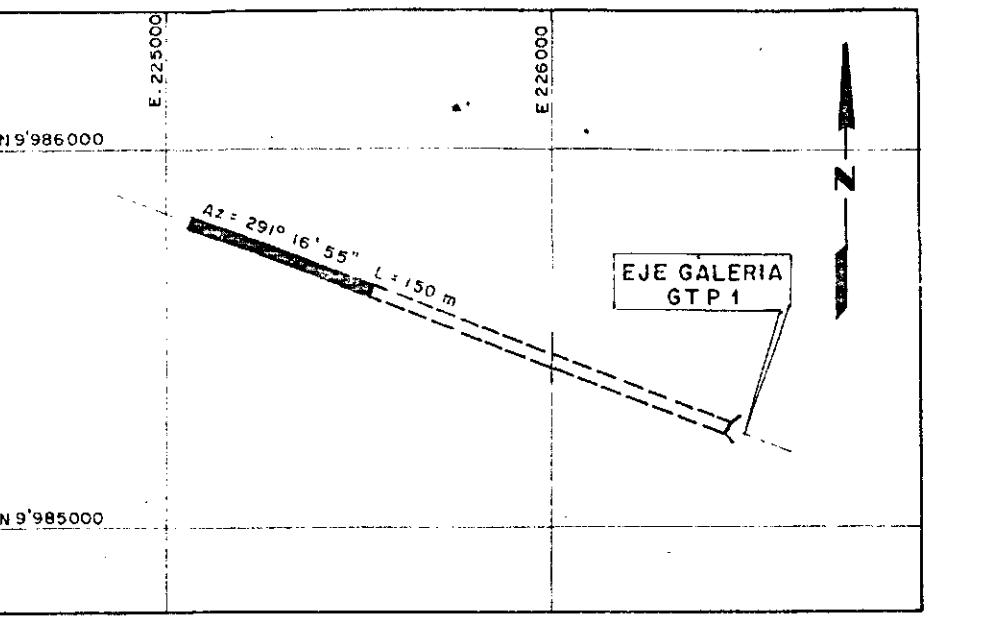
ELECTROCONSULT-TRACCIONEL-RODIO			
ASTEC-INELIN-INGECONSULT-CAMINOS Y CAIALES			
INSTITUTO ECUATORIANO DE ELECTRIFICACION			
QUITO - ECUADOR			
PROYECTO HIDROELECTRICO COCA-CODO SINCLAIR			
ESTUDIO DE FACTIBILIDAD FASE "B"			
G E O F I S I C A			
GALERIA EXPLORATORIA GTP1			
INVESTIGACION SISMICA			
HOJA 1 DE 2			
DISEÑADO: JM - EV		RECONOCIMIENTO	
DIBUJADO: MM1		APROBADO	
REVISADO: SM		FECHA: DICIEMBRE - 1991	
REV. A: FECHA: NATURALEZA DE LA REVISION POR: VERIF. APROB.		REF: 0209-6-2240	

VELOCIDAD LONGITUDINAL (Vp)	1910		2703		2900		3050		2950		3211		3100		3580		4770		4580
VELOCIDAD TRANSVERSAL (Vs)	1023		1437		1490		1590		1794		1796		1528		1939		2700		2363
MODULO DE RIGIDEZ (μ)	2826		5575		5994		6826		8690		8709		6304		10151		19683		15076
MODULO DE COMPRESIBILIDAD (k)	6082		12293		14715		16016		11910		16226		17542		21069		35189		36535
COEFICIENTE DE POISSON (ν)	0.30		0.30		0.32		0.31		0.21		0.27		0.34		0.29		0.26		0.32
MODULO DE YOUNG (E)	7340		14530		15833		17930		20970		22162		16889		26240		49769		39760
DENSIDAD ASUMIDA (γ)	2.70		2.70		2.70		2.70		2.70		2.70		2.70		2.70		2.70		2.70

A B S C I S A D O (m) 100 105 110 115 120 125 130 135 140 145 150 155 160 165 170 175 180 185 190 195 200



UBICACION DE GEOFONOS



MAPA DE UBICACION
ESCALA 1:20000

- LEYENDA**
- Vp, Vs VELOCIDAD DE ONDAS (m/seg)
 - μ MODULO DE RIGIDEZ (MPa)
 - k MODULO DE COMPRESIBILIDAD (MPa)
 - E MODULO DE YOUNG (MPa)
 - ν COEFICIENTE DE POISSON
 - γ DENSIDAD DE LA ROCA (t/m³)
 - x PUNTO DE CALCULO DE CONSTANTES ELASTICAS
 - + PUNTO DE CALCULO DE Vp Y Vs
 - ▲ GEOFONO LONGITUDINAL Y TRANSVERSAL
 - * SITIO DE IMPACTO
 - PROMEDIO DE 2 Y 3 MEDICIONES

ELECTROCONSULT-TRACCIONEL-RADIO
ASTEC-INELIN-INGECONSULT-CAMINOS Y CANALES

INSTITUTO ECUATORIANO DE ELECTRIFICACION

PROYECTO HIDROELECTRICO COCA-CODO SINCLAIR
GALERIA EXPLORATORIA GTP1
INVESTIGACION SISMICA

HOJA 2 DE 2

ELABORADO: J.M. - F.V. REVISADO: S.M. - F.V. APROBADO: S.M. - F.V.

FECHA: 5 DICIEMBRE - 1991

0209-G-2241