



DEPARTAMENTO ADMINISTRATIVO DE PLANEACION DISTRICTAL
EMPRESA DE ENERGIA ELECTRICA DE BOGOTA

ESTUDIO GEOTECNICO SECTOR "BRISAS DEL VOLADOR"
FASE II

CONVENIO INTERADMINISTRATIVO No. 017 DE DICIEMBRE DE 1993

E 43

Santafé de Bogotá D.C., Marzo de 1996

República de Colombia
MINISTERIO DE MINAS Y ENERGIA
INSTITUTO DE INVESTIGACIONES EN GEOCIENCIAS, MINERIA Y QUIMICA



INGEOMINAS

**DEPARTAMENTO ADMINISTRATIVO DE PLANEACION DISTRITAL
EMPRESA DE ENERGIA ELECTRICA DE BOGOTA**

**ESTUDIO GEOTECNICO SECTOR "BRISAS DEL VOLADOR"
FASE II**

CONVENIO INTERADMINISTRATIVO No. 017 DE DICIEMBRE DE 1993

Santafé de Bogotá D.C., Marzo de 1996

**República de Colombia
MINISTERIO DE MINAS Y ENERGIA
INSTITUTO DE INVESTIGACIONES EN GEOCIENCIAS, MINERIA Y QUIMICA**

INDICE

	Página
1.0 INTRODUCCION.	1
2.0 GENERALIDADES.	1
2.1 Localización.	1
2.2 Descripción del Problema.	1
2.3 Cobertura de Servicios Públicos.	2
2.4 Topografía.	2
3.0 INVESTIGACION GEOTECNICA.	2
3.1 Geología.	2
3.1.1 Geología de Superficie.	2
3.1.2 Geología Estructural.	3
3.2 Geomorfología.	3
3.3 Exploración del Subsuelo.	3
3.3.1 Levantamiento Estructural del Macizo.	4
3.3.2 Prospección Geofísica.	4
3.3.3 Exploración Directa	5
3.3.3.1 Trincheras.	5
3.3.3.2 Sondeos Mecánicos	5
3.3.4 Ensayos de Laboratorio.	5
4.0 CARACTERISTICAS DEL SUBSUELO.	5
4.1 Macizo Rocoso.	5
4.1.1 Clasificación.	5
4.1.2 Caracterización Macizo Rocoso.	5
4.2 Suelos.	6
5.0 ANALISIS HIDROLOGICO E HIDRAULICO.	6
5.1 Análisis Hidrológico de las Subcuencas.	7
5.1.1 Precipitación.	7
5.1.2 Cálculo de Caudales.	7
5.2 Análisis Hidráulico.	8
5.2.1 Diseño de las Cunetas.	8
6.0 ANALISIS DE ESTABILIDAD	9

6.1 Generalidades.	9
6.2 Modos de Falla por Discontinuidades.	9
6.2.1 Análisis Cinemático - Falla Planar y en Cuña.	9
6.2.2 Análisis Cinemático de Falla por Volteo.	9
6.3 Modos de Falla en Depósitos recientes.	10
6.4 Evaluación de Estabilidad.	10
6.4.1 Macizo Rocoso.	10
6.4.2 Materiales Inconsolidados.	10
7.0 MEDIDAS CORRECTIVAS.	10
7.1 Obras Complementarias.	10
7.2 Obras Paisajísticas.	11

FIGURAS
 TABLAS
 ANEXOS
 PLANOS

LISTA DE FIGURAS

1. Localización General.
2. Exploración del subsuelo.
3. Análisis de Frecuencia.
4. Análisis de Frecuencia.
5. Corte Geológico A-A.
6. Corte Geológico B-B.
7. Corte Geológico C-C-
8. Cunetas Tipo I y II.
9. Cunetas Tipo III y IV
10. Corte de Medidas Correctivas D - D.
11. Corte de Medidas Correctivas E - E.
12. Corte de Medidas Correctivas F - F.
13. Corte de Medidas Correctivas G - G.

LISTA DE TABLAS

1. Resultado de Ensayos de Carga Puntual y Peso Unitario.
2. Resultado de Ensayos de Clasificación y Comportamiento esfuerzo - deformación.
3. Resultado de Ensayos de Desleimiento - Durabilidad y Corte Directo.
4. Estimación de los Parámetros de Hoek - Brown y envolvente equivalente de Mohr.
5. Estimación de los Parámetros de Hoek - Brown y envolvente equivalente de Mohr.

6. Características Morfológicas de la cuenca alta de la Qda Zanjón.
7. Análisis Cinemático de Taludes en Macizos Rocosos, Falla Planar y en Cuña.
8. Análisis Cinemático de Taludes en Macizos Rocosos, Falla Planar y en Cuña.
9. Análisis Cinemático de Taludes en Macizos Rocosos, Falla por Volteo.

LISTA DE PLANOS

1. Topografía.
2. Geología.
3. Medidas Correctivas.

ANEXOS

1. Perfiles de Prospección de Geofísica.
2. Perfiles de Trincheras.
3. Registro de Perforaciones.
4. Isoyetas.
5. Esquema de pozos.
6. Esquema de cajas.
7. Perfil longitudinal del entubado de la Quebrada
8. Esquema de filtros para relleno
9. Esquema de secciones de relleno en la Quebrada
10. Cantidades de obra
11. Presupuesto aproximado según medidas correctivas

ESTUDIO GEOTÉCNICO SECTOR BRISAS DEL VOLADOR

1.0 INTRODUCCIÓN

De acuerdo a la Evaluación de Susceptibilidad y Amenaza Preliminar - Fase I (INGEOMINAS, 1995), el área de estudio se enmarca dentro de una zona definida en términos de categorías de estabilidad IV con laderas con evidencias de deslizamientos; se detectan procesos de remoción en masa, alto grado de erosión, y los procesos denudativos se pueden asociar a periodos lluviosos, y mal manejo del agua de escorrentía.

La zona se caracteriza por presentar un alto nivel de riesgo, definido por la alta amenaza que representa un talud de antiguo frente de explotación, sobre el cual se encuentran depósitos recientes de estériles y materiales botados de desecho de construcción; y un alto grado de exposición de las viviendas que se encuentran en la inmediata vecindad del talud.

2.0 GENERALIDADES

2.1 Localización

Brisas del Volador comprende los barrios Los Alpes, Villas del Diamante y Concepción localizados dentro de las coordenadas 91600 m E, 94300 m N; 91600 m E, 94800 m N, 91200 m E, 94300 m N; 91200 m E, 94800 m N, y se ubica en la parte alta del valle de la Quebrada Limas.

El sector corresponde a una zona de antigua explotación de materiales, conocido como Brisas del Volador. (Figura 1).

2.2 Descripción del Problema

La zona denominada "Brisas del Volador" corresponde a un antiguo frente de explotación de canteras, entallado en rocas de la formación Labor Tierna y parcialmente llenado con depósitos de acumulación de estériles, dispuestos en el patio de forma antitécnica.

Morfológicamente los taludes mineros tienen pendientes moderadas y están conformados en el cuerpo central por areniscas. Los problemas de inestabilidad se asocian al movimiento de depósitos de estériles producto de acumulación de agua y la mala disposición estructural, y fallas de tipo planar del macizo rocoso en la cresta y flanco derecho del talud resultado del desconfinamiento del macizo y la acción del agua. La acción del hombre como agente modificador del relieve y la ausencia de control en el drenaje repercuten en el alto grado de erosión en la zona que aumenta así la amenaza por fenómenos de remoción en masa.

Las áreas donde afloran las areniscas no evidencian problemas de inestabilidad pero si de erosión y degradación del macizo rocoso por intemperismo.

2.3 Cobertura de Servicios Públicos

Brisas del Volador tiene cobertura parcial de servicio de alcantarillado sanitario y acueducto; este último se abastece del sistema Vitelma. El servicio de alcantarillado pluvial no existe.

En la zona, aproximadamente el 80% de las vías se encuentran en mal estado. Las calles están en afirmado y no tienen un adecuado sistema de drenaje.

El servicio de recolección de basuras se presta de manera irregular, lo cual trae como consecuencia la acumulación de desechos en los caños y quebradas.

2.4 Topografía

Teniendo en cuenta los continuos cambios morfométricos a que está expuesta el área de estudio, para efectos del análisis y diseño de obras correctivas se realizó un levantamiento topográfico semidetallado, escala 1:1000 (**Plano 1**), destacando los aspectos del relieve local que involucraban las franjas críticas de estabilidad.

3.0 INVESTIGACIÓN GEOTÉCNICA

La investigación geotécnica se realizó con base en un trabajo de campo que permitió caracterizar cualitativamente el área, identificar afloramientos de roca, cartografiar depósitos recientes, e identificar procesos denudativos presentes en el área. Además, de una exploración en profundidad de tal forma que permitiera definir la forma y/o geometría de los depósitos mediante métodos directos como sondeos y trincheras, e indirectos de prospección geofísica.

3.1 Geología

3.1.1 Geología de Superficie

En el área de estudio afloran rocas sedimentarias de edad cretácea-terciaria, pertenecientes a las Formaciones Labor-Tierna y Guaduas Conjunto Medio, y depósitos no consolidados del cuaternario. En el **Plano 2**, se encuentran cartografiadas las unidades definidas y descritas en los párrafos anteriores.

La **Formación Labor Tierna (Ksglt)**, en el sector está constituida por una secuencia predominantemente de areniscas gris claras y amarillas por meteorización, de grano fino a medio, hacia la parte media-inferior y de grano grueso conglomerático hacia la parte superior de la secuencia, muy friables, en estratos de 5 cm a 3.0 m de espesor, en general de fracturadas a muy fracturadas y en superficie muy meteorizadas; con intercalaciones menores de arcillolitas y limolitas silíceas grises claras y amarillas por meteorización, laminadas y en bancos de 3 cm a 30 cm, localmente muy replegadas.

La **Formación Guaduas Conjunto Medio (Ktgm)**, está constituida en el sector por arcillolitas gris amarillentas y violáceas-rojizas por meteorización, blandas laminadas, plásticas, en estratos de 10 cm a 1.5 m de espesor y en superficie muy meteorizadas; con intercalaciones de areniscas gris

claras y amarillas por meteorización, de grano fino a grueso, friables, en superficie muy meteorizadas, en estratos de 5 cm a 50 cm de espesor, y en general muy fracturadas.

Los Depósitos no Consolidados están conformados por suelo residual y, material de derrubios y estériles. Los **Depósitos de Suelos Residuales (Qsr)**, corresponde al producto de la meteorización principalmente de las rocas arcillo arenosas de la Formación Guaduas, de color amarillo-rojizo y con espesores desde pocos centímetros hasta de 2.0 m; afloran principalmente hacia la parte media-inferior de la zona.

Los **Depósitos de Derrubios (Qd)**, presentes corresponden a materiales producto de caída de rocas de los taludes y también a presencia de materiales de escombros generados por la explotación de la cantera, se presentan hacia la parte superior de la zona, con espesores entre pocos centímetros hasta 0.50 m aproximadamente.

3.1.2 Geología Estructural

El área estudiada se ubica dentro del flanco occidental de la estructura regional sinclinal Usme-Tunjuelito. La región ha sido afectada por una tectónica intensa, la cual originó estructuras de plegamiento (anticlinales y sinclinales) de magnitud media y local, cuyos ejes se ubican en los alrededores del sector estudiado.

Los estratos en el macizo rocoso presentan un rumbo promedio de N23W y buzamiento de 34NE, cuya dirección es en el mismo sentido de las laderas, es decir, favorable a los fenómenos de inestabilidad.

3.2 Geomorfología

La zona forma parte de la unidad geomorfológica de origen denudacional-estructural, constituida por laderas estructurales con pendiente alta (30°-45°) en la parte superior y suave a moderada (5°-25°) en la parte inferior, intensamente disectadas, desarrolladas en rocas areno-arcillosas de las formaciones Labor Tierna y Guaduas.

El agente morfodinámico más importantes en el sector es la actividad ~~antropica~~ consistente principalmente en explotación minera. El desarrollo antitécnico generó taludes con pendientes variables, en general de altas a moderadas, cuya dirección coincide con la pendiente estructural de las laderas, sobre las que han originado principalmente caída de rocas y deslizamientos traslacionales de pequeña magnitud.

Los fenómenos erosivos son de intensidad moderada, y las formas principales son erosión en surcos y cárcavas.

3.3 Exploración del Subsuelo

La exploración del subsuelo involucró: el levantamiento detallado de los afloramientos rocosos, la realización de dos líneas de prospección geofísica, y exploración directa mediante trincheras y sondéos con equipos mecánicos. La **Figura 2** muestra la localización de las estaciones para toma

de datos en el macizo rocoso y la localización de los sondeos mecánicos, trincheras y líneas de prospección geofísica.

3.3.1 Levantamiento Estructural del Macizo

Para el levantamiento estructural se tomó información de discontinuidades, identificándose orientación, separación, abertura, tipo de relleno y persistencia de los sistemas principales y secundarios. En total se tomaron 76 datos estructurales, correspondientes a cuatro estaciones que se representaron en cuatro redes ciclográficas, resultando como sistemas de discontinuidades representativas en cada estación las siguientes:

	Estación 1	Estación 2	Estación 3	Estación 4
Estratificación	N20W / 30NE	N20W / 44NE	N33W / 39NE	N27W / 35NE
Diaclasa prin.	N58W / 67SW	N71W / 68 SW	N66E / 65SE N45E / 79SE	N57E / 71NW
Diaclasa sec.	N42E / 85NW N45E / 47NW N64E / 73NW	N68E / 71NW		N59W / 63SW

En general, los sistemas de discontinuidades representativas para todo el macizo (Figuras 3 y 4) son:

Estratificación	N18W / 33NE
Diaclasa Principal	N58W / 65SW
Diaclasa Secundaria	N63E / 73NW NS / 52W N50E / 47NW

Las diaclasas principales se caracterizan por presentar persistencia de poco continua a media, espaciamiento de próximas a muy próximas en zonas de intenso fracturamiento (1cm - 5cm) a separadas (1m - 3m) en la zona correspondiente a la estación JP3 ; en general cerradas, sin embargo, en pocas ocasiones se encuentran aberturas hasta de 2 cm con relleno arcillo-arenoso; rugosidad planar rugosa. Las diaclasas secundarias presentan una persistencia de próximas a muy próximas (10cm - 1m); cerradas y de rugosidad planar rugosa.

La estratificación es delgada a gruesa, con espesores de estratos entre 5 cm y 3 m en las areniscas y, entre 10 cm y 1.5 m en las arcillolitas.

3.3.2 Prospección Geofísica

Se realizaron dos líneas de prospección geofísica, que permitieron definir la geometría del depósito inconsolidado reciente, en la Figura 2 se presenta la localización de las líneas de prospección. Los perfiles geofísicos se encuentran en el Anexo de este documento.

3.3.3 Exploración Directa

3.3.3.1 Trincheras

Se aprovecharon los taludes descubiertos, sobre los cuales se levantaron tres columnas estratigráficas detalladas (Ubicadas en el plano geológico), identificando tipo, espesores y condición local de la roca (Figuras 5, 6 y 7). Se realizaron tres trincheras localizadas en la Figura 2 cuyos perfiles se encuentran en el anexo de este documento

3.3.3.2 Sondeos Mecánicos

Se realizaron dos perforaciones con equipo mecánico (rotación) para determinar el espesor y características del cuaternario localizados en la franja inferior de la zona de estudio. El registro de perforación se presenta en el anexo de este documento.

3.3.4 Ensayos de Laboratorio

Para la caracterización del material rocoso se realizó sobre muestras de bloque ensayos de peso unitario e índice de carga puntual (Tabla 1), y para la caracterización del suelo se realizaron sobre muestras obtenidas de los sondeos mecánicos y de las trincheras ensayos de clasificación y comportamiento esfuerzo - deformación, desleimiento - durabilidad y corte directo, cuyos resultados se presentan en las Tablas 2 y 3.

4.0 CARACTERÍSTICAS DEL SUBSUELO

4.1 Macizo Rocosó

4.1.1 Clasificación

La clasificación del macizo rocoso se realizó con base en el Método de Hoek (1994).

Los bancos de arenisca se clasificaron con:

Geological Strength Index (GSI) = 30 - 40

Estos índices representan macizos rocosos alterados, con una estructura constituida por bloques cúbicos bien entrelazados formados por tres grupos de discontinuidades; altamente meteorizados en superficie.

4.1.2 Caracterización del Macizo Rocosó

La caracterización del macizo rocoso se realizó con base en los criterios de clasificación de Hoek (1994), expuestos en su artículo "Strength of Rock and Rock Masses", presentado en el Primer Curso Suramericano de Movimientos de Masas (Venezuela, 1995).

El sistema de clasificación emplea la constante del material para roca intacta (m_i), el GSI, y la resistencia a la compresión simple, característico del macizo y material rocoso constitutivos del talud. Se destaca, sin embargo, que durante el análisis se tuvo en cuenta la variación local en la resistencia del material rocoso, establecida con base en los ensayos de carga puntual.

La Evaluación de la resistencia del macizo rocoso contempla la determinación de los parámetros de resistencia (c , ϕ) y de la envolvente en función de los esfuerzos normales; la estimación del módulo de deformación (E) y de los parámetros adimensionales m_b , s y a de Hoek-Brown. En las Tablas 4 y 5, se presentan los parámetros de resistencia definidos para el macizo rocoso.

4.2 Suelos

Los depósitos recientes, corresponden a materiales de relleno compuestos por limos arenosos, café grisáceos, muy orgánicos con bloques de arenisca; y arcillas limosas habanas amarillentas de plasticidad alta, con gravas y algo orgánicas.

El espesor de estos materiales varía entre 3 y 4 m, dispuestos de manera heterogénea, su caracterización geomecánica no se realizó por su heterogeneidad espacial y de composición.

5.0 ANÁLISIS HIDROLÓGICO E HIDRÁULICO

Brisas del Volador se localiza en la franja media de la cuenca de la quebrada Limas, sobre su margen derecha. La red de drenaje del sector está conformada por una micro cuenca afluente a la Qda Zanjón, con un área de drenaje de 2.5 Ha, una pendiente longitudinal media de cauce de 23 %, un patrón de drenaje dendrítico y cauce rectilíneo.

La evolución morfológica de la Quebrada Zanjón muestra un deterioro en el recurso hídrico, expresado como obturación y taponamiento de drenajes en cerca del 67 % entre los años 1979 a 1996. En la actualidad sólo se conserva el curso de agua debido al progresivo deterioro ambiental, motivado por la invasión de sus rondas; con botaderos de residuos sólidos (basura, relleno), y líquidos (efluentes sanitarios) y el desorganizado desarrollo urbano. La Tabla 6 presenta algunas características morfológicas y de uso de la cuenca alta de la Qda Zanjón en la actualidad y el análisis comparativo para los años mencionados.

La problemática ambiental de la Quebrada Zanjón se puede resumir en los siguientes puntos:

1. Contaminación e invasión de las rondas de la quebrada. Esta es objeto de un desordenado desarrollo urbanístico que ha convertido la corriente en un colector de aguas negras como consecuencia de la falta de colectores sanitarios en el barrio.
2. Disposición de basuras en márgenes y techo de la quebrada, que generan una fuerte contaminación hídrica y atmosférica.
3. Socavación pronunciada de las márgenes.
4. Deterioro paisajístico de las rondas.
5. Falta de programas de educación ambiental que destaquen la importancia, manejo y conservación de los recursos hídricos, enmarcado en un desarrollo comunitario sostenible.

De acuerdo con el análisis expuesto se recomienda, dado que no existe cauce natural ni áreas de aporte, entubar la quebrada y reconfigurar las riberas para reducir los problemas de inestabilidad e

invasión. Esto último, se llevará a cabo mediante la construcción de un parque para la comunidad y así mejorar el entorno ambiental de la zona.

5.1 Análisis Hidrológico de las Subcuencas

5.1.1 Precipitación

Para el cálculo de la precipitación media multianual y máxima mensual se utilizó el método de las Isoyetas presentadas en el anexo de este informe. Y se obtuvo los siguientes resultados: $P_{mm} = 610$ mm, $P_{máx.} = 86$ mm. Para el cálculo de la intensidad se utilizaron las Normas de Diseño de Alcantarillas de la EAAB 1990.

5.1.2 Cálculo de Caudales

Para el cálculo de los caudales máximos esperados, se utilizó el método racional, definido por la ecuación:

$$Q = 0.00278 \cdot c \cdot i \cdot A$$

Donde Q es el caudal pico en m^3/s producido por un aguacero de intensidad i en mm/h , uniformemente distribuido sobre el área de la cuenca A en Ha.. El término c se denomina "coeficiente de escorrentía", su valor numérico se define entre 0 y 1, y depende de las características fisiográficas de la cuenca y de la cobertura del suelo. Para efectos de diseño se tomó $c = 0.30$ que corresponde a una zona suburbana.

Para determinar la intensidad de lluvia, fue necesario calcular el tiempo de concentración, para tal efecto se empleó la fórmula de Kirpich.

$$t_c = 0.9466 (l/\sqrt{s})^{0.77}$$

Donde:

l = longitud de viaje km

s = pendiente m/km

t_c = horas

Con $t_c = 4.08$ min., para efectos de diseño se tomó $t_c = 10$ min. y para un $Tr = 50$ años, obtenemos $i = 115$ mm/h de acuerdo con las gráficas de intensidad - duración - periodo de retorno, que Hidroestudios (1988) determinó para la zona.

Para el cálculo de caudales se consideraron siete áreas de aporte, obteniéndose los siguientes resultados:

No.	Área de aporte	A (Ha)	Q (m ³ /s)
1	Escarpe norte	2.42	0.23
2	Cantera	3.00	0.29
3	Escarpe sur	3.25	0.31
4	Calle 1	0.88	0.08
5	Calle 2	0.87	0.08
6	Calle 3	0.96	0.09
7	Calle 4	0.46	0.04

5.2 Análisis Hidráulico

En esta sección se calculan y se recomiendan las dimensiones mínimas necesarias de las cunetas interceptoras dispuestas en la corona y base del talud y las vías para los caudales calculados en el numeral anterior.

5.2.1 Diseño de Cuneta:

Para el diseño de la sección transversal de los canales se utilizó la ecuación de Manning:

$$Q = \frac{1}{n} * R^2 * \sqrt{S} * A$$

donde:

n: Coeficiente de rugosidad de Manning. Adimensional

n = 0.013 para hormigón

n = 0.040 para hormigón con disipadores en el mismo material

A: Área de la sección (m²).

R: Radio hidráulico (m).

S: Pendiente longitudinal (m/m).

Q: Caudal transportado (m³/s).

Se diseñaron 4 tipos de cunetas que se ubican en el Plano No. 3 y se muestran en las Figuras 8 y 9, según la distribución del caudal, condiciones particulares y la pendiente longitudinal.

DISEÑO DE CUNETAS

Tipo	S %	n	b	h	z
I	9.2	0.013	0.3	0.3	1
II	60.0	0.040	0.3	0.3	1
III	9.3	0.013	0.3	0.3	0
IV	26.0	0.013	0.2	0.2	0

El cauce se recomienda entubarlo con el objeto de captar las aguas lluvias y servidas. Para el diseño de la tubería se empleó la ecuación de Manning; obteniéndose un diámetro de 12 pulgadas donde la pendiente es más pronunciada (escarpe), y 30 pulgadas para el tramo restante de la quebrada (Plano 3).

6.0 ANÁLISIS DE ESTABILIDAD

6.1 Generalidades

Teniendo en cuenta las características geométricas del talud y la condición in-situ del macizo, se evaluaron diferentes modos de falla controlados por las superficies de las discontinuidades como falla planar, en cuña y por volteo.

Sobre los depósitos recientes inconsolidados se observaron varios tipos de fenómenos de remoción en masa enunciados en el numeral 3.2, que se presentan principalmente a lo largo de su contacto con el macizo rocoso. El análisis de estabilidad consistió en la determinación de los mecanismos de falla y las obras de mitigación y control asociados.

6.2 Modos de Falla por Discontinuidades

6.2.1 Análisis Cinemático - Falla Planar y en Cuña

Con base en el análisis de Frecuencia de la red polar se determinaron cinco familias de discontinuidades, incluyendo la estratificación. Definidas así:

Estratificación	N18W / 33NE
Diaclasa Principal	N58W / 65SW
Diaclasa Secundaria	N63E / 73NW NS / 52W N50E / 47NW

En el análisis cinemático de este tipo de fallas se empleo los criterios presentado por Hoek y Bray (1974), teniendo en cuenta las orientaciones principales de los taludes. Las Tablas 7 y 8 muestran los datos de entrada, y los resultados para diferentes condiciones.

6.2.2 Análisis Cinemático de Falla por Volteo

Para las direcciones e inclinaciones de los taludes se determinó que no hay posibilidad de falla por volteo a lo largo de las superficies estructurales (discontinuidades). La Tabla 9 registra las orientaciones y buzamientos tanto del talud como de las discontinuidades empleadas en el análisis y los resultados obtenidos con ellas.

6.3 Modos de Falla en depósitos recientes

Por el modo de conformación de este tipo depósitos, y las evidencias de campo, se estableció que el principal modo de falla, y que involucra mayor volumen de material, es el desplazamiento en lo largo del contacto con el macizo rocoso, generando deslizamientos traslacionales. Como fenómenos secundarios se observaron flujos de detritos de pequeña magnitud en la pata de estos depósitos.

6.4 Evaluación de Estabilidad

6.4.1 Macizo Rcoso

De acuerdo con los resultados presentados en los numerales 6.2.1 y 6.2.2, se establece de acuerdo con la orientación de los taludes y del sistema de discontinuidades que no hay posibilidad de falla planar, en cuña y por volteo. La falla por las diaclasas se da lugar por la pérdida de resistencia entre las paredes, gracias a la acción directa del agua de infiltración, y a las presiones hidrostáticas.

6.4.2 Materiales Inconsolidados

Debido a la condición natural de inestabilidad de estos materiales, de composición heterogénea, es recomendable que éstos sean tratados técnicamente para mejorar su estabilidad, o en lo posible deban ser retirados parcial o totalmente para evitar la falla.

El tipo de tratamiento se definió con base en las características geométricas de los depósitos y con su posición relativa al macizo. En este caso en particular se definió como tratamiento la remoción del material inestable.

7.0 MEDIDAS CORRECTIVAS

Con base en los análisis presentados, se realizó una evaluación cualitativa desde el punto de vista económico, de operación y social, de las posibles medidas correctivas o de mitigación que permitieran recuperar el ambiente físico del área y disminuir los niveles de riesgo.

Los taludes en roca se perfilarán con pendientes promedio entre 22° y 30°; retirando el material potencialmente deslizante. El depósito se conformará según lo muestra las Figuras 10, 11, 12 y 13.

7.1 Obras Complementarias

Teniendo en cuenta que uno de los principales agentes detonantes de los problemas de inestabilidad es el agua, las soluciones expuestas deberán acompañarse con un adecuado manejo del agua de escorrentía y de las aguas servidas.

Para el manejo de las aguas de escorrentía superficial se deberán construir zanjas de coronación en concreto alrededor del talud con sección trapezoidal para las zonas de baja pendiente y trapezoidal con disipadores de energía en los tramos donde la velocidad de flujo puede ser superior a 4.5 m/s. Cunetas rectangulares tipo III (0.20*0.25) en las vías principales y tipo IV (0.20*0.20) en las secundarias. El agua captada se conducirá a los diferentes colectores del barrio.

En las vías de acceso peatonales se recomienda construir gradas que llevarán cunetas a los lados para el manejo de la escorrentía superficial, evitar la formación de frentes erosivos y mejorar el espacio público.

De acuerdo con el análisis expuesto en el numeral 5.0, se recomienda entubar la Quebrada Zanjón en la parte alta con un diámetro mínimo de 30" de longitud 220 m., pendiente media de 24% y una posible ruta de tendido, sin llegar al detalle de diseño ya que se requiere integrar la red de alcantarillado sanitario y pluvial (existente y proyectado) lo cual está fuera del alcance del presente proyecto.

El relleno se hará en material seleccionado, compactado al 90% del proctor modificado, tendrá una altura en su punto máximo de 11m. con forma de terrazas empedradas de huella 15 cm y pasos entre 75 cm. y 3 m. El volumen estimado de material movilizado para los terraplenes ascenderá a 13.677 m³. En la base de relleno se dispondrán subdrenes (tipo francés) para la captación y conducción de las aguas subsuperficiales.

En el Plano 3 se muestran las medidas correctivas propuestas; incluyendo cotas de rasante, clave, base, longitudes y pendientes de las diferentes obras.

7.2 Obras Paisajísticas

Estas obras pretenden mejorar el entorno ambiental del sector y ayudar a mantener la estabilidad que se logre con las medidas correctivas y preventivas expuestas. Así se tiene la empedración y la siembra de especies nativas en el cuerpo de los depósitos recientes y en los rellenos diseñados.

A lo largo del primer tramo del cuerpo de la Quebrada Zanjón, se plantea construir un parque de recreación.

FIGURAS

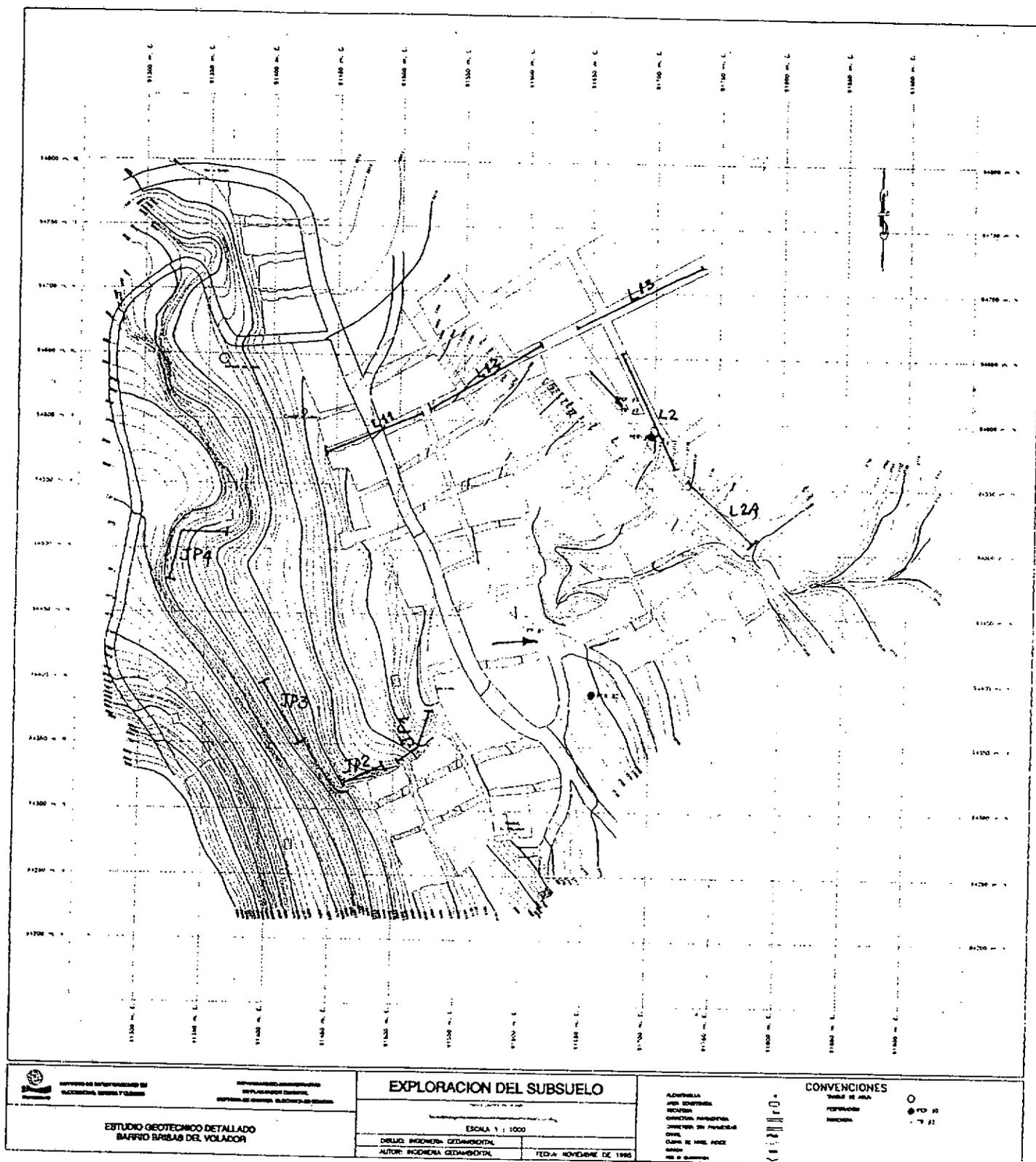
FIGURA No. 1



AREA DE ESTUDIO

LOCALIZACION GENERAL

FIGURA No 2



Línea Geofísica ————

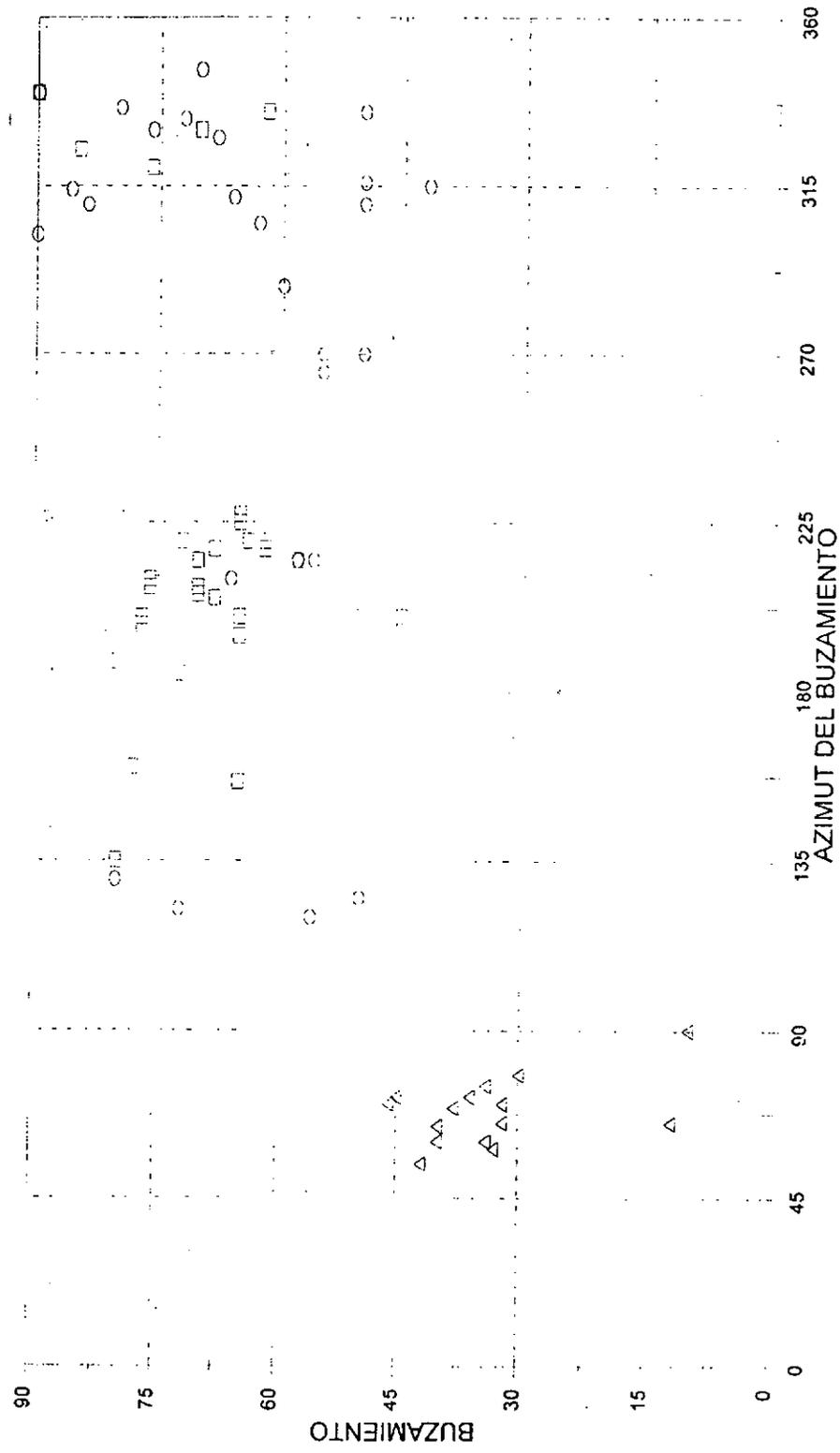
Trinchera ————

Estación Macizo Rocosó ————

Perforación ●

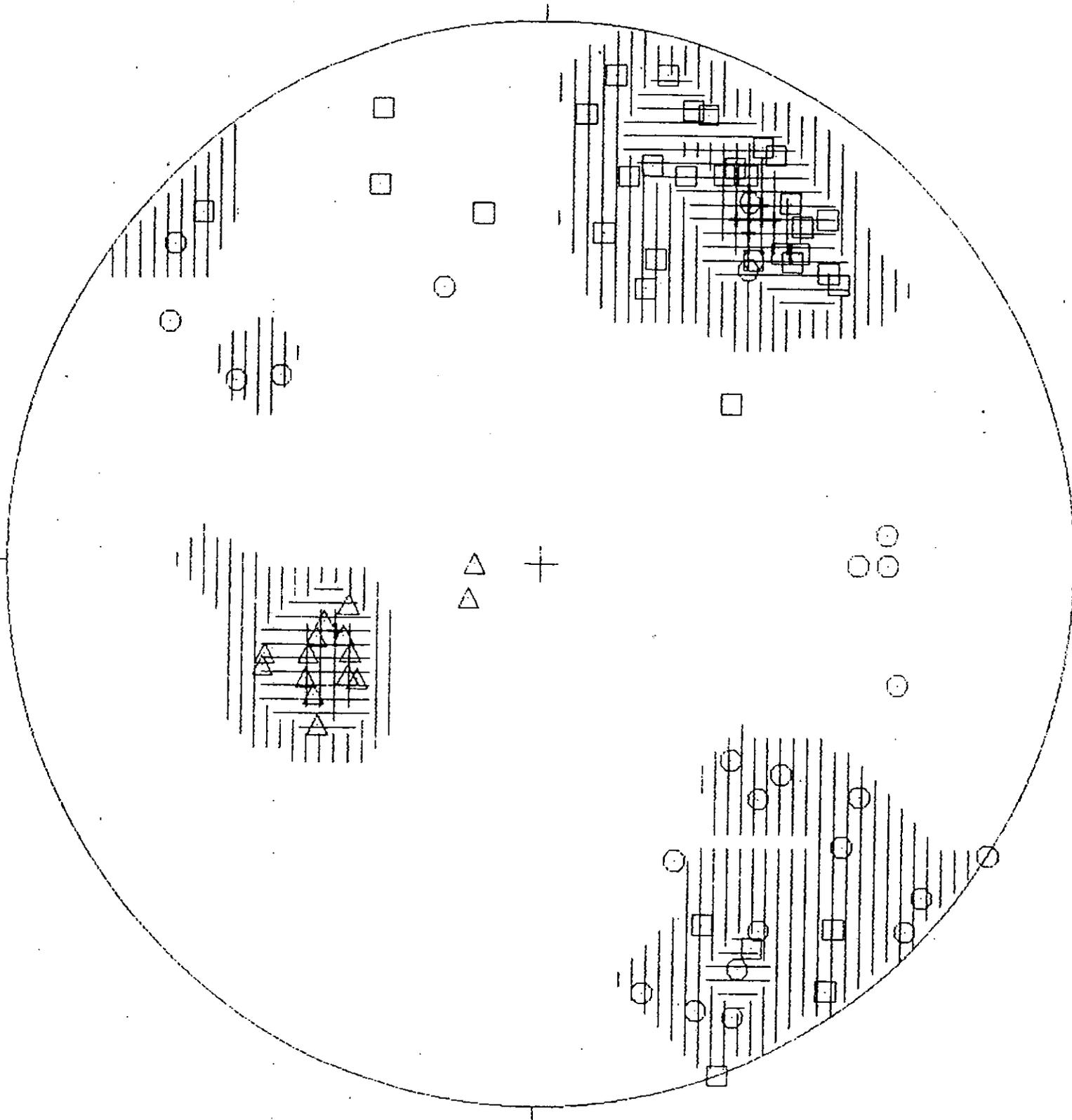
FIGURA No. 3

LEVANTAMIENTO DE MACIZOS ROCOSOS
BRISAS DEL VOLADOR



Δ DIACLASAS SECUNDARIAS ○ DIACLASAS PRINCIPALES □ ESTRATIFICACION

EL VOLADOR
North



76 Points

LEGEND (for first 9 intervals)

□	1- 3	▣	16- 18
▢	4- 6	▤	19- 21
▣	7- 9	▥	22- 24
▤	10- 12	▦	25- 27
▥	13- 15		

Contour Method: Schmidt (1925)
Counting Area: 0.010
Contour Interval: 3% Points per 1% Area
Maximum Contour: 12

NOTE: Contour Patterns Repeat Every 9 Intervals

Figura No. 5

CORTE GEOLOGICO A-A'
BRISAS DEL VOLADOR

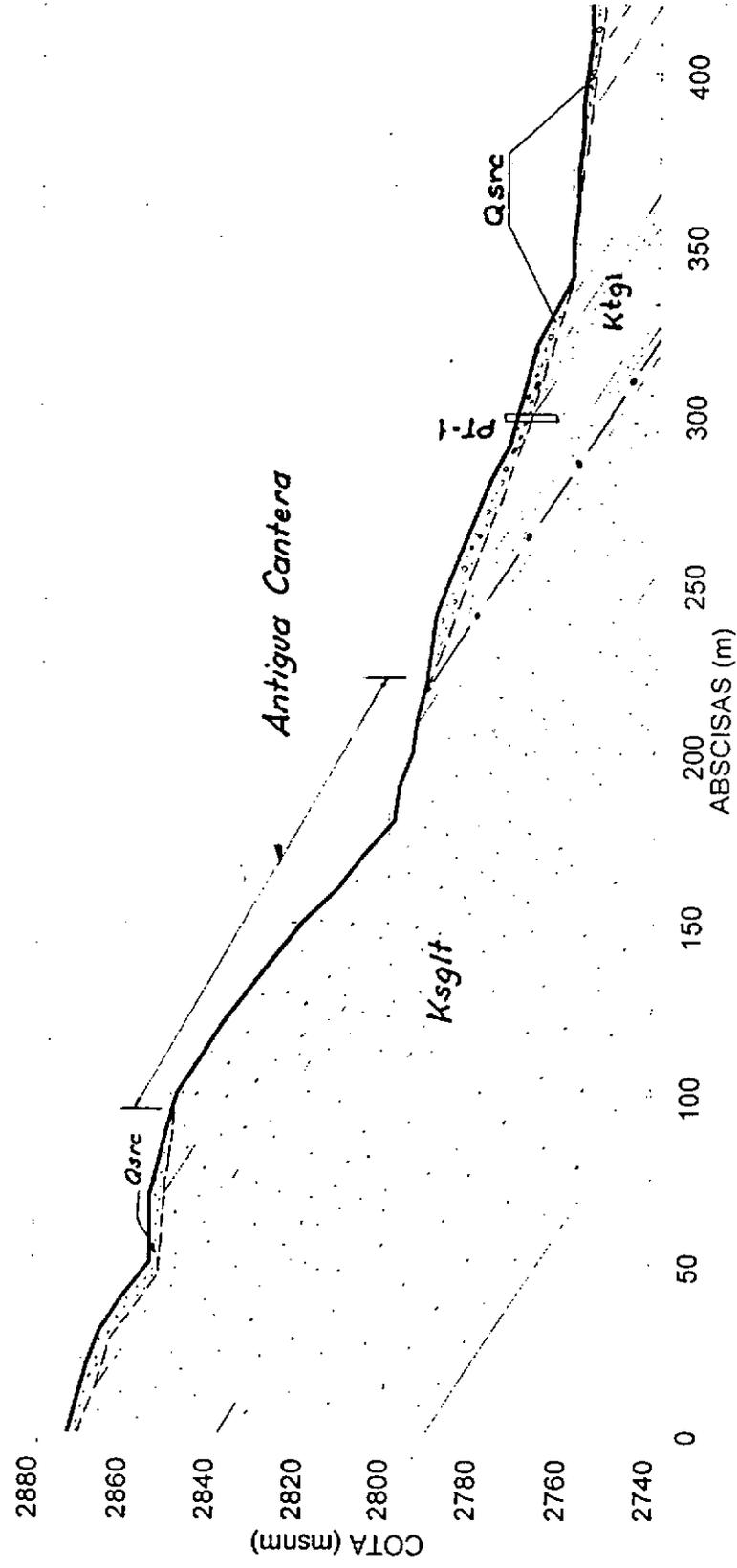


FIGURA No. 6.

CORTE GEOLOGICO B-B'
BRISAS DEL VOLADOR

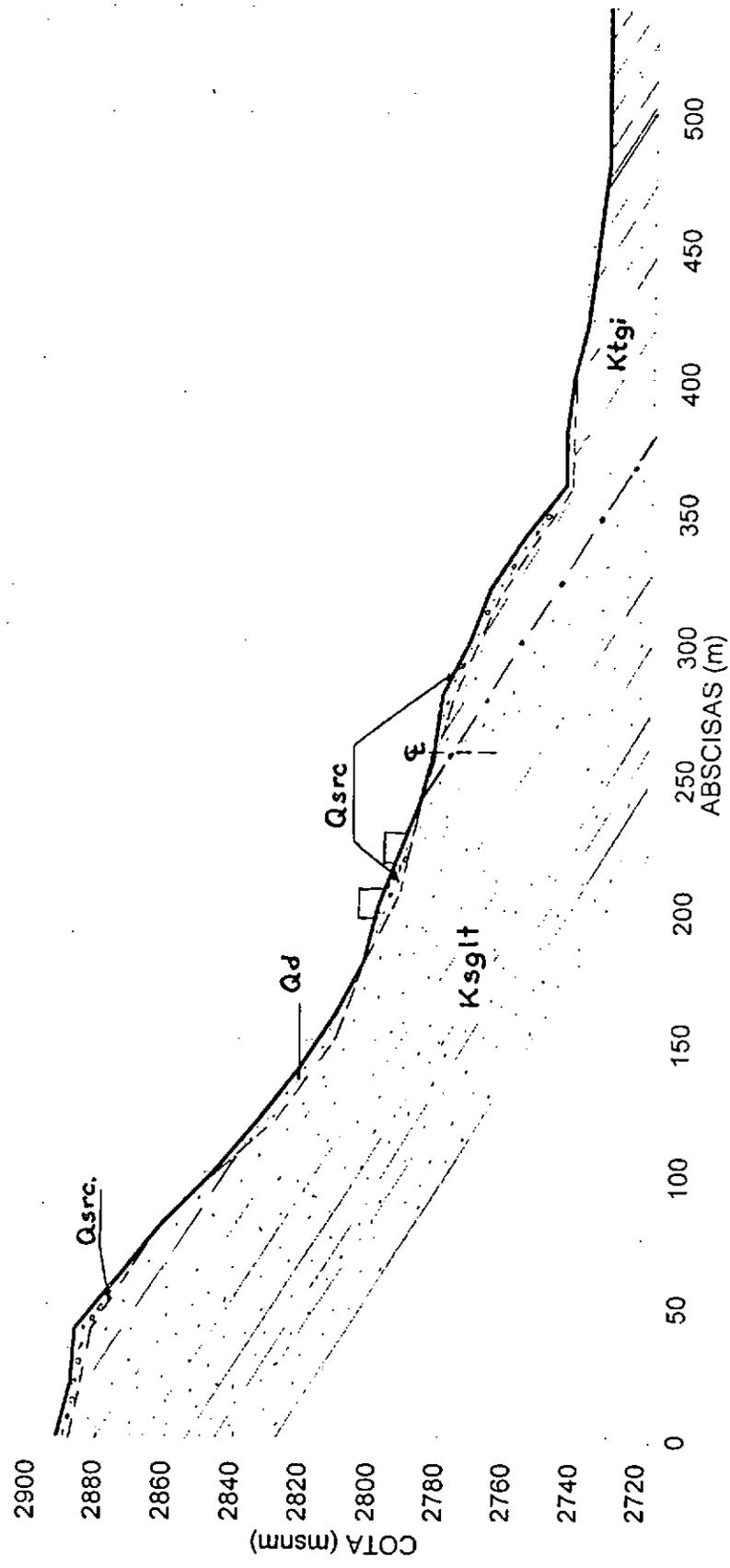


FIGURA N.º 7.

CORTE GEOLOGICO C-C'
BRISAS DEL VOLADOR

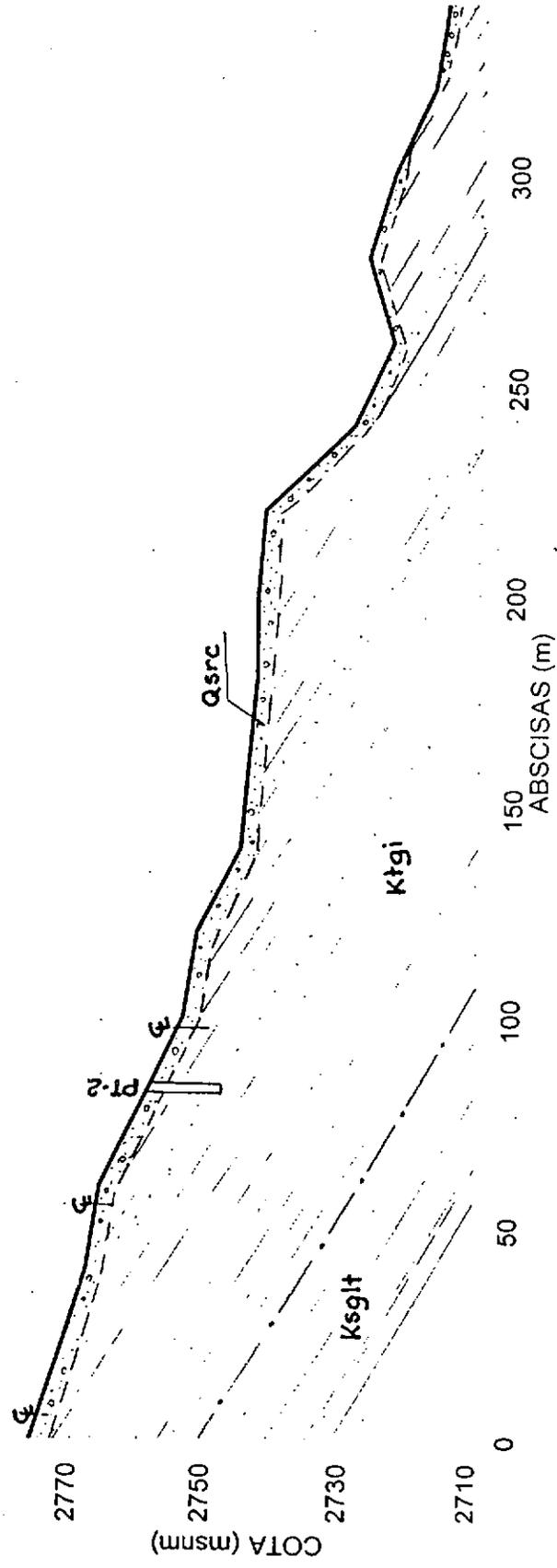
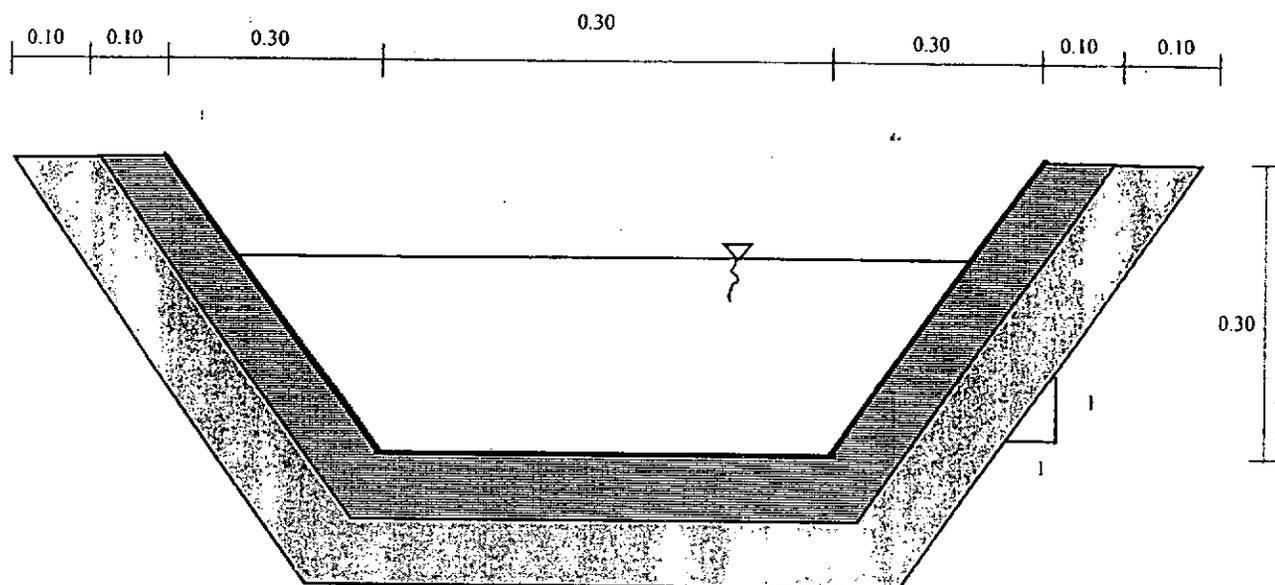
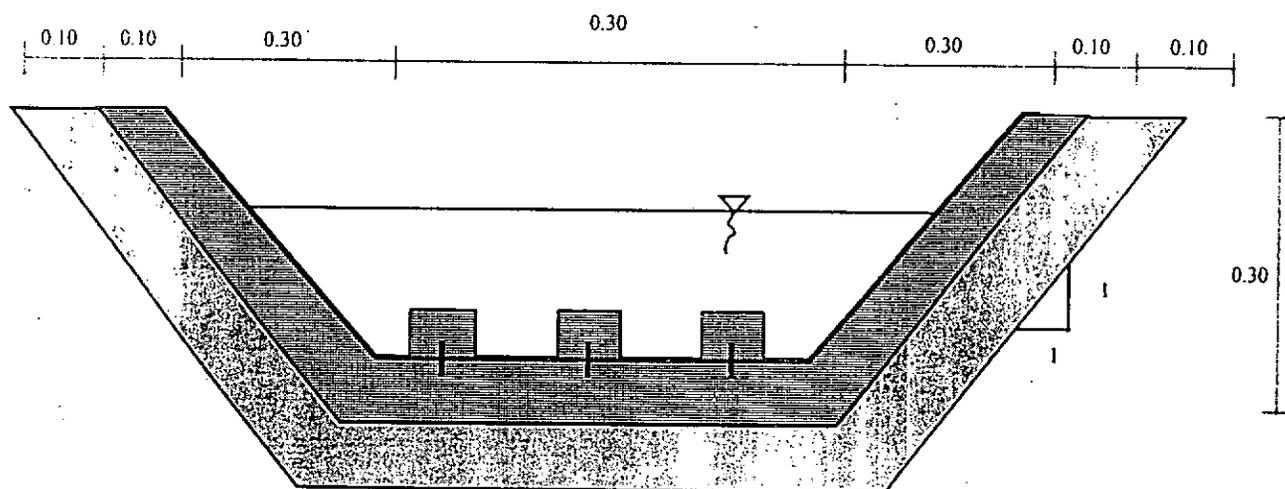


FIGURA No. 8



CUNETA TIPO II



Hormigón

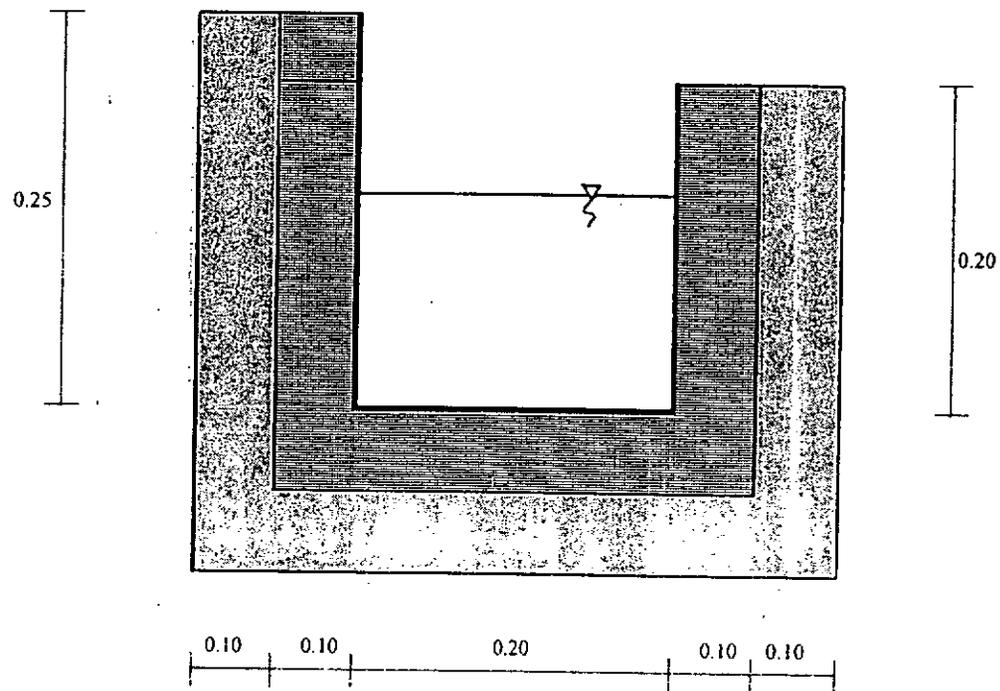


Recebo compactado

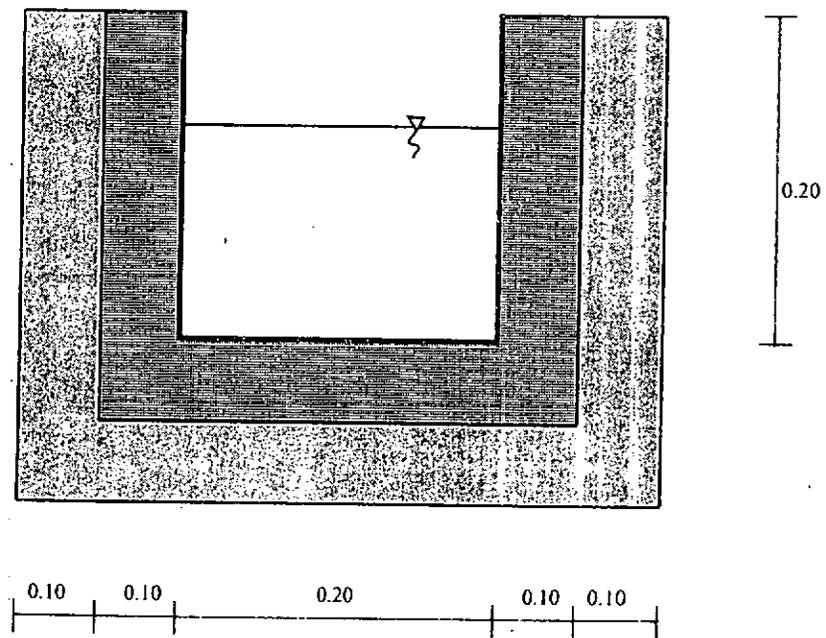
Esquema sin escala
Dimensiones en metros

FIGURA No. 9

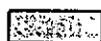
CUNETETA TIPO III



CUNETETA TIPO IV



Hormigón



Recebo compactado

Esquema sin escala
Dimensiones en metros

FIGURA 10.

BRISAS DEL VOLADOR

Corte D - D'

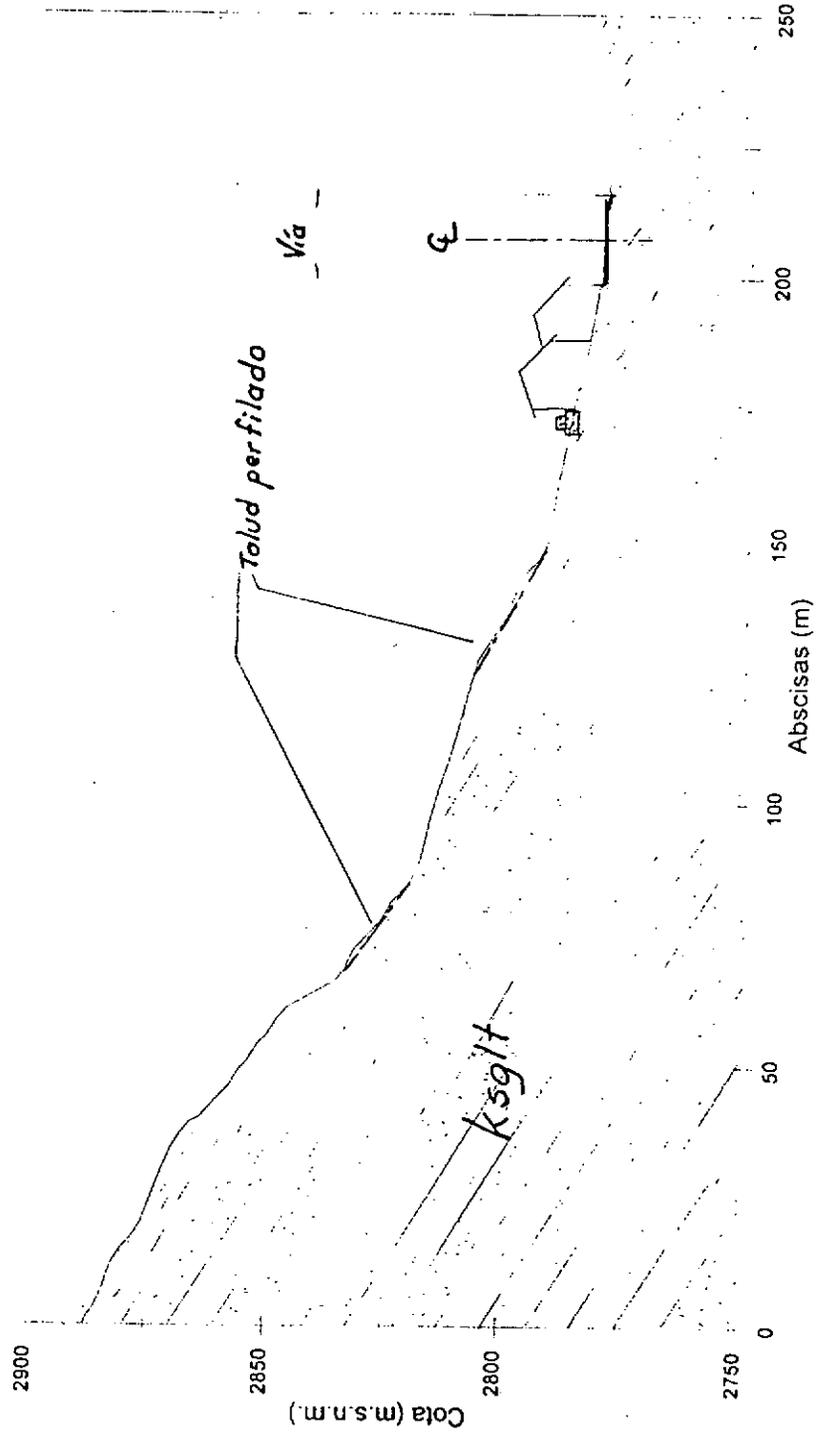


FIGURA N.º 11 .

BRISAS DEL VOLADOR

Corte E - E'

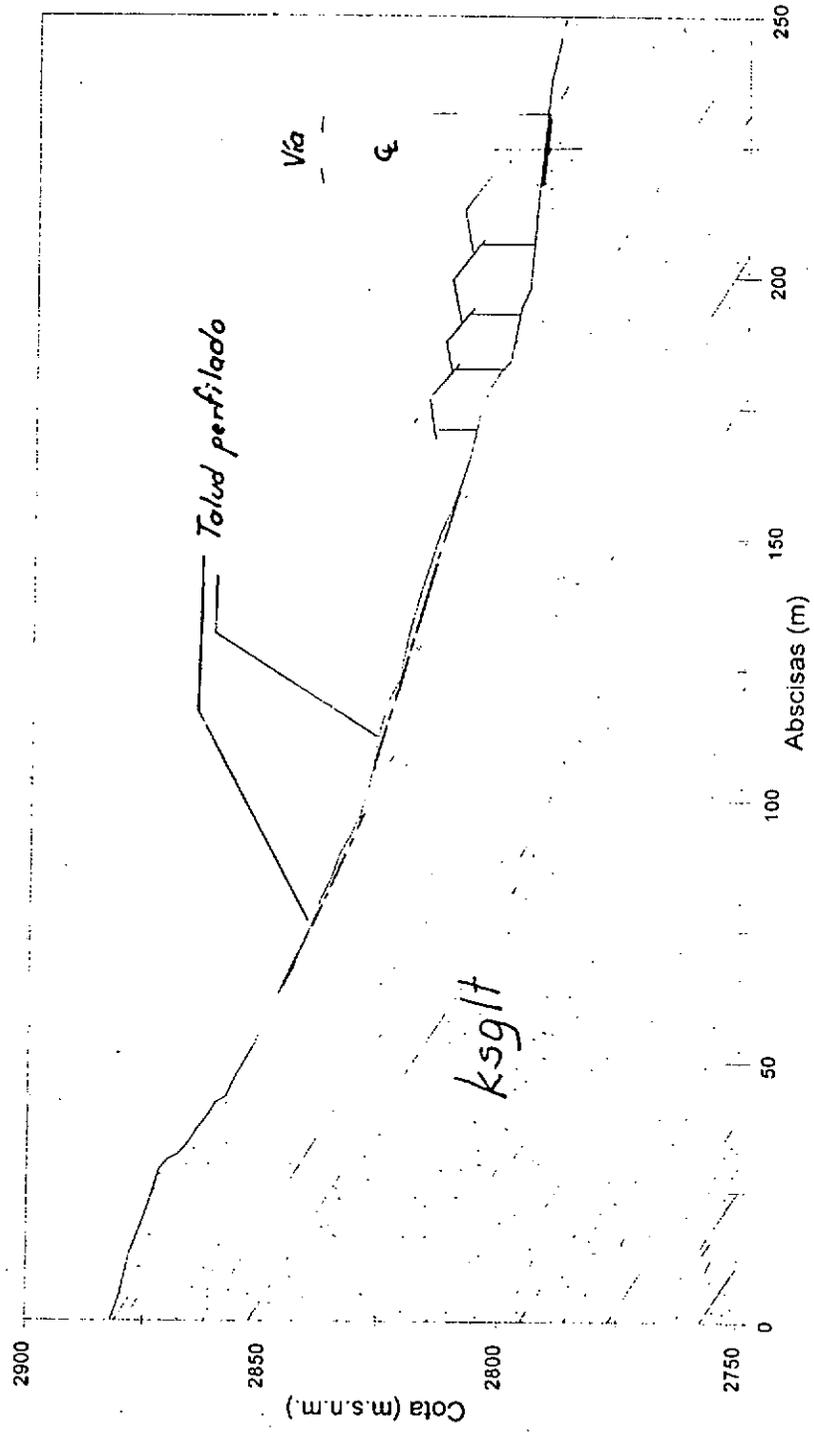


FIGURA N.º 12.

BRISAS DEL VOLADOR

Corte F - F'

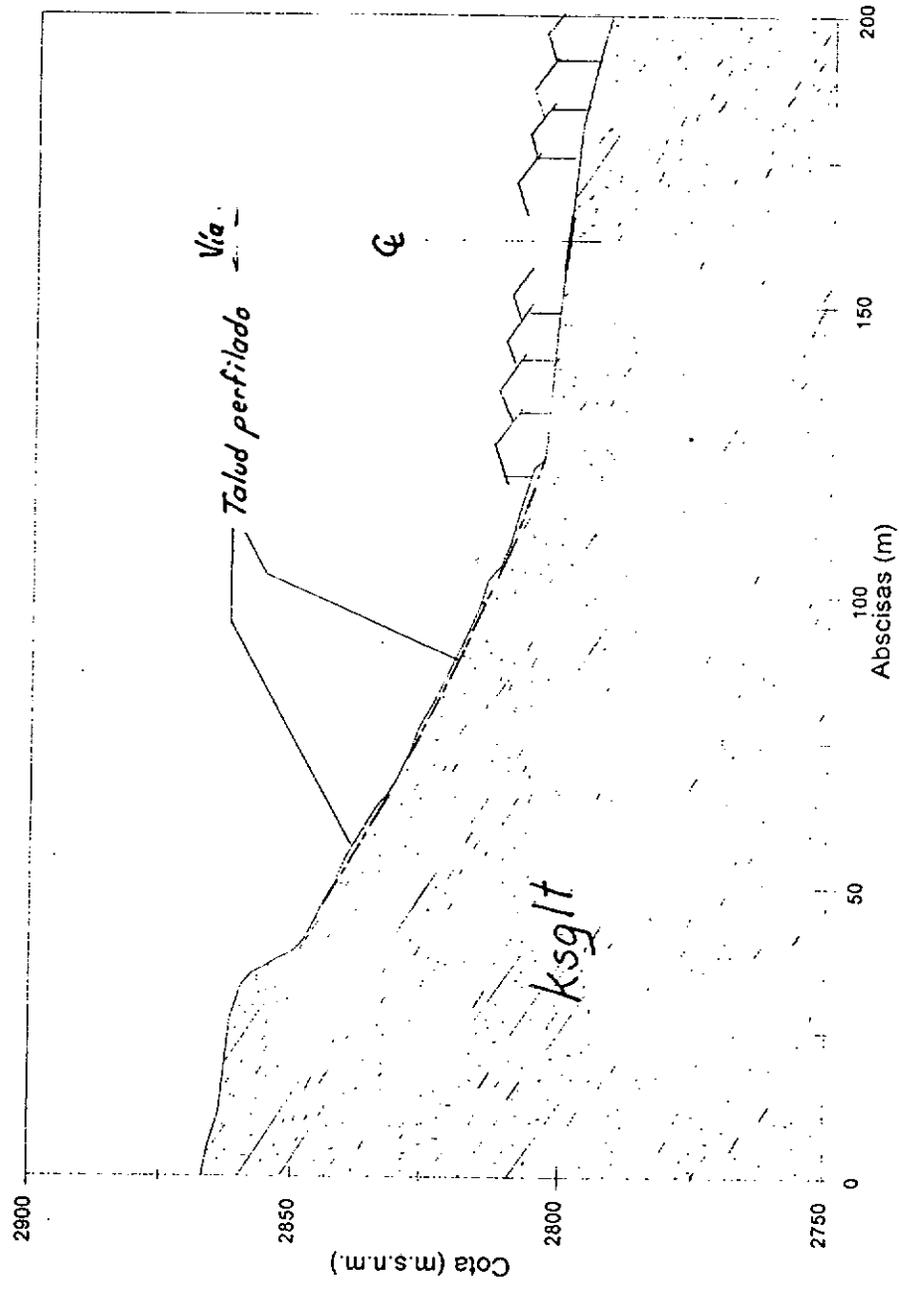
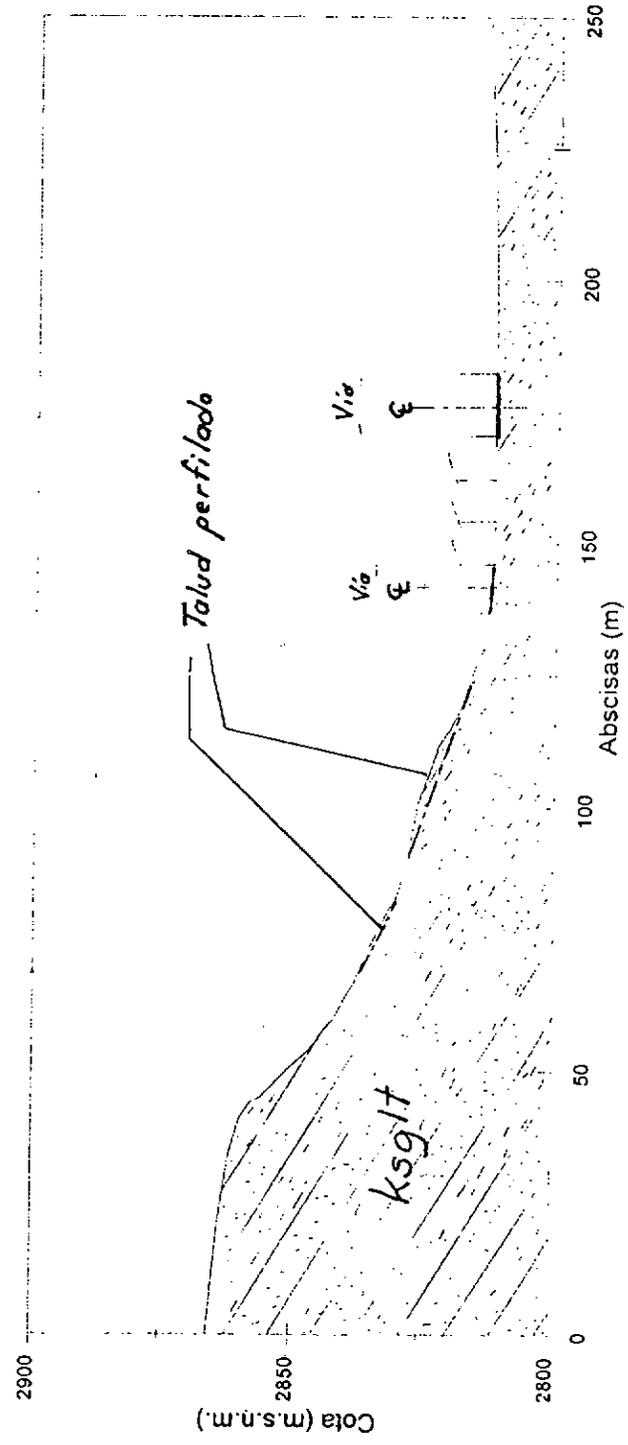


FIGURA No. 13

BRISAS DEL VOLADOR
Corte G - G'



TABLAS

TABLA No. 1.
 PROYECTO CIUDAD BOLIVAR - FASE II
 ENSAYOS DE CARGA PUNTUAL
 SITIO: BRISAS DEL VOLADOR.

MUESTRA No	PESO UNIT	D1(cm)	W1(cm)	W2(cm)	P(kN)	P(kg-f)	De(cm)	Is(kg/cm ²)	F	I ₅₀ (kg/cm ²)	I ₅₀ kg/cm ²	σ _c (kg/cm ²)	DESCRIPCION
JP4-M1	2.16	4.70	15.60	4.50	1.70	173.469	5.189	6.442	1.017	6.550	5.465	125.694	Areniscas de color amarillo y gris claro Algo meteorizada. De consistencia blanda.
		5.70	12.40	5.70	1.50	153.061	6.432	3.700	1.120	4.144			
		5.20	7.20	4.50	1.60	163.265	5.458	5.480	1.040	5.700			
		5.70	12.00	5.10	0.90	91.837	6.084	2.481	1.092	2.710			
JP1-JP2-JP3 M1	2.17	4.40	6.20	6.00	4.00	408.163	5.798	12.143	1.069	12.979	13.726	315.704	Arenisca de color gris claro y amarillo. De grano fino a muy fino. Friables. De consistencia moderada- damente blanda.
		4.30	12.40	6.50	4.30	438.776	5.965	12.330	1.083	13.349			
		4.10	8.50	7.40	4.50	459.184	6.215	11.887	1.103	13.109			
		5.00	9.20	6.50	5.60	571.429	6.433	13.809	1.120	15.467			

TABLA No. 2
RESUMEN DE RESULTADOS DE ENSAYOS DE LABORATORIO
SITIO: BRISAS DEL VOLADOR

Perforación No.	Muestra No.	Profundidad (m)	Wn (%)	γ' (t/m ³)	q_u (kg/cm ²)	Eu (kg/cm ²)	E ₆₀ (kg/cm ²)	DESCRIPCION
1	1	2.50 - 2.80	14.1	2.24	6.38	466	466	Arcillolita gris clara oxidada.
2	1	5.20 - 6.36	41.2	1.85	1.72	117	116	Arcillolita gris rojiza meteorizada.
Tr.1	1	0.20 - 1.40	19.87	1.9				Arcilla limosa algo arenosa, carmelita.

TABLA No. 3

RESULTADOS DE ENSAYOS DE LABORATORIO
Brisas del Volador

MUESTRA	WL (%)	WP (%)	IP (%)	CLASIFICACION U.S.C.
Arcillolita	73	28	45	CH

ENSAYO DE DESLEIMIENTO - DURABILIDAD
Brisas del Volador

Peso inicial	504.0 gr
No. partículas inicial	10
Tiempo de inmersión	24 horas
No. de revoluciones	500
Índice de durabilidad	13.02

ENSAYO DE CORTE DIRECTO
Brisas del Volador

Esfuerzo Normal		Esfuerzo Tangencial	
C	0.8	C _R	0.03
ϕ	37°	ϕ	29°

(Ospina.1989. S.O.P.)

TABLA No. 4

ESTIMACION DE LOS PARAMETROS DE HOEK-BROWN Y ENVOLVENTE EQUIVALENTE DE MOHR

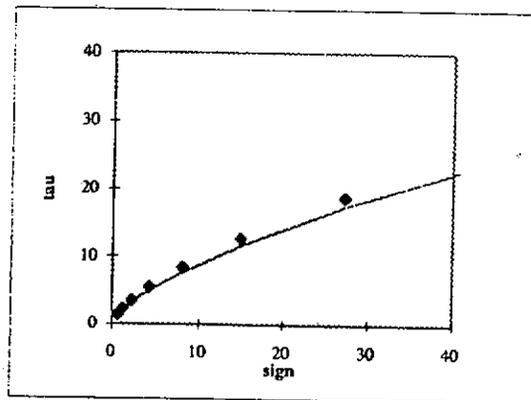
ADAPTADO DE HOEK, 1994

BARRIO BRISAS DEL VOLADOR

DATOS : GSI = 35 sigci (Mpa) = 60 mi = 19 ARENISCAS

RESULTADOS

mb/mi = 0.10
 mb = 1.865
 s = 0.00073
 a = 0.50
 sigt = -0.023
 A = 1.9
 B = 0.68
 E = 3266



BRIHOEK.XLS

Angulo de friccion y
 cohesion para diferentes
 esfuerzos normales :

sn = 7 MPa
 t = 6.91 MPa
 f = 33.8 degrees
 c = 2.22 MPa

sn = 25 MPa
 t = 16.39 MPa
 f = 24.0 degrees
 c = 5.28 MPa

sig3	sigi	dslds3	sign	snd	tau	X	Y	XY	X^2	Taucalc
0.23	5.61	11.41	0.67	0.64	1.46	-0.19	0.16	-0.03	0.04	1.41
0.47	7.89	8.54	1.25	1.22	2.27	0.09	0.36	0.03	0.01	2.15
0.94	11.31	6.39	2.34	2.32	3.55	0.36	0.55	0.20	0.13	3.29
1.88	16.45	4.84	4.37	4.35	5.49	0.64	0.74	0.47	0.41	5.03
3.75	24.30	3.72	8.10	8.08	8.39	0.91	0.92	0.84	0.82	7.64
7.50	36.51	2.93	14.89	14.86	12.64	1.17	1.10	1.29	1.37	11.54
15.00	56.00	2.36	27.19	27.16	18.74	1.43	1.27	1.82	2.06	17.36
30.00	87.96	1.97	49.55	49.52	27.40	1.69	1.44	2.44	2.87	26.08
Sums =						6.11	6.55	7.06	7.71	

TABLA No. 5.

ESTIMACION DE LOS PARAMETROS DE HOEK-BROWN Y ENVOLVENTE EQUIVALENTE DE MOHR

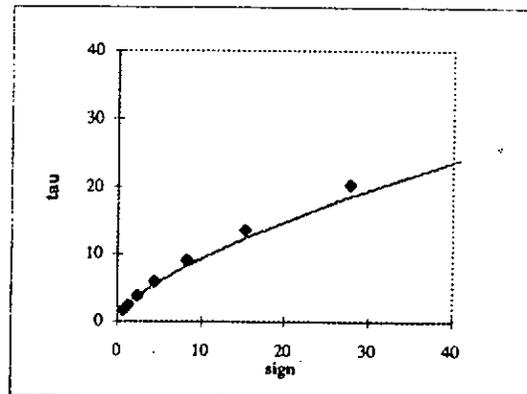
ADAPTADO DE HOEK, 1994

BARRIO BRISAS DEL VOLADOR

DATOS : GSI = 40 sigci (Mpa) = 60 mi = 19 ARENISCAS

RESULTADOS

mb/mi = 0.12
 mb = 2.229
 s = 0.00127
 a = 0.50
 sigt = -0.034
 A = 2.0
 B = 0.68
 E = 4356



BRIZHOEK.XLS

Angulo de friccion y
 cohesion para diferentes
 esfuerzos normales :

sn = 7 MPa
 t = 7.29 MPa
 f = 35.3 degrees
 c = 2.34 MPa

sn = 25 MPa
 t = 17.30 MPa
 f = 25.1 degrees
 c = 5.57 MPa

sig3	sig1	ds1ds3	sign	snd	tau	X	Y	XY	X^2	Taucalc
0.23	6.23	12.16	0.69	0.66	1.59	-0.18	0.20	-0.04	0.03	1.52
0.47	8.67	9.15	1.28	1.24	2.44	0.09	0.39	0.04	0.01	2.31
0.94	12.34	6.87	2.39	2.35	3.80	0.37	0.58	0.22	0.14	3.53
1.88	17.85	5.18	4.46	4.42	5.88	0.65	0.77	0.50	0.42	5.39
3.75	26.25	3.97	8.27	8.24	9.02	0.92	0.96	0.87	0.84	8.19
7.50	39.24	3.11	15.23	15.20	13.62	1.18	1.13	1.34	1.40	12.38
15.00	59.84	2.49	27.84	27.81	20.27	1.44	1.31	1.89	2.09	18.63
30.00	93.38	2.06	50.75	50.71	29.74	1.71	1.47	2.51	2.91	27.97
					Sums =	6.18	6.81	7.33	7.83	

TABLA No 6 .
BRISAS DEL VOLADOR
CARACTERISTICAS MORFOMETRICAS Y DE USO DE LA QDA ZANJON.

AÑO	No.Afluentes	Microcuencas	Area de Drenaje	Longitud Cauce (m)	Pendiente (%)	Tipo de Drenaje
1979	3	3	7.7 ha	506	20	dendrítico
1996	1	1	2.5 ha	308	23	intervenido

AÑO	Forma del Cauce	Etapa Morfológica	% de Intervención	Forma de la Corriente	Material del Lecho	Uso de las Margenes
1979	rectilíneo	juventud	15	natural	roca	ninguno
1996	rectilíneo	no hay	67	colector aguas negras	roca y basuras	viviendas

MORF-VOL.XLS

TABLA No 7.

ANALISIS CINEMATICO DE TALUDÉS EN MACIZOS ROCOSOS FALLA PLANAR Y EN CUÑA BARRIO BRISAS DEL VOLADOR

TALUD CENTRAL ORIENTACION N35W

Plano No	Az. de Buz. ab	Buzamiento b	Posibilidad Cinemática			Posibilidad falta planar
			$b > 0$	$ at-ab \leq 20$	$b < t$	
E	72	33	si	si	no	no
D1	212	65	si	no	no	no
D2	333	73	si	no	no	no
D3	270	52	si	no	no	no
D4	320	47	si	no	no	no

Cuña No						falta en cuña	
11	131	19	no	no	si	no	
12	52	31	si	si	no	no	
13	354	8	no	no	si	no	
14	25	24	si	no	si	no	
15	266	52	si	no	no	no	
16	280	39	si	no	no	no	
17	249	19	no	no	si	no	
18	36	46	si	si	no	no	

D: Diaclasa Buzamiento t 30
E: Estratos Azimut: at 55
Friccion 22

TALUD CENTRAL ORIENTACION N10W

Plano No	Az. de Buz. ab	Buzamiento b	Posibilidad Cinemática			Posibilidad falta planar
			$b > 0$	$ at-ab \leq 20$	$b < t$	
E	72	33	si	si	no	no
D1	212	65	si	no	no	no
D2	333	73	si	no	no	no
D3	270	52	si	no	no	no
D4	320	47	si	no	no	no

Cuña No						falta en cuña	
11	131	19	no	no	si	no	
12	52	31	si	si	no	no	
13	354	8	no	no	si	no	
14	25	24	si	no	si	no	
15	266	52	si	no	no	no	
16	280	39	si	no	no	no	
17	249	19	no	no	si	no	
18	36	46	si	si	no	no	

D: Diaclasa Buzamiento t 100
E: Estratos Azimut: at 55
Friccion 22

BRISZACI.XLS

TABLA No 8

ANALISIS CINEMATICO DE TALUDES EN MACIZOS ROCOSOS FALLA PLANAR Y EN CUÑA BARRIO BRISAS DEL VOLADOR

TALUD CENTRAL ORIENTACION N15W

Plano No	Az. de Buz. ab	Buzamiento b	Posibilidad Cinemática			Posibilidad falta planar
			b > 0	at-ab <= 20	b < t	
E	72	33	si	si	no	no
D1	212	65	si	no	no	no
D2	333	73	si	no	no	no
D3	270	52	si	no	no	no
D4	320	47	si	no	no	no

Cuña No	ab	b	b > 0	at-ab <= 20	b < t	falta en cuña
I1	131	19	no	no	si	no
I2	52	31	si	no	no	no
I3	354	8	no	no	si	no
I4	25	24	si	no	si	no
I5	266	52	si	no	no	no
I6	280	39	si	no	no	no
I7	249	19	no	no	si	no
I8	36	46	si	no	no	no

D: Diaclasa	Buzamiento t	27
E: Estratos	Azimet: at	75
	Friccion	22

BRIS3ACI.XLS

TABLA No. 9.

ANALISIS CINEMATICO DE TALUDES EN MACIZOS ROCOSOS
FALLA POR VOLTEO - TALUDES ACTUALES
BARRIO BRISAS DEL VOLADOR

TALUD No CENTRAL ORIENTACION N35W

Plano No	Az. de Buz. ab	Buzamiento b	Posibilidad Cinemática		Posibilidad de falla por Volteo
			$(at+150) < ab < (at+210)$	$t > (90-b+a)$	
D1	212	65	si	no	no
D2	333	73	no	no	no
D3	270	52	no	no	no
D4	32	47	no	no	no
E	72	33	no	no	no

D: Diaclasa Buzamiento t 30
E: Estratos Azimut: at 55
Friccion 22

TALUD No CENTRAL ORIENTACION N10E

Plano No	Az. de Buz. ab	Buzamiento b	Posibilidad Cinemática		Posibilidad de falla por Volteo
			$(at+150) < ab < (at+210)$	$t > (90-b+a)$	
D1	212	65	si	no	no
D2	333	73	no	no	no
D3	270	52	no	no	no
D4	32	47	no	no	no
E	72	33	no	no	no

D: Diaclasa Buzamiento t 25
E: Estratos Azimut: at 110
Friccion 22

TALUD No CENTRAL ORIENTACION N15W

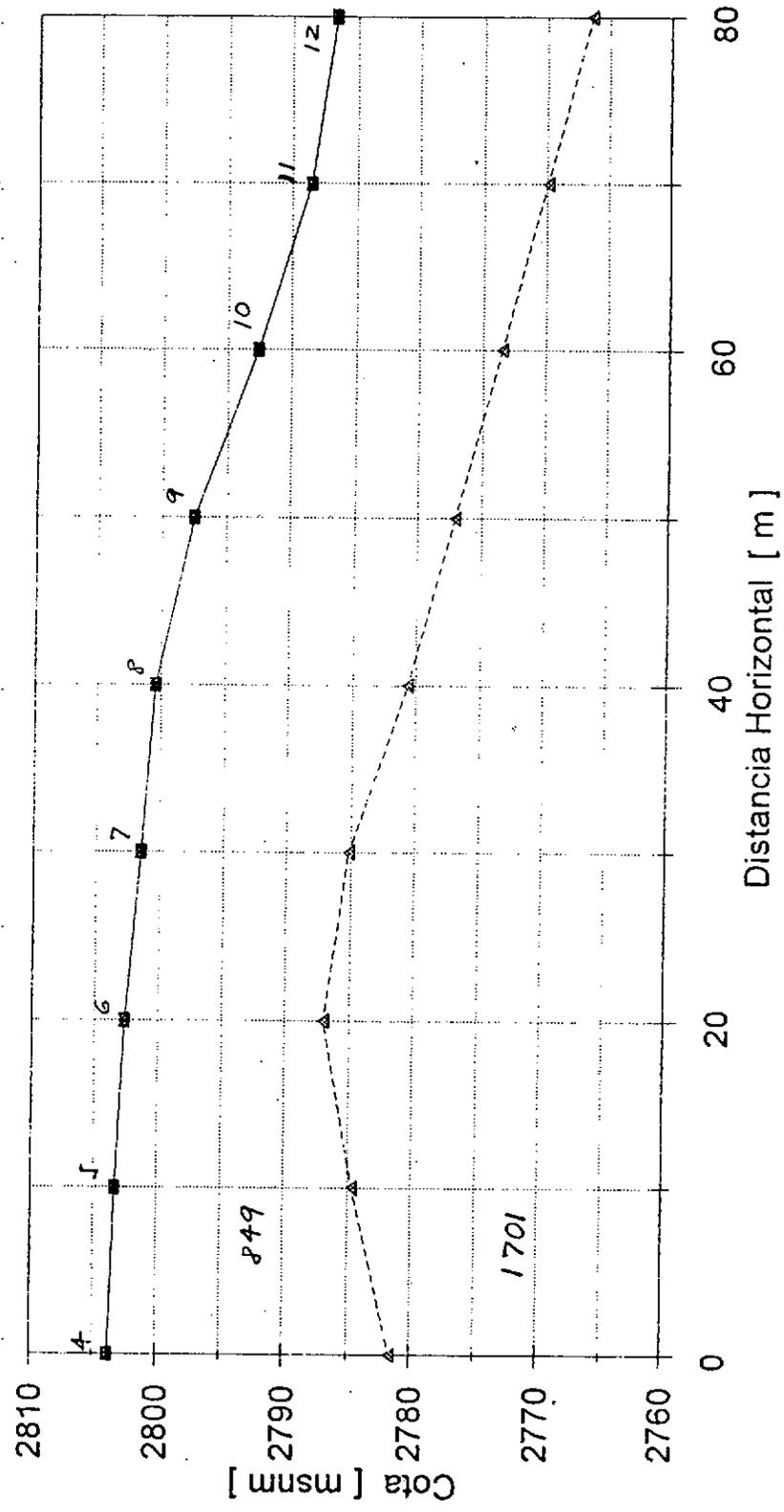
Plano No	Az. de Buz. ab	Buzamiento b	Posibilidad Cinemática		Posibilidad de falla por Volteo
			$(at+150) < ab < (at+210)$	$t > (90-b+a)$	
D1	212	65	no	no	no
D2	333	73	no	no	no
D3	27	52	no	no	no
D4	32	47	no	no	no
E	72	33	no	no	no

D: Diaclasa Buzamiento t 27
E: Estratos Azimut: at 75
Friccion 22

BRISIAI.XLS

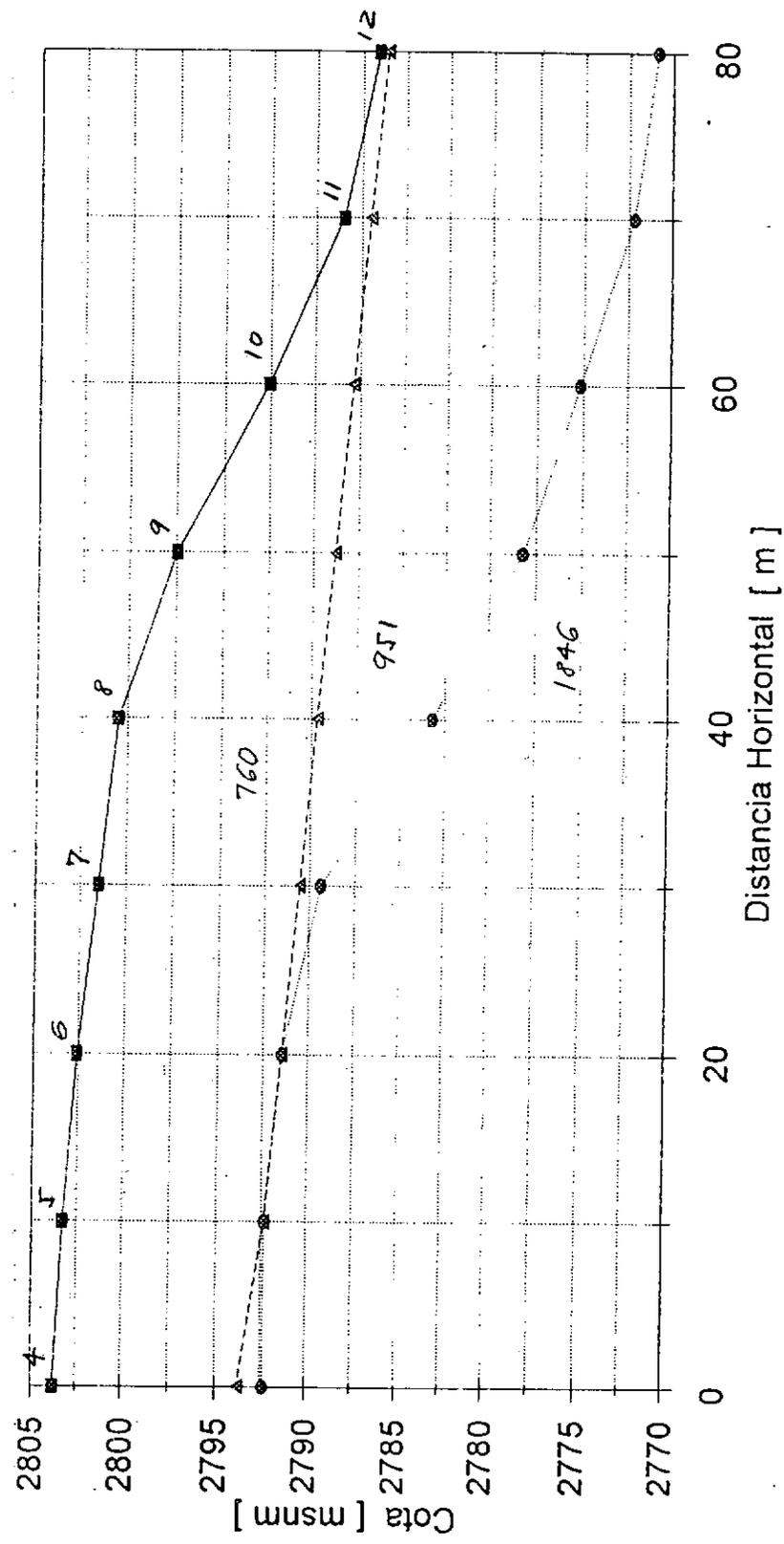
ANEXOS

EL VOLADOR
GEOFISICA - LINEA 11



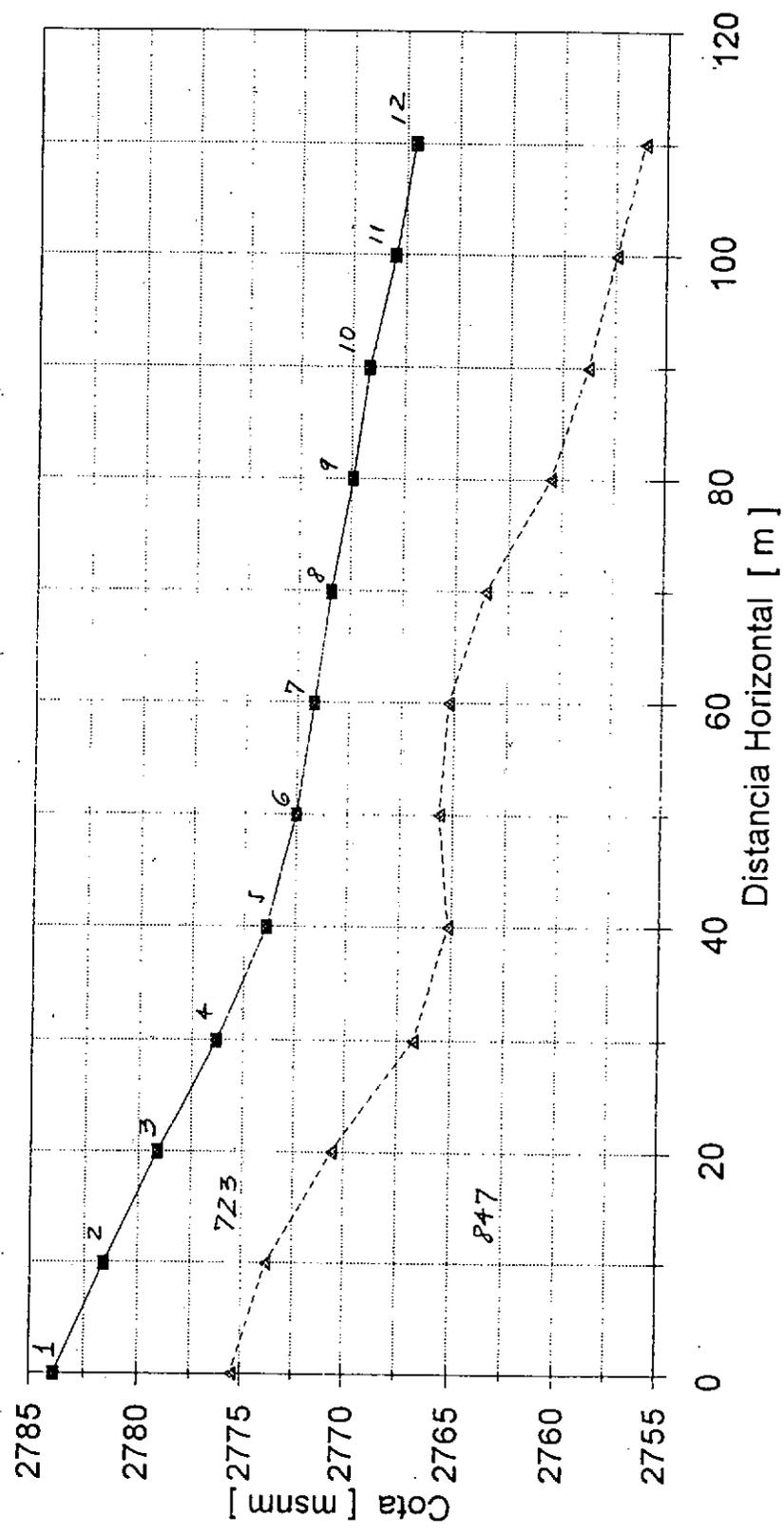
(1ª Alternativa)

EL VOLADOR
GEOFISICA - LINEA 112

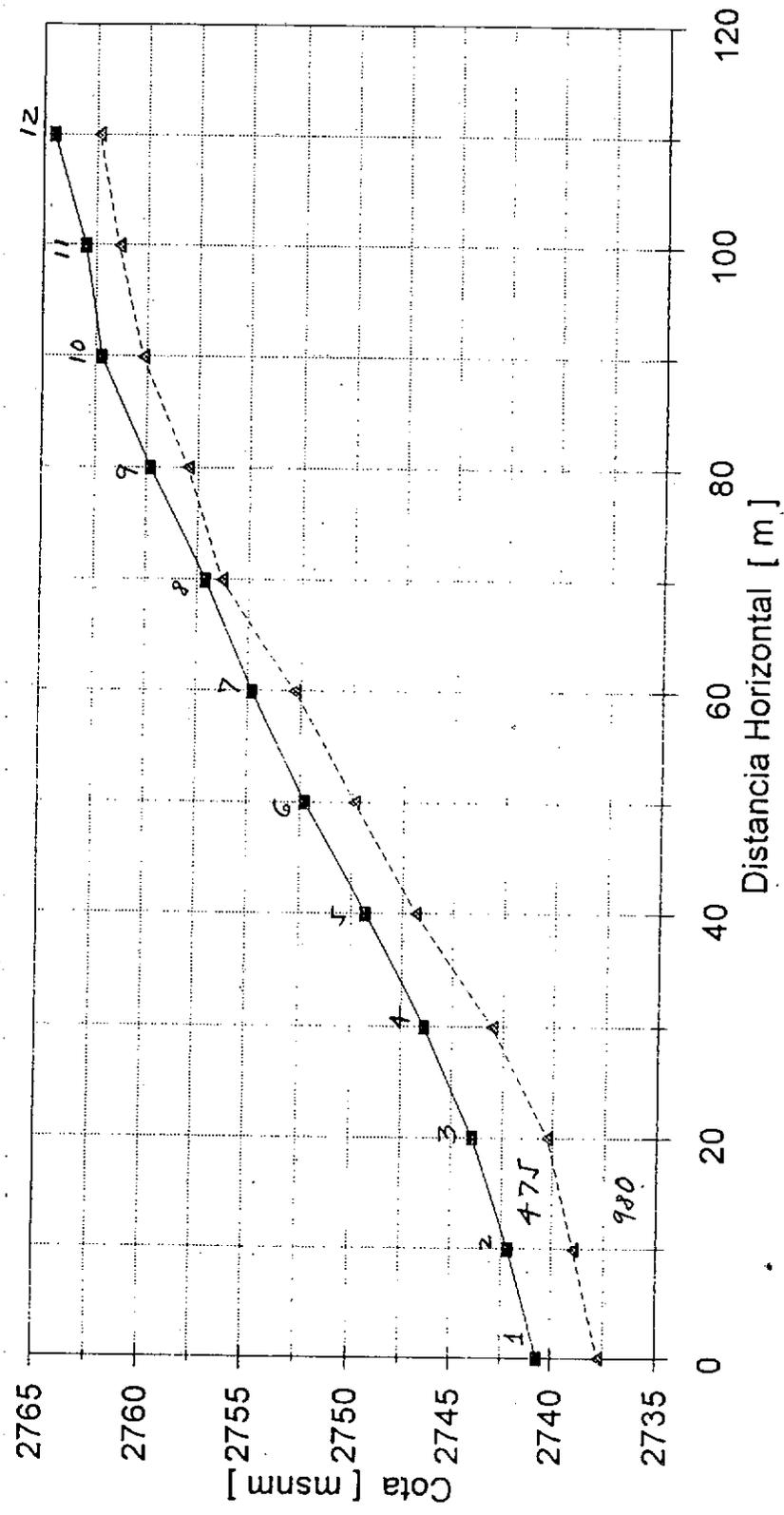


(2ª Alternativa)

EL VOLADOR
GEOFISICA - LINEA 12

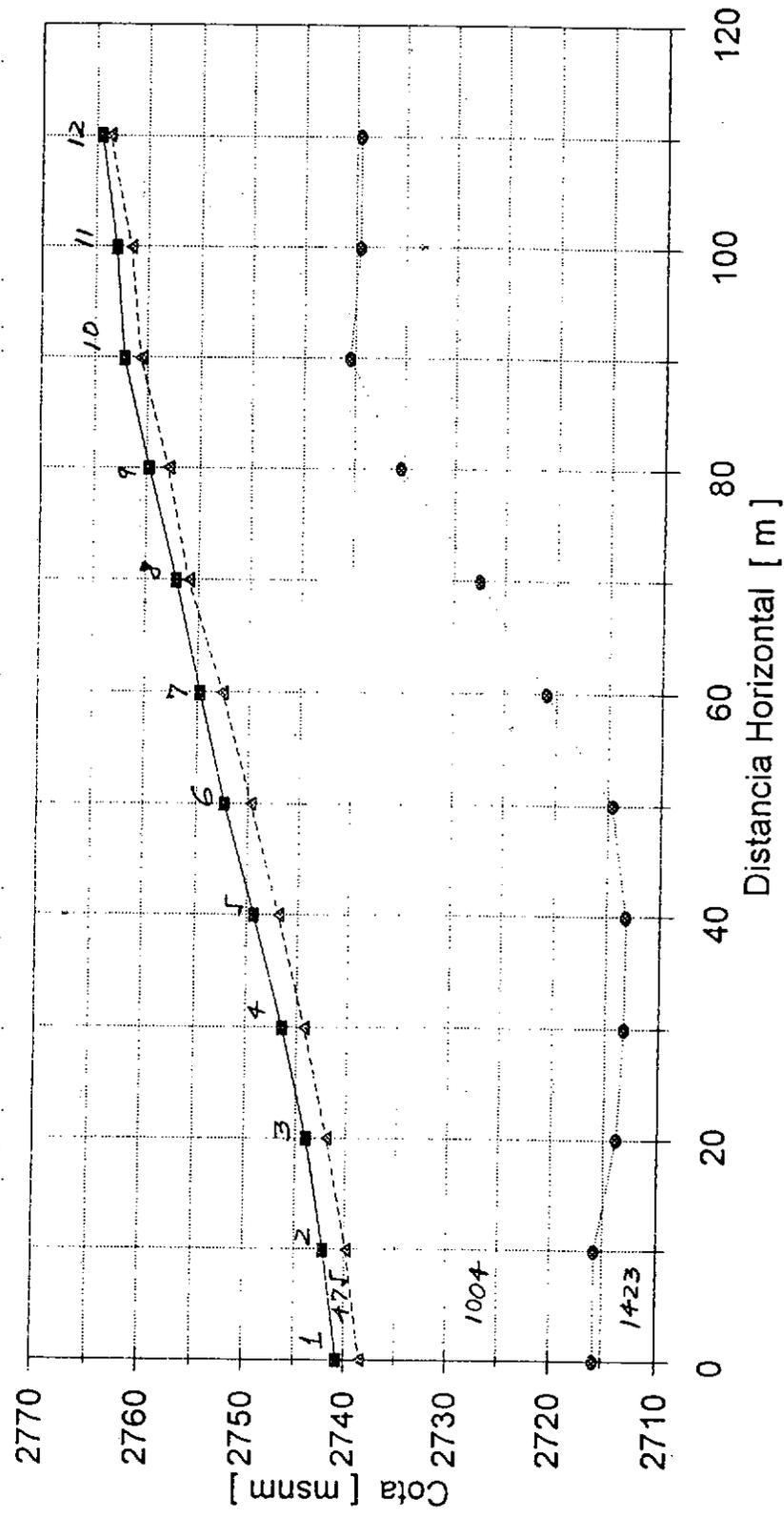


EL VOLADOR
GEOFISICA - LINEA 13



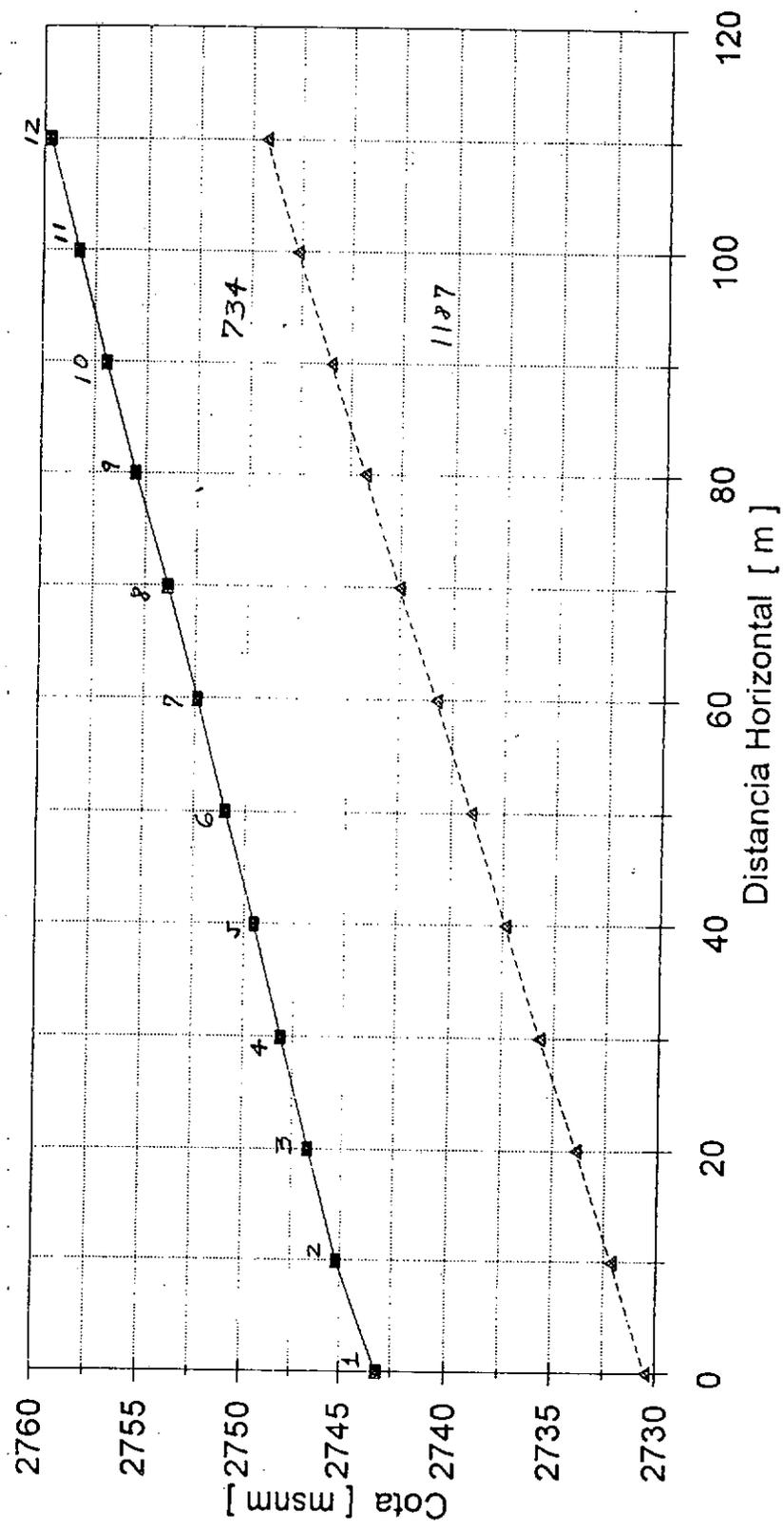
(1ª Alternativa)

EL VOLADOR
GEOFISICA - LINEA 132



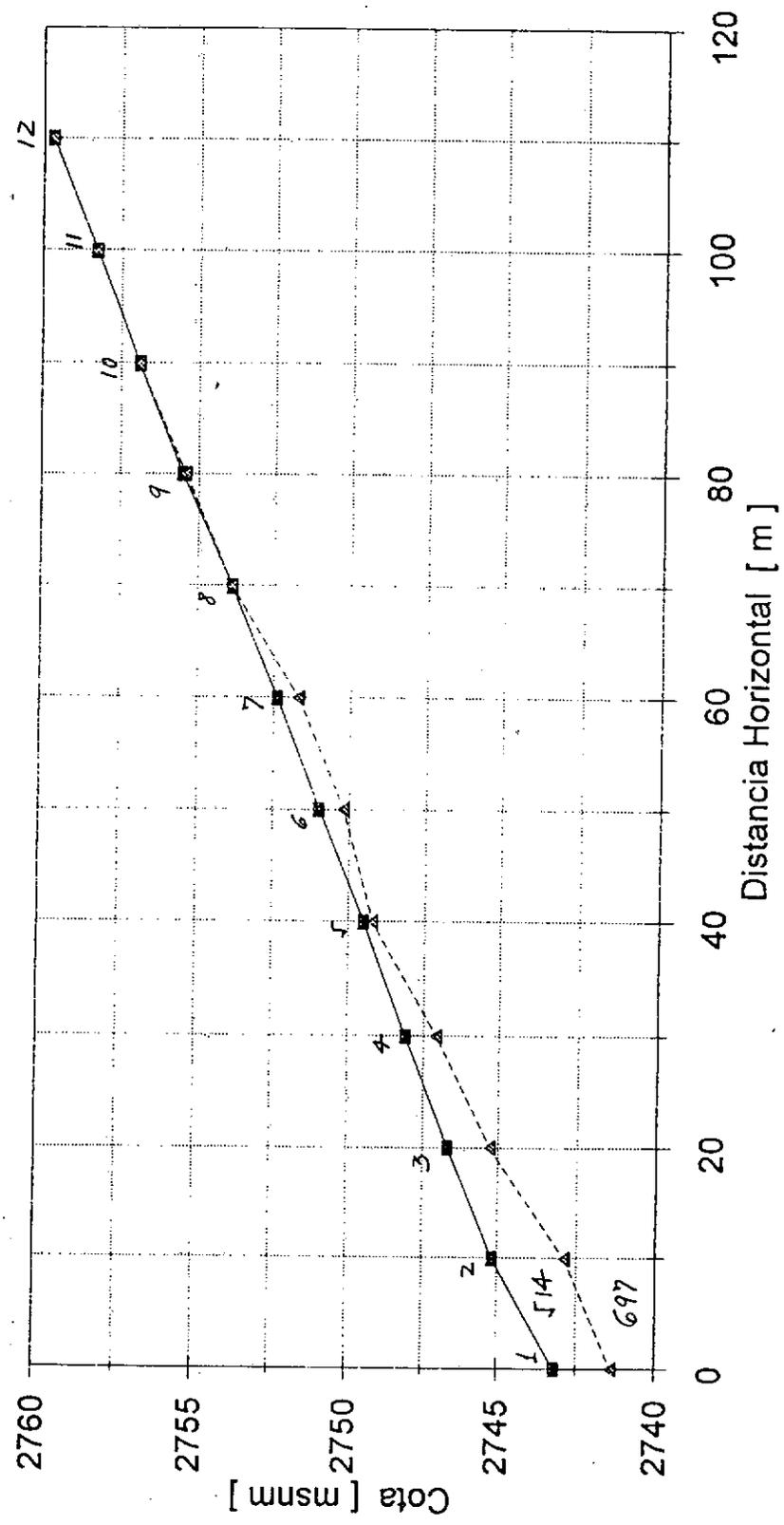
(2ª Alternativa)

EL VOLADOR
GEOFISICA - LINEA 2

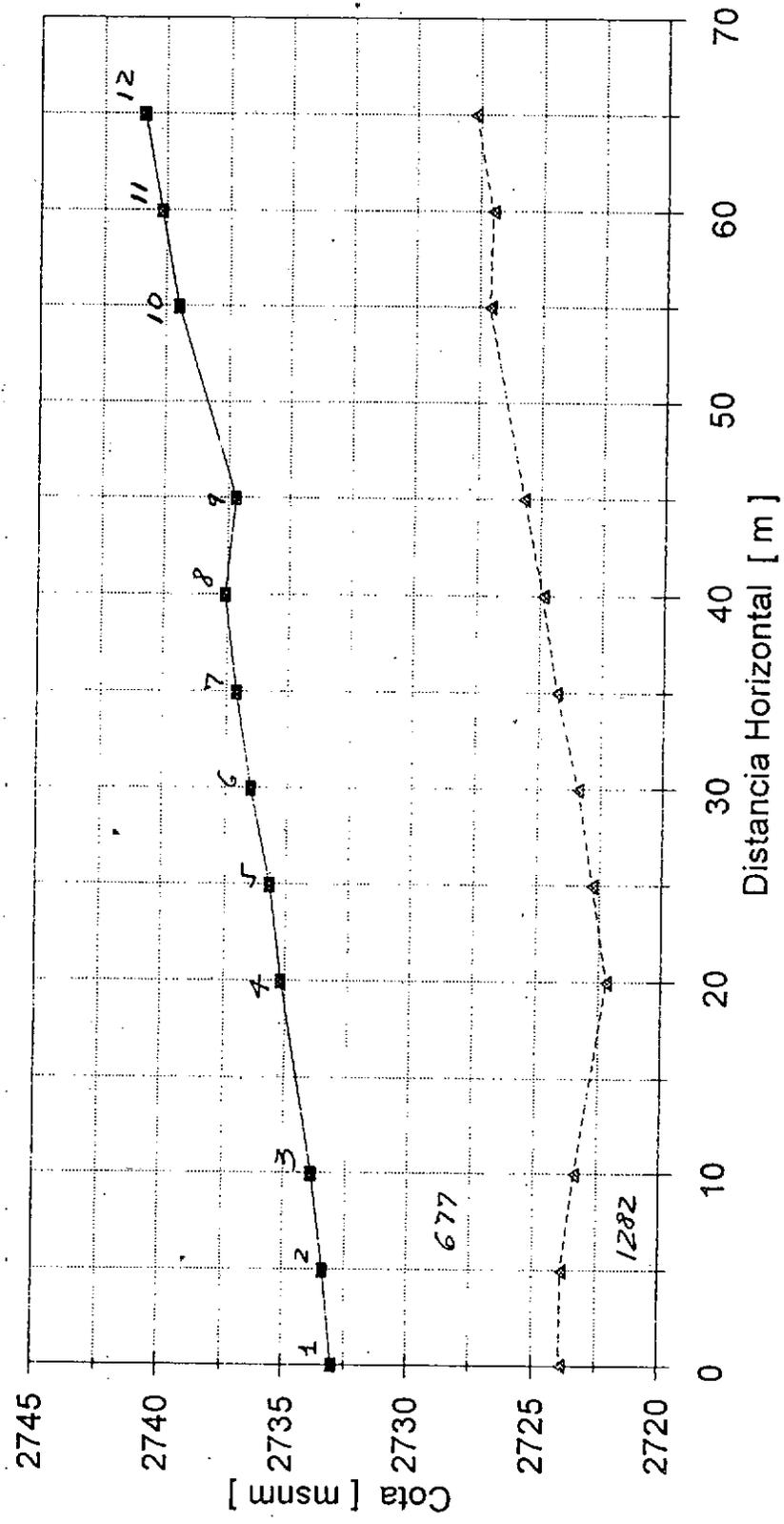


(1ª A. HERNÁNDEZ)

EL VOLADOR
GEOFISICA - LINEA 22



EL VOLADOR
GEOFISICA - LINEA 2A



INGEOMINAS-INGENIERIA GEOAMBIENTAL
REGISTRO PERFORACION-PROYECTO CIUDAD BOLIVAR FASE II

SITIO UBICACIÓN BRISAS DEL VOLADOR

POZO No: 1
CAJA No: BV-1 y BV-2

FECHA	TIPO DE AVANCE	PROF. INICIAL (m)	PROF. FINAL (m)	LONG. RECUPERAD (m)	MUESTRA NUMERO	TIPO MUESTRA	DESCRIPCION	SPT			OBSERVACIONES
								N1 6"	N2 6"	N3 6"	
Die 9/95	R-S	0.00	0.46	0.40		BQ	Relleno Heterogeno de humedad baja algo oxidada, raices				
	R-S	0.46	1.16	0.78		BQ	Idem.				
	R-S	1.16	1.63	0.47		BQ	Relleno limoso de humedad alta y muy organico.				Recuperación Total
	R-S	1.63	2.00	0.09		BQ	Idem, algo de oxidacion.				
	R-S	2.00	2.35	0.30		BQ	Arcillolita gris clara algo meteorizada.				
	SPT	2.35	2.50	0.10		Split	Idem.	7			No hubo rebote, en el 3er intervalo.
	SPT	2.50	2.65	0.15	1	Split	Arcillolita gris clara algo oxidada.	15			lo hubo rechazo (sobrante de 5cm), es decir N ₃ =16/4"
	SPT	2.65	2.80	0.15		Split			16		
	R-w	2.80	3.44	0.60		Barreno	Idem.				Inicio Caja No. BV-2
	R-w	3.44	3.72	0.25		Barreno	Idem.				
	R-w	3.72	3.87	0.13		Barreno	Lente de arenisca de grano fino bien cementada.				

INGEOMINAS-INGENIERIA GEOAMBIENTAL
REGISTRO PERFORACION-PROYECTO CIUDAD BOLIVAR FASE II

SITIO BRISAS DEL VOLADOR

POZO No: 1

CAJA No: BV-2

FECHA	TIPO DE AVANCE	PROF. INICIAL (m)	PROF. FINAL (m)	LONG. RECUPERAD (m)	MUESTRA NUMERO	TIPO MUESTRA	DESCRIPCION	SPT			OBSERVACIONES
								N1 6"	N2 6"	N3 6"	
Die 9/95	R-w	3.87	4.18	0.20		Barreno	Arcillolita gris clara algo oxidada.				
	R-w	4.18	4.33	0.12		Barreno	Lente de arenisca de grano fino bien cementada.				
	R-w	4.33	5.25	0.66	2	Barreno	Arcillolita gris clara oxidada				Se observan fisuras.
	R-w	5.25	5.41	0.10		Barreno	Lente de arenisca de grano fino bien cementada.				Recuperacion muy fragmentada.
	R-w	5.41	6.15	0.30		Barreno	Idem, muy fracturada.				Idem.
	R-w	6.15	7.00	0.40		Barreno	Arcillolita gris clara oxidada, algo fisurada.				
	R-w	7.00	8.13	0.25		Barreno	Arenisca de grano fino bien cementada y fracturada				Idem.
		8.13					FIN PERFORACION				

INGEOMINAS-INGENIERIA GEOAMBIENTAL
REGISTRO PERFORACION-PROYECTO CIUDAD BOLIVAR FASE II

SITIO UBICACIÓN BRISAS DEL VOLADOR

POZO No: 2

CAJA No: YB-1 y VB-2

FECHA	TIPO DE AVANCE	PROF. INICIAL (m)	PROF. FINAL (m)	LONG. RECUPERAD (m)	MUESTRA NUMERO	TIPO MUESTRA	DESCRIPCION	SPT			OSERVACIONES
								N1 6"	N2 6"	N3 6"	
10/12/95	R-S	0.00	0.31	0.31		BQ	Relleno limoso café oscuro muy contaminado, raíces, altamente oxidado.	6"	6"	6"	
	R-S	0.31	1.03	0.68		BQ	Arcilla gris rojiza de consistencia firme y humedad media, altamente oxidada.				Suelo residual.
	R-S	1.03	1.70	0.67		BQ	Arcillolita altamente meteorizada color gris rojiza muy oxidada.				
	R-S	1.70	2.21	0.51		BQ	Idem.				Algo de arena.
	SPT	2.25	2.40	0.15		Split	Idem.	3	5	7	Inicio Caja No. VB-2; Disminuye la consistencia, algo de arena, terreno blando.
	SPT	2.40	2.55	0.10		Split					
	SPT	2.55	2.70	0.10		Split					
	R-S	2.70	2.86	0.16		BQ	Idem.				Aumenta la humedad, al final algo arenosa. Broca de diamante en adelante.
	R-S	2.86	3.66	1.50		BQ	Idem.				
	R-S	3.66	4.24	0.50		BQ	Idem.				

INGEOMINAS-INGENIERIA GEOAMBIENTAL
REGISTRO PERFORACION-PROYECTO CIUDAD BOLIVAR FASE II

SITIO BRISAS DEL VOLADOR
UBICACIÓN

POZO No: 2

CAJA No: VB-3

FECHA	TIPO DE AVANCE	PROF. INICIAL (m)	PROF. FINAL (m)	LONG. RECUPERAD (m)	MUESTRA NUMERO	TIPO MUESTRA	DESCRIPCION	SPT			OSERVACIONES
								N1 6"	N2 6"	N3 6"	
Dic 12/81	R-w	4.24	5.20	0.25		Barreno	Arcillolita altamente meteorizada color gris rojiza muy oxidada.				
	R-w	5.20	6.36	0.20	1	Barreno	Arcillolita meteorizada color gris rojizo de alta humedad y oxidacion, consistencia media.				
	R-w	6.36	8.47	0.26		Barreno	Arcillolita (idem) con intercalaciones de arenisca gris clara de grano fino a medio bien cementada.				Intercalaciones de 20 a 40 cm.
	R-w	8.47	9.77	0.25		Barreno	Idem.				
	R-w	9.77	10.08	0.28	2	Barreno	Arenisca gris clara de grano fino a medio bien cementada. Al final Arcillolita.				
		10.08					FIN PERFORACION				

SUELOS Y PAVIMENTOS

G. ROJAS ROJAS

CALLE 80 No. 51 - 64

TELEFAX : 2 - 25 - 47 - 60

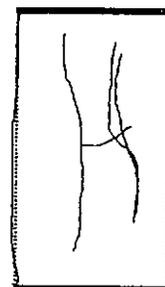
COMPRESION INCONFINADA

PROYECTO:	CIUDAD BOLIVAR II	LUGAR	EL VOLADOR	FECHA:	ENERO - 5 - 95
CLIENTE:	INGEOMINAS				
PERFORACION	1	MUESTRA:	1	PROFUNDIDAD:	2.5 - 2.8 m.
DESCRIPCION:	ARCILLOLITA DE COLR GRIS HABANO CON OXIDACIONES Y TONOS ROJIZOS				
OBSERVACIONES					

DIAMETRO Do	3.45	cm
ALTURA Ho	8.32	cm
AREA INICIAL Ao	9.35	cm ²
VOLUMEN Vo	77.78	cm ³
PESO SUELO Wt	174.00	g
PESO UNIT. TOTAL	2.237	g/cm ³
PESO UNIT. SECO	1.960	g/cm ³

Wn
15T
252.50
226.00
38.60
14.1%

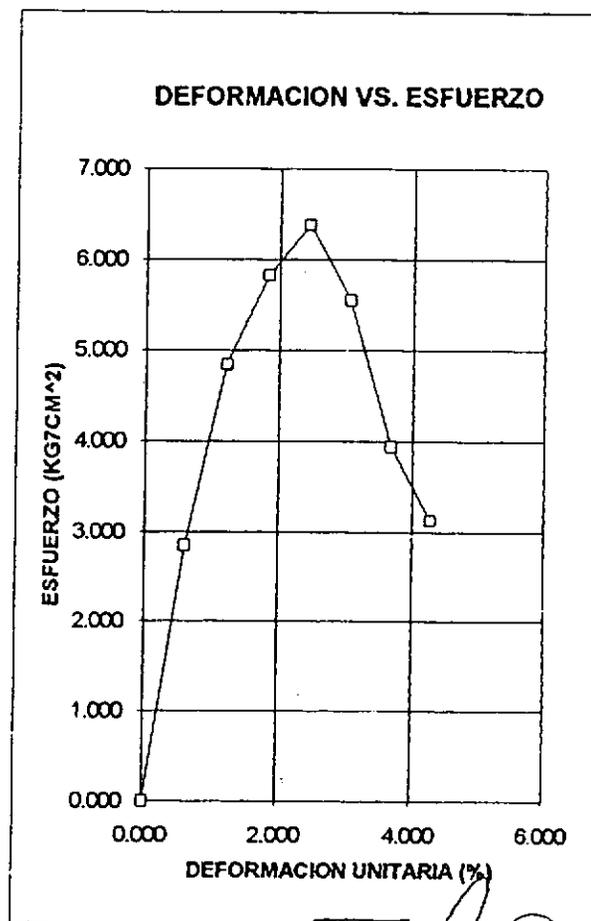
ESQUEMA
DE
FALLA



RESISTENCIA CON PENETROMETRO _____ kg/cm²

LECT ANILLO *10E-4 in	CARGA kg	LECT. DEF. *10E-3 in	DEF. UNIT. (%)	AREA CORREG cm ²	ESFUERZ NORMAL kg/cm ²
0	0.00	0	0	9.35	0.000
7	26.76	20	0.61	9.41	2.845
12	45.88	40	1.22	9.46	4.848
15	55.43	60	1.83	9.52	5.821
16	61.17	80	2.44	9.58	6.383
14	53.52	100	3.05	9.64	5.551
10	38.23	120	3.66	9.70	3.940
8	30.58	140	4.27	9.77	3.132

CONSTANTE 1	P = 0,0756 * D
CONSTANTE 2	P = 0,1936 * D - 127,44 ; D > 1080



LABORATORISTA

[Handwritten signature]

SUELOS Y PAVIMENTOS

G. ROJAS ROJAS

CALLE 80 No. 51 - 64

TELEFAX : 2 - 25 - 47 - 60

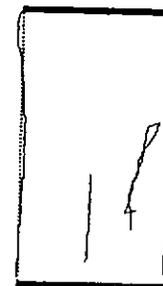
COMPRESION INCONFINADA

PROYECTO:	CIUDAD BOLIVAR II	LUGAR	EL VOLADOR.	FECHA:	ENERO - 5 - 95
CLIENTE:	INGEOMINAS	MUESTRA:	1	PROFUNDIDAD:	5.2 - 6.36 m.
PERFORACION	2	DESCRIPCION:	ARCILLA ROJIZA GRIS DE PLASTICIDAD ALTA CONSISTENCIA FIRME		
OBSERVACIONES					

DIAMETRO Do	3.6	cm
ALTURA Ho	7.9	cm
AREA INICIAL Ao	10.18	cm ²
VOLUMEN Vo	80.41	cm ³
PESO SUELO Wt	149.00	g
PESO UNIT. TOTAL	1.853	g/cm ³
PESO UNIT. SECO	1.313	g/cm ³

Wn
13T
232.00
175.70
38.90
41.2%

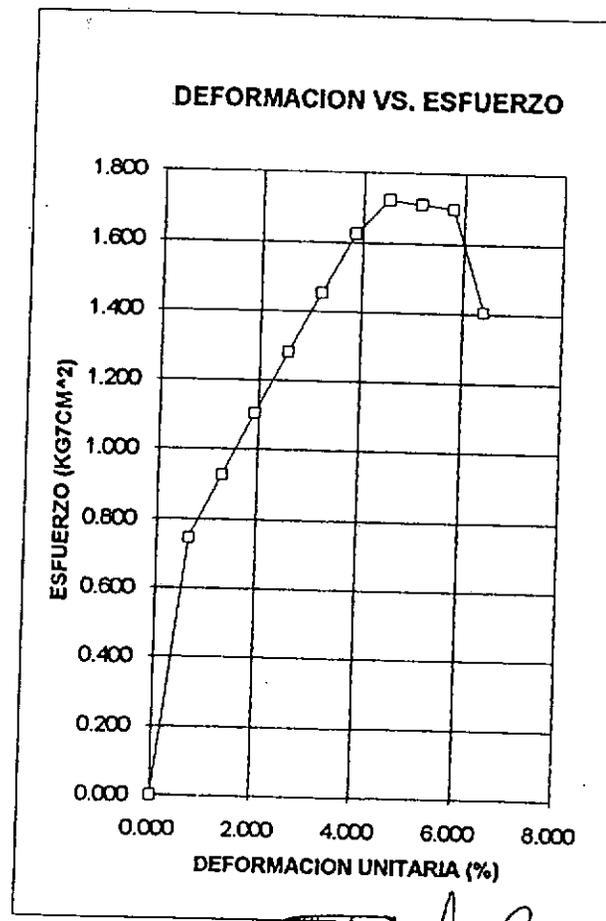
ESQUEMA
DE
FALLA



RESISTENCIA CON PENETROMETRO _____ kg/cm²

LECT ANILLO	CARGA	LECT. DEF.	DEF. UNIT.	AREA CORREG	ESFUERZ NORMAL
*10E-4 in	kg	*10E-3 in	(%)	cm ²	kg/cm ²
0	0.00	0	0	10.18	0.000
2	7.65	20	0.64	10.24	0.746
2.5	9.56	40	1.29	10.31	0.927
3	11.47	60	1.93	10.38	1.105
3.5	13.38	80	2.57	10.45	1.281
4	15.29	100	3.22	10.52	1.454
4.5	17.20	120	3.86	10.59	1.625
4.8	18.35	140	4.50	10.66	1.722
4.8	18.35	160	5.14	10.73	1.710
4.8	18.35	180	5.79	10.80	1.698
4	15.29	200	6.43	10.88	1.406

CONSTANTE 1	P = 0,0756 * D
CONSTANTE 2	P = 0,1936 * D - 127,44 ; D > 1080



LABORATORISTA

SUELOS Y PAVIMENTOS

G. ROJAS ROJAS

CALLE 80 No 51-64

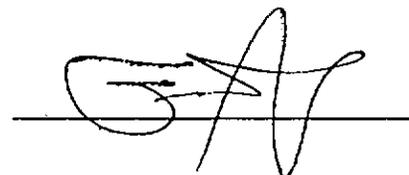
TELEFAX : 2 - 25 - 47 - 60

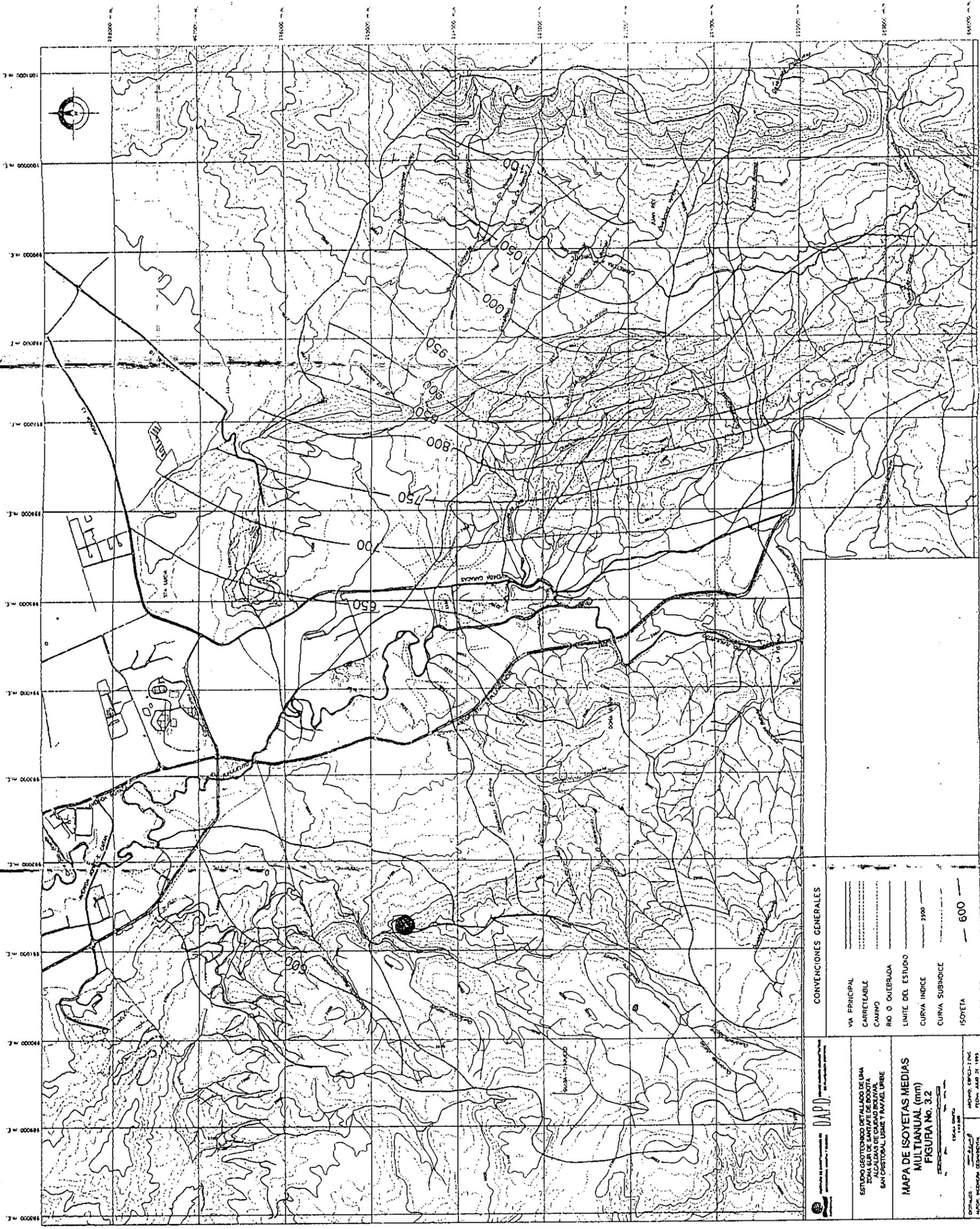
HUMEDAD

PROYECTO:	CIUDAD BOLIVAR II	LUGAR:	EL VOLADOR	FECHA:	ENERO - 5 - 95
CLIENTE:	INGEOMINAS				
SONDEO:	Tr. 1	MUESTRA:	1	PROFUNDIDAD:	m.
DESCRIPCION:	ARCILLA LIMOSA ALGO ARENOSA CARMELITA DE PLASTICIDAD MEDIA				

	Wn	PESO UNIT.	
Recipiente	27	W1	669
P1	306.4	W2	701.2
P2	258.6	W3	312.7
P3	18	YT (T/M3)	1.897
Humedad	19.87%	YD (T/M3)	1.893

LABORATORISTA





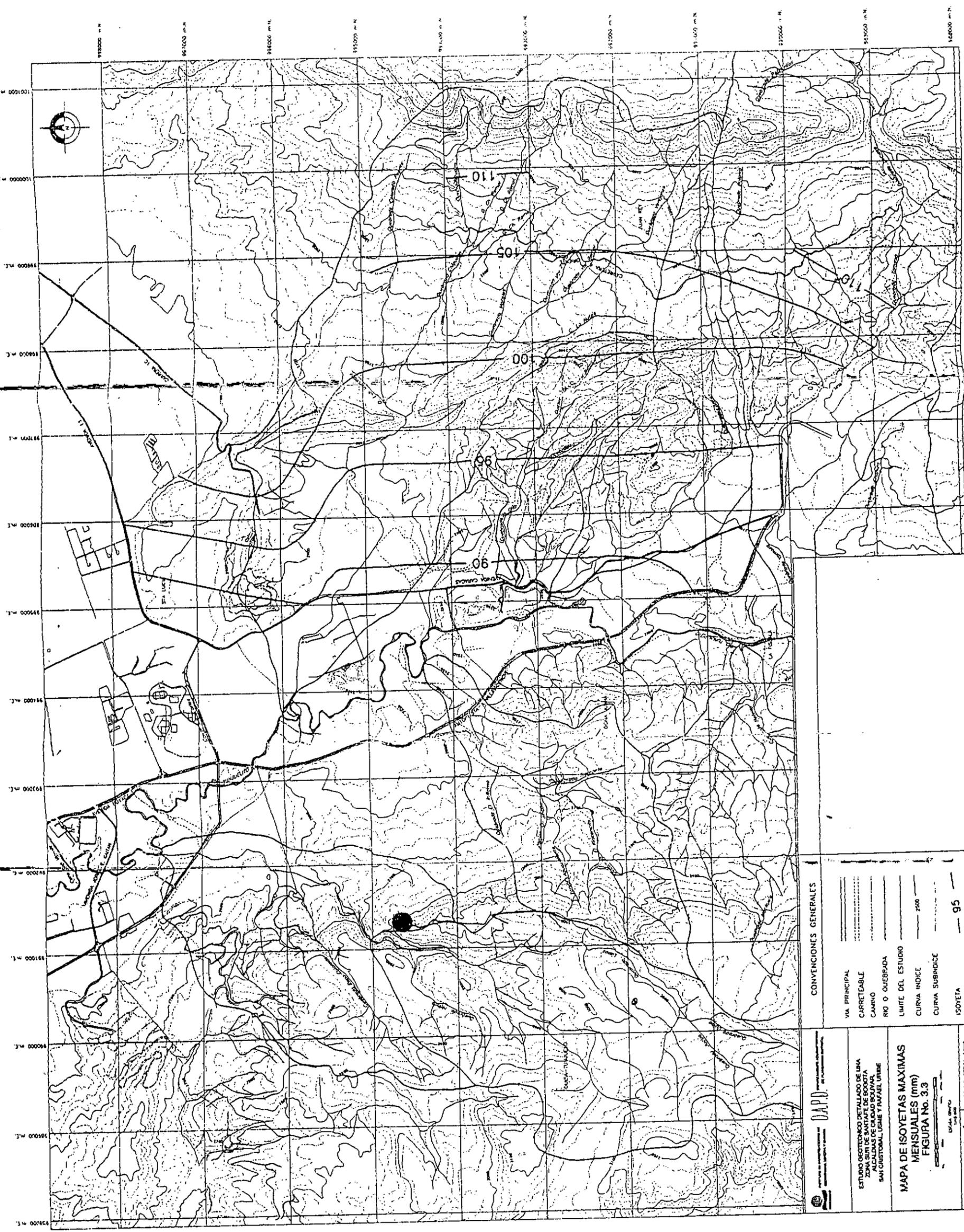
CONVENCIONES GENERALES

- VIA PRINCIPAL
- CARREREALE
- CAMINO
- RIO O QUEBRADA
- LIMITE DEL ESTUDIO
- CURVA INDICE
- CURVA SUBINDICE
- ISOYETA 600

ESTUDIO GERENCIAL DETALLADO DE UNA
 ZONA DEL SUR DE SANTA FE DE BOGOTÁ
 ALCALDÍA DE CIUDAD BOLIVAR
 SAN CRISTÓBAL, USME Y RAFAEL URBE

MAPA DE ISOYETAS MEDIAS
 MULTIANUAL (mm)
 FIGURA No. 3.2

ESCALA GRÁFICA
 1:50,000
 DISEÑADO POR: [illegible]
 APROBADO POR: [illegible]
 FECHA: ABR 21, 1993



CONVENCIONES GENERALES

- VIA PRINCIPAL
- CARRERETABLE
- CAMINO
- RIO O QUEBRADA
- LMITE DEL ESTUDIO
- CURVA INDICE
- CURVA SUBINDICE
- ISOYETA

INSTITUTO VENEZOLANO DE INVESTIGACIONES CIENTÍFICAS Y TECNOLÓGICAS (IVIC)

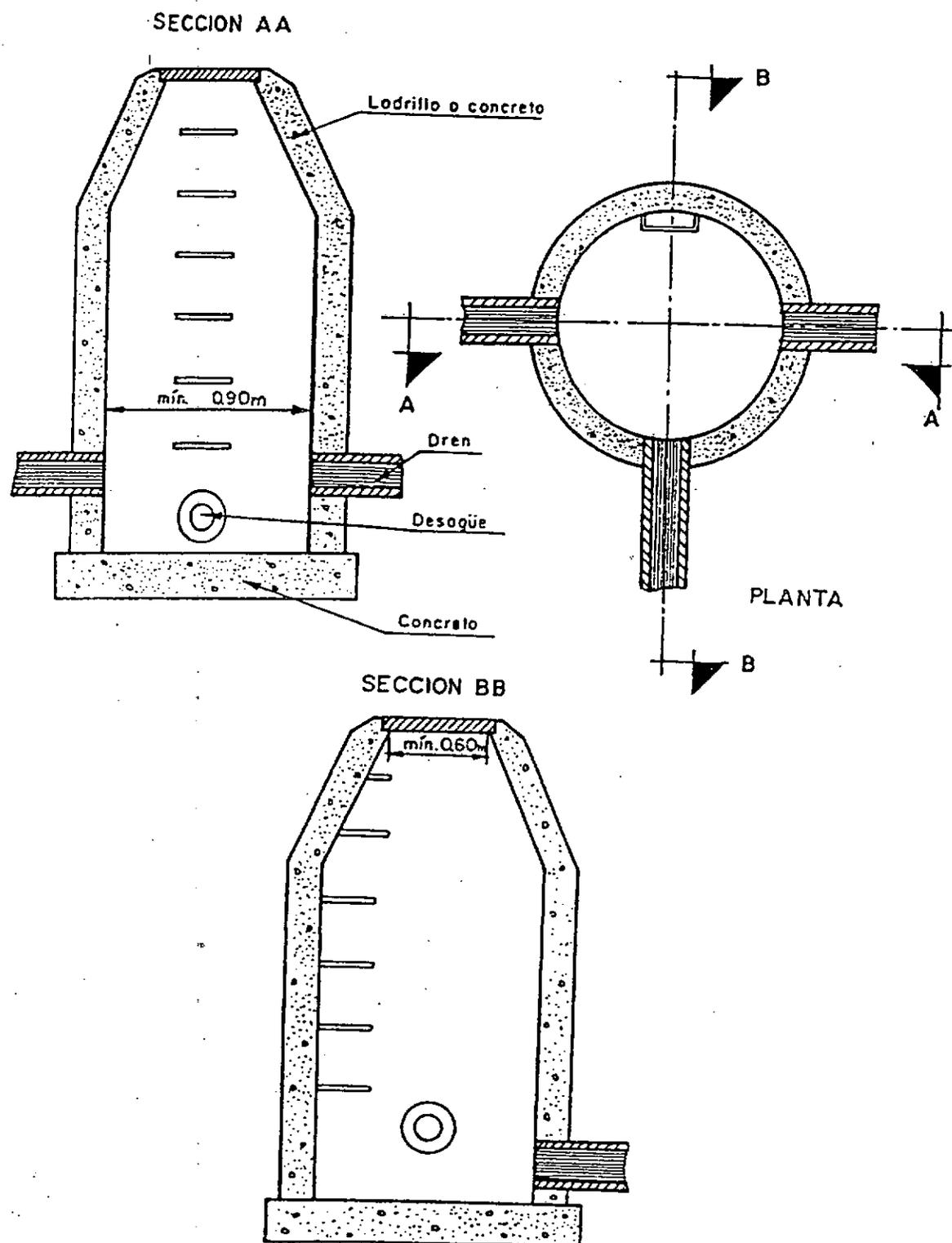
ESTUDIO GEOTECNICO DETALLADO DE UNA ZONA SUR DE SANTIAGO DE BOGOTÁ ALCALDÍAS DE CALDAS BOYACÁ SAN CRISTÓBAL UGUÉ Y NAZAR UZUBE

MAPA DE ISOYETAS MÁXIMAS MENSUALES (mm) FIGURA No. 3.3

ESCALA GRÁFICA 1:50,000
 AÑO DE ELABORACIÓN: MARZO DE 1972
 AUTORES: INGENIEROS DE COMARCAS

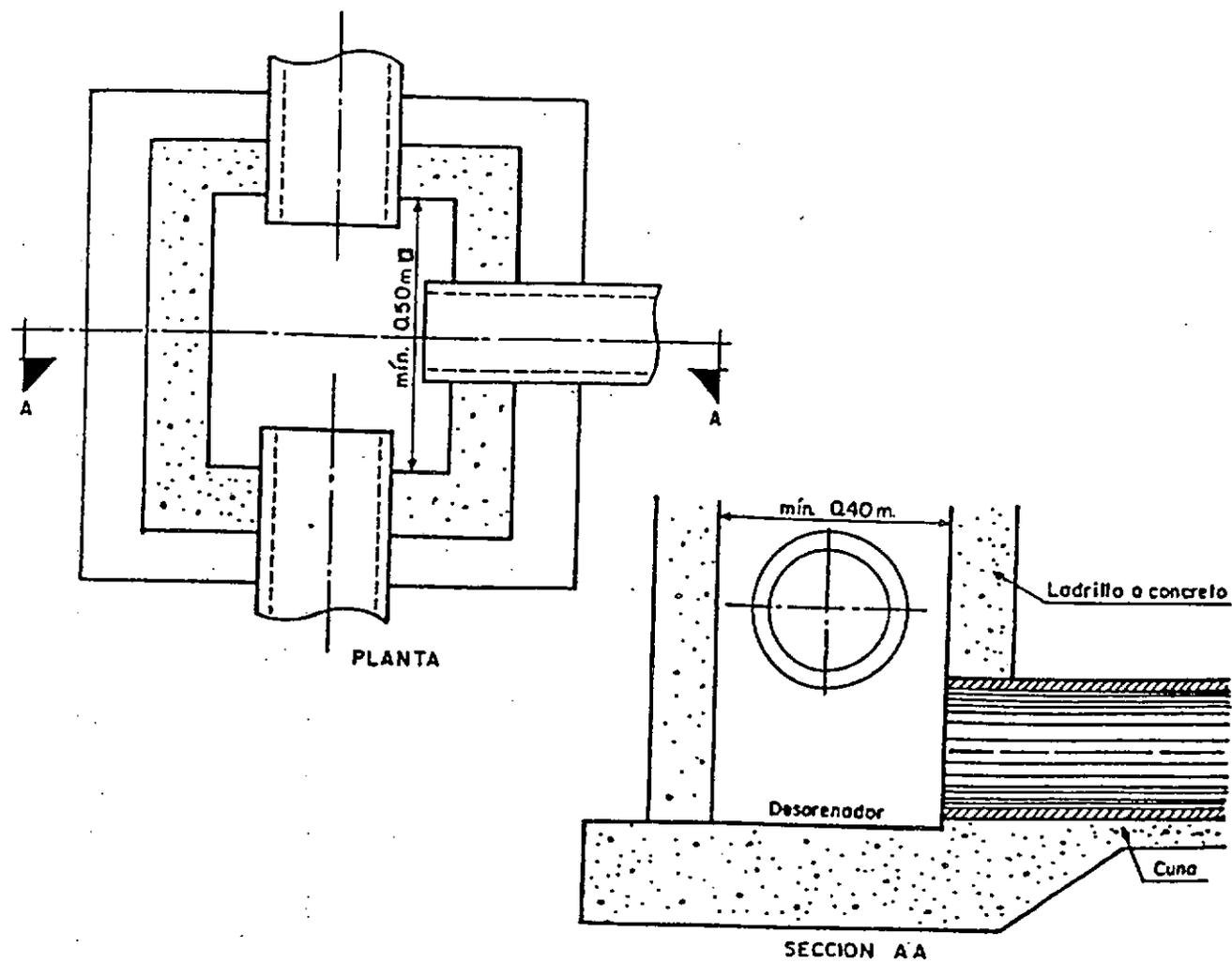
95

Detalle de pozos



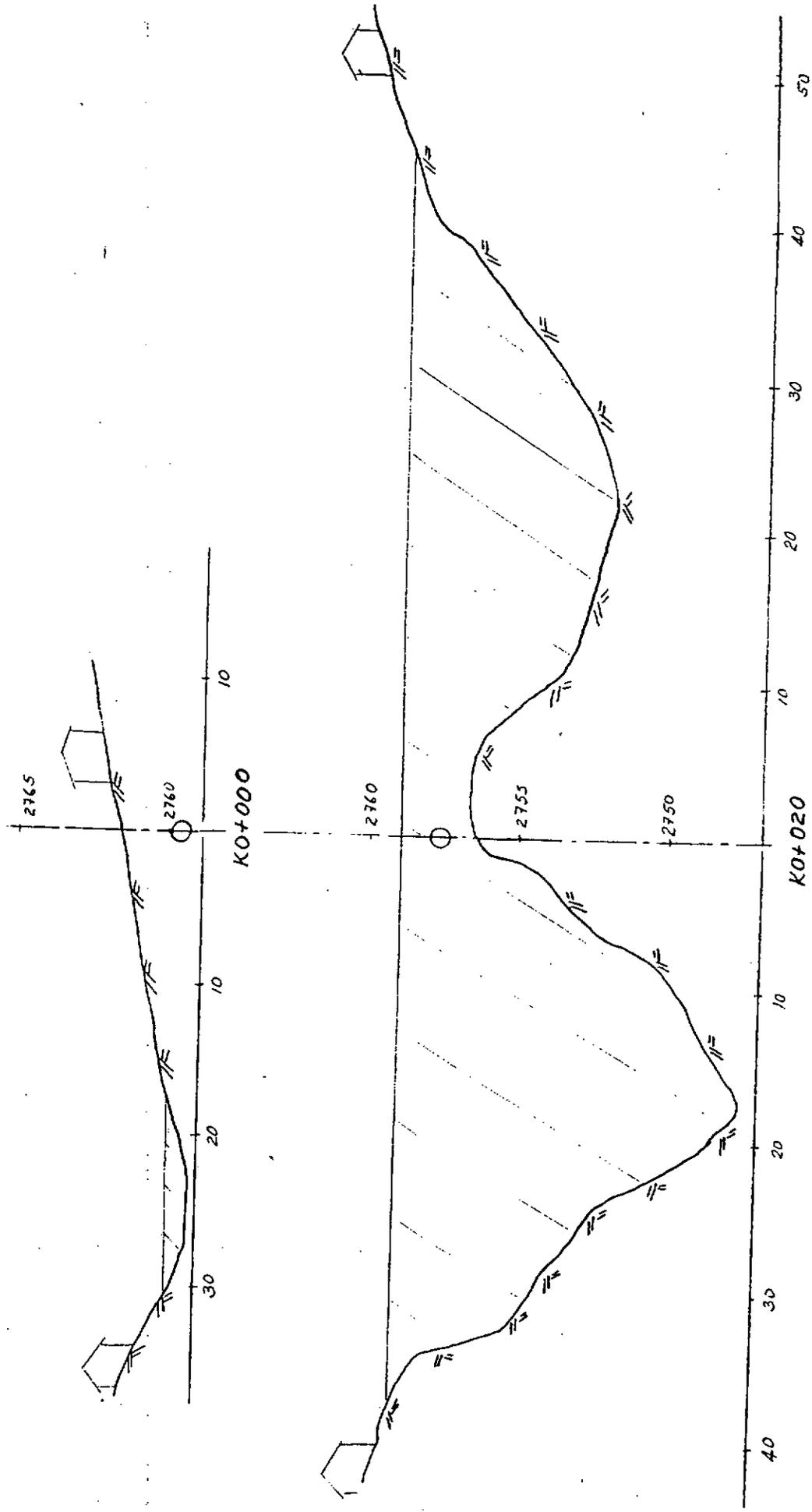
Tomado de: "Criterios y normas para el
diseño geométrico de carreteras"
La Vialidad Ltda, 1988.

Detalle de cajas

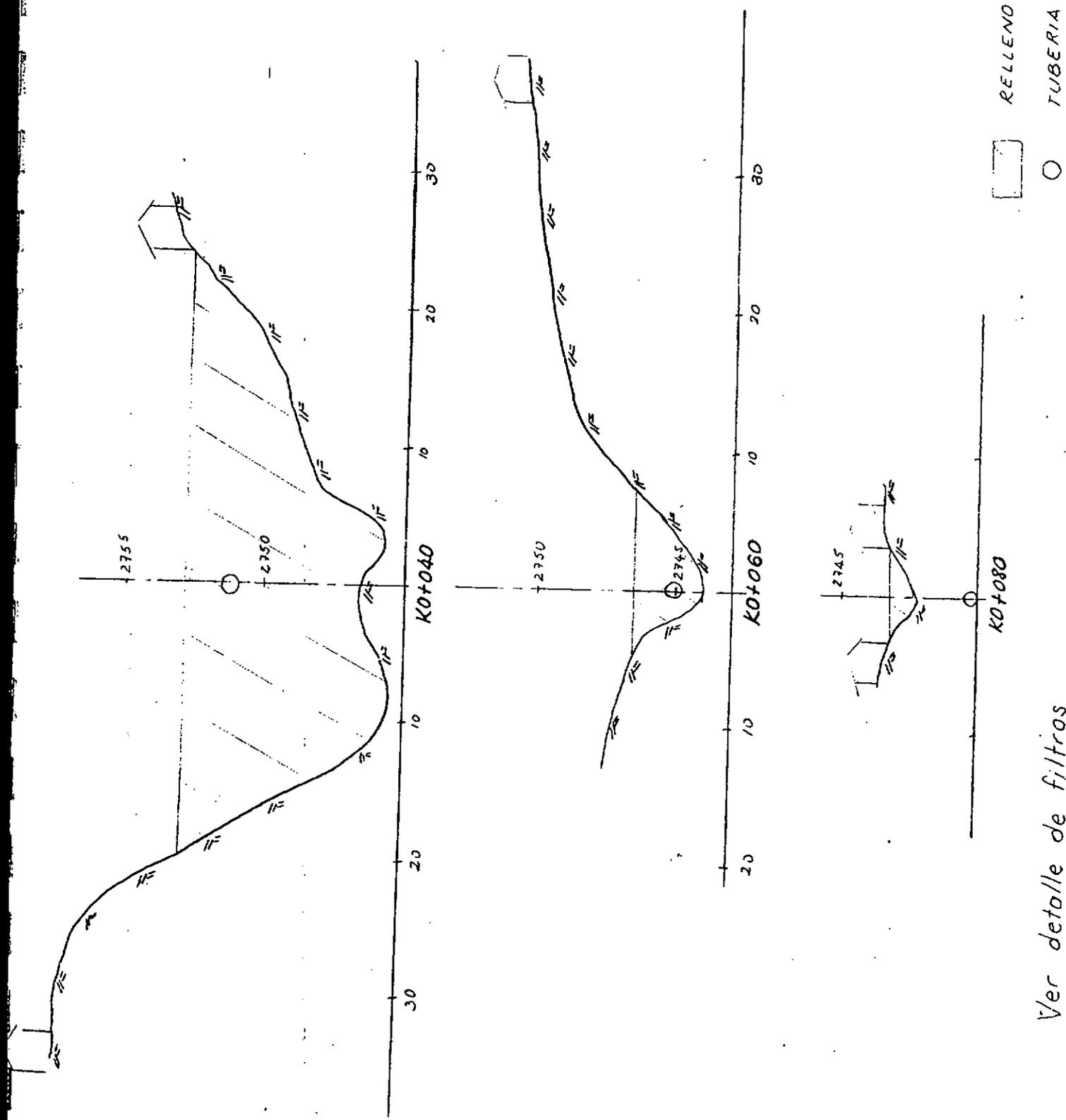


Tomado de: "Criterios y normas para el
diseño geométrico de carreteras"
La Vialidad Ltda, 1988.

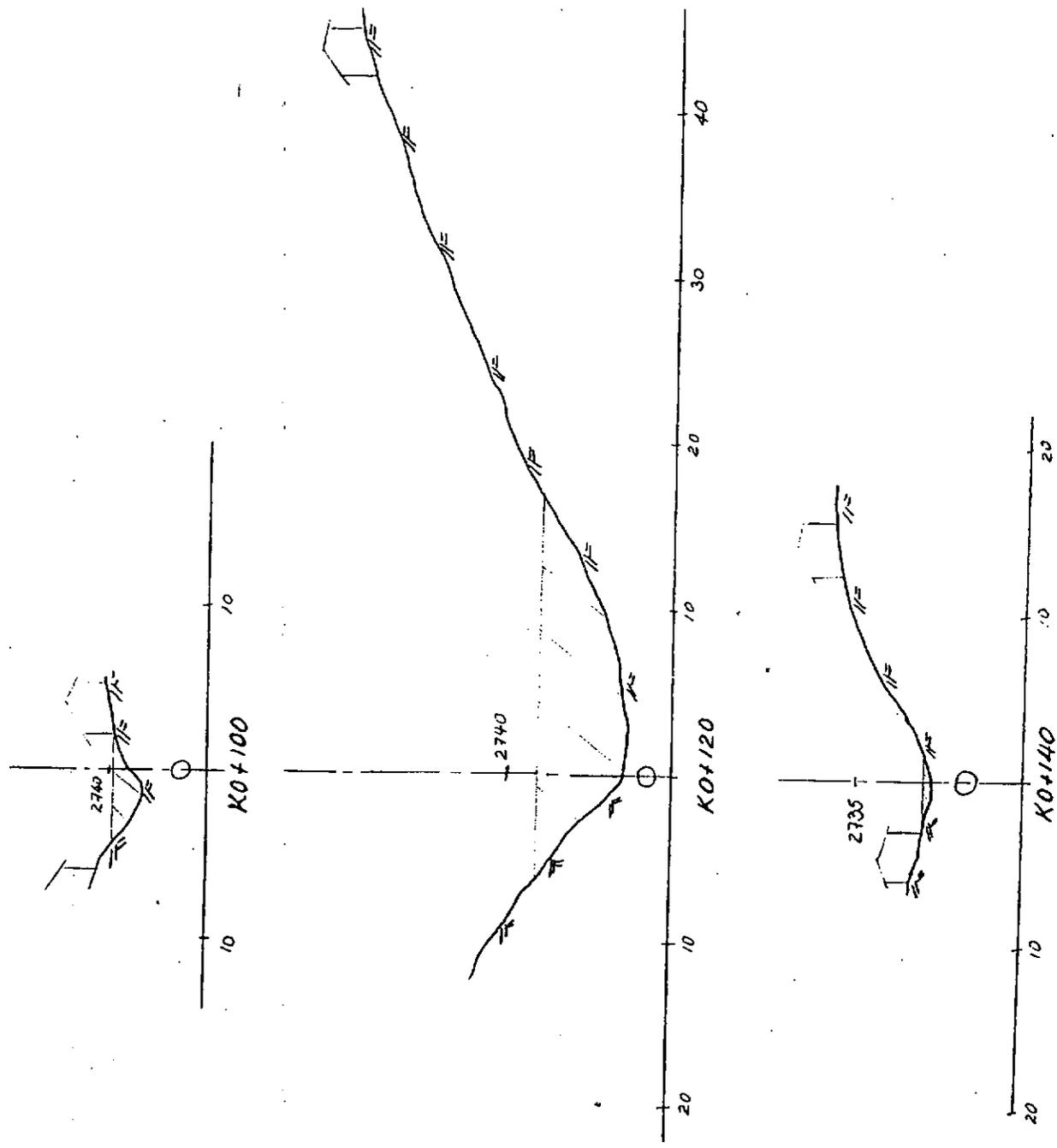
SECCIONES DE RELLENO Y ENTUBADO
DE LA QUEBRADA



Ver detalle de filtros

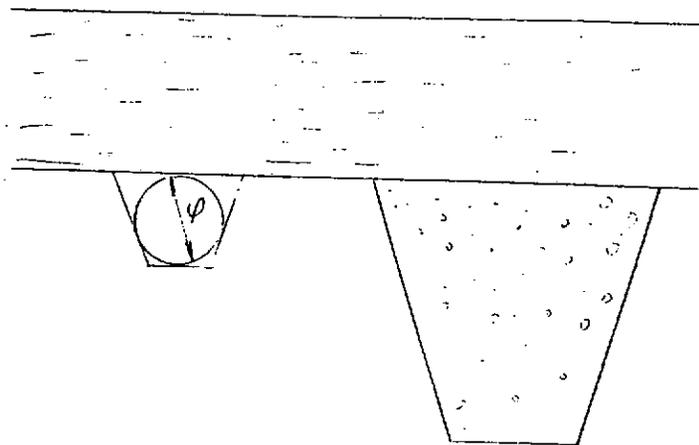


Ver detalle de filtros

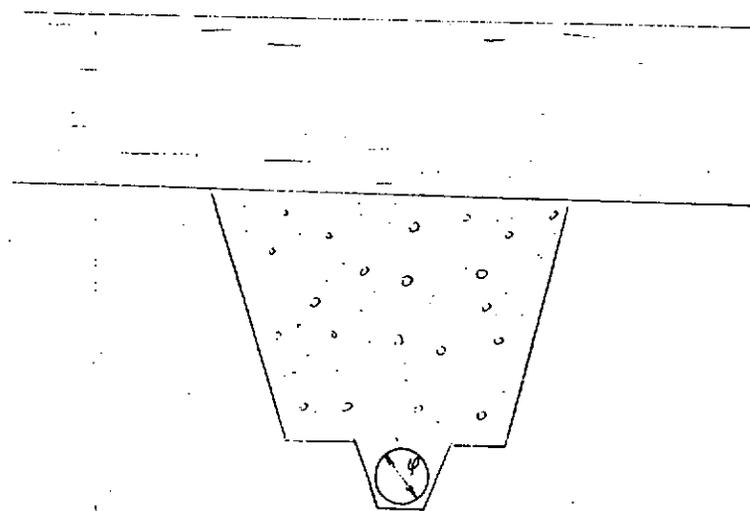


Ver detalle de filtros

DETALLE DE FILTROS



Filtro y Tubería no coincidentes



Filtro y Tubería coincidentes

OBRA: MEDIDAS DE CANTIDAD DE OBRA
BRISAS DEL VOLADOR
PLANO: N.º 3
EJECUTANTE: INGENIERIA GEOAMBIENTAL
FECHA: ABRIL 1996



HOJA No. DE

1	2	3	4	1	2	3	4
			1) EXCAVACION EN MATERIAL COMUN.				3) TUBERIA
			• Cunetas				• Ø 30"
			- Tipo I	1	246		246 m
1	0.18						Ø 12"
	505	90.9	m ³	1	156	156	m
			- Tipo II				
1	0.18						4) EXCAVACION EN ROCA
	140	25.2	m ³				• Perfilado Tabld.
			- Tipo III			8050	m ³
1	0.14						5) RECEBO COMPACTADO
	750	105	m ³				• Cunetas
			- Tipo IV				- Tipo I
1	0.12			1	0.051		
	2650	318	m ³		505	25.6	m ³
			- Tipo IV - con dispositivos.				- Tipo II
1	0.12			1	0.051		
	650.5	78.1	m ³		140	7.14	m ³
			• Tuberia				- Tipo III
1	246			1	0.045		
	1	246	m ³		750	73.75	m ³
1	156						- Tipo IV
	1	156	m ³	1	0.03		
			• Cajas		2650	79.5	m ³
12	0.343	4.12	m ³				- Tipo IV - En Escalera
			• Pozos	1	0.03		
11	2.38	26.13	m ³		650.5	19.5	m ³
		1049.5	m ³				• Relleno Couce
			2) CONCRETO 2500 psi	1		20213.3	m ³
			• Cunetas				20578.9 m ³
			- Tipo I				
1	0.051						
	505	25.6	m ³				
			- Tipo II				
1	0.054						
	140	7.14	m ³				
			- Tipo III				
1	0.0375						
	750	28.125	m ³				
			- Tipo IV				
1	0.025						
	2650	66.25	m ³				
			- Tipo IV - En Escalera				
1	0.025						
	650.5	16.26	m ³				
			• Cajas				
12	0.15	1.80	m ³				
			• Pozos				
11	0.84	9.24	m ³				
		154.42	m				

PROYECTO CIUDAD BOLIVAR FASE II
SITIO BRISAS DEL VOLADOR
 Presupuesto Aproximado según Medidas Correctivas

ITEM	MATERIAL	UNIDAD	CANTIDAD	Precio Unitario	valor total (Millones de \$)
1	Excavación en roca	m ³	8,250.00	14,071.00	116.09
2	Excavación en material común	m ³	1,049.50	12,589.00	13.21
3	Concreto 2500 psi	m ³	154.42	104,748.00	16.18
4	Recebo Compactado	m ³	20,578.90	14,798.00	304.53
5	Tubería D = 30"	m	256.00	105,754.00	27.07
6	Tubería D = 12"	m	156.00	11,225.00	1.75
SUBTOTAL					478.82
A.I.U.(25%)					119.71
TOTAL					598.53

NOTA: Estos precios no incluyen I.V.A.

PRE-VOLA.XLS

91300 m. E.
 91350 m. E.
 91400 m. E.
 91450 m. E.
 91500 m. E.
 91550 m. E.
 91600 m. E.
 91650 m. E.
 91700 m. E.
 91750 m. E.
 91800 m. E.
 91850 m. E.
 91900 m. E.



INSTITUTO DE INVESTIGACIONES EN
 GEOCIENCIAS, MINERÍA Y QUÍMICA

DEPARTAMENTO ADMINISTRATIVO
 DE PLANEACIÓN DISTRITAL
 EMPRESA DE ENERGÍA ELÉCTRICA DE BOGOTÁ

ESTUDIO GEOTÉCNICO
 BARRIO BRAS DEL VOLADOR

TOPOGRAFIA

ESCALA 1 : 1000
 ESCALA GRÁFICA EN METROS

DIBUJO: INGENIERIA GEOAMBIENTAL
 AUTOR: INGENIERIA GEOAMBIENTAL
 FECHA: NOVIEMBRE DE 1995

CONVENCIONES

- ALCANTARILLA
- ÁREA CONSTRUIDA
- BOCATORIA
- CARRETERA PAVIMENTADA
- CARRETERA SIN PAVIMENTAR
- CANAL DE NIVEL INDICE
- CANON
- NO O QUEBRADA
- TANQUE DE AGUA
- PERFORACION
- TRINCHERA
- TIPO I (30-30 Top.)
- TIPO II (30-30 Top-Diapp)
- TIPO III (30-30 Rect.)
- TIPO IV (20-20 Rect.)
- PER #2
- TR #2



VER DETALLES DE:
 • CUNETAS
 • ENTUBADO (COLECTORES)
 • POZOS Y CAJAS
 EN EL INFORME.