

**INSTITUTO DE INVESTIGACIONES EN GEOCIENCIAS,
MINERIA Y QUIMICA
INGEOMINAS**

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

**ESTUDIO GEOTECNICO BARRIO JERUSALEN
SECTOR CHAPARRAL
FASE II**

CONVENIO INTERADMINISTRATIVO No. 017 DE DICIEMBRE DE 1993

Santafé de Bogotá D.C., Abril 1996

INDICE

PAGINA

1.0	INTRODUCCIÓN	1
2.0	GENERALIDADES.....	1
2.1	LOCALIZACIÓN	1
2.2	DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA	1
2.3	COBERTURA DE SERVICIOS PÚBLICOS	1
2.4	TOPOGRAFÍA.....	2
3.0	INVESTIGACIÓN GEOTÉCNICA.....	2
3.1	GEOLOGÍA	2
3.1.1	<i>Geología de Superficie</i>	2
3.1.2	<i>Geología Estructural</i>	3
3.2	GEOMORFOLOGÍA.....	3
3.3	EXPLORACIÓN DEL SUBSUELO.....	3
3.3.1	<i>Levantamiento Estructural del Macizo</i>	4
3.3.2	<i>Prospección Geofísica</i>	4
3.3.3	<i>Exploración Directa</i>	4
3.3.4	<i>Ensayos de Laboratorio</i>	5
4.0	CARACTERÍSTICAS DEL SUBSUELO.....	5
4.1	MACIZO ROCOSO.....	5
4.1.1	<i>Clasificación</i>	5
4.1.2	<i>Caracterización del Macizo Rocoso</i>	5
4.2	SUELOS.....	5
5.0	ANÁLISIS HIDROLÓGICO E HIDRÁULICO	6
5.1	ANÁLISIS HIDROLÓGICO DE LAS SUBCUENCAS	6
5.1.1	<i>Precipitación</i>	6
5.1.2	<i>Caudal Máximo</i>	6
5.2	ANÁLISIS HIDRÁULICO.....	7
5.2.1	<i>Diseño de Cuneta:</i>	7
6.0	ANÁLISIS DE ESTABILIDAD.....	8
6.1	GENERALIDADES	8
6.2	MODOS DE FALLA POR DISCONTINUIDADES.....	8
6.2.1	<i>Análisis Cinemático - Falla Planar y en Cuña</i>	8
6.2.2	<i>Análisis Cinemático de Falla por Volteo</i>	8
6.3	MODOS DE FALLA EN DEPÓSITOS RECIENTES	9
6.4	EVALUACIÓN DE ESTABILIDAD	9
6.4.1	<i>Macizo Rocoso</i>	9
6.4.2	<i>Materiales Inconsolidados</i>	9
7.0	MEDIDAS CORRECTIVAS.....	10

7.1	OBRAS COMPLEMENTARIAS	10
7.2	OBRAS PAISAJÍSTICAS.....	10

FIGURAS

TABLAS

PLANOS

ANEXOS

LISTA DE FIGURAS

1. Localización General.
2. Localización de Exploración del subsuelo.
3. Análisis de Frecuencia.
4. Análisis de Frecuencia.
5. Histograma - Estación El Tunal E.A.A.B.
6. Diseño Sección Trapezoidal-de la Cuneta.
7. Medidas Correctivas.

LISTA DE TABLAS

1. Ensayos de Carga Puntual y Peso Unitario.
2. Estimación de los Parámetros de Hoek - Brown y envolvente equivalente de Mohr.
3. Estimación de los Parámetros de Hoek - Brown y envolvente equivalente de Mohr.
4. Registro Histórico de Precipitación Mensual, Estación El Tunal.
5. Análisis Cinemático de Taludes en Macizos Rocosos, Falla Planar y en Cuña.
6. Análisis Cinemático de Taludes en Macizos Rocosos, Falla Planar y en Cuña.
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.

10. Análisis Cinemático de Taludes en Macizos Rocosos, Falla por Volteo.

LISTA DE PLANOS

1. Topografía.

2. Geología.

3. Medidas Correctivas.

ANEXOS

1. Registro de Perforaciones.

2. Líneas de Geofísica.

3. Cantidades de obra

4. Presupuesto aproximado según medidas correctivas

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 V con laderas con evidencias de deslizamientos ; se detectan procesos antiguos de remoción en masa, alto grado de erosión, y los procesos denudativos se pueden asociar a períodos lluviosos, y mal manejo del agua de escorrentía.

El sector 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 a la pata y en la cresta del talud, las cuales han tenido que ser evacuadas.

2.0 GENERALIDADES

2.1 Localización

El sector de Gran Chaparral se localiza en la parte media de la quebrada Limas, sobre la margen derecha; y a la altura de la confluencia con el ramal El Zanjón.

Para efectos de este estudio se tomaron como límites del sector las coordenadas 95400-95600 N y 91800-92000 E. El área anterior colinda al norte con el barrio Manitas, al sur con los barrios Divino Rostro y Nueva Colombia, y al oriente con Lucero alto y medio ([Figura 1](#)).

2.2 Descripción del Problema

El sector denominado “Gran Chaparral” corresponde a un antiguo frente de explotación de canteras, entallado en rocas de la formación Guaduas Conjunto Medio y parcialmente rellenado con depósitos de acumulación de estériles, dispuestos en el patio de forma antitécnica.

Morfológicamente los taludes mineros tienen pendientes verticales, están conformados en areniscas en el flanco izquierdo y arcillolitas en el derecho. Los problemas de inestabilidad se asocian al movimiento de depósitos de estériles por acumulación de agua y mala disposición, y fallas de tipo planar del macizo rocoso en la cresta y flanco derecho del talud producidos por el 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.

Los sectores 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

El sector presenta una cobertura total de servicio de acueducto, el cual se abastece de los sistemas Weisner, Tibitó y Vitelma. El servicio de alcantarillado sanitario también tiene una cobertura total de la zona y el alcantarillado pluvial es deficiente o no existe.

En la zona aproximadamente el 80% de las vías se encuentran en mal estado. Algunas calles están pavimentadas (en concreto) y se encuentran en la parte baja de la zona, ó se encuentran en etapa de afirmado y sin 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 las laderas de los cerros, caños y quebradas; además la Junta de Acción Comunal se encarga de contratar volquetas particulares para evacuar las basuras hasta el depósito Doña Juana.

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 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 afloran rocas sedimentarias de edad cretácea-terciaria, pertenecientes a la Formación Guaduas, conjunto Superior, y depósitos no consolidados del cuaternario.

La **Formación Guaduas Conjunto Superior (Tkgs)**, en el sector está constituida por areniscas gris claras y amarillas, de grano fino a grueso, de dureza media a dura, en general muy friables, en estratos de 10 cm a 3.0 m de espesor, y en superficie muy meteorizada, y con intercalaciones de arcillolitas gris amarillentas. Hacia la parte inferior se presenta una secuencia masiva de arcillolitas gris claras y violáceas, rojizas y amarillas, blandas, plásticas, en estratificación delgada a gruesa y en bancos entre 30 cm y 2.0 m de espesor, en general muy meteorizada.

Los **Depósitos no Consolidados (Qsr, Qsre, Qre, Qdp)** son materiales que se han agrupado en: suelos residuales, coluviales, desechos de excavaciones mineras y depósitos de ladera.

Los **Suelos Residuales (Qsr)**, producto de la meteorización de los niveles areno - arcillosos, se presentan principalmente hacia la parte sur del sector, su espesor oscila entre 0.30 m y 1.5 m; en algunos sectores se presenta una delgada capa vegetal de color gris oscuro.

Los **Depósitos Coluviales (Qc)**, corresponden a suelos residuales que contienen en su parte superior embebidos bloques y fragmentos de areniscas, producto de algún transporte; estos se

presentan hacia la parte norte del sector estudiado cuyos espesores oscilan entre 0.5 y 1.5 m aproximadamente.

Los **Materiales de residuos de Excavaciones Mineras (Qre)** corresponden a los estériles dejados por las actividades de canteras antiguas; se localizan hacia la parte central y borde occidental del sector.

Los **Depósitos de Ladera (Qdp)**, están constituidos por materiales producto de principalmente deslizamientos recientes; se localizan en la parte central del área estudiada.

En el **Plano 2**, se encuentran cartografiadas las unidades definidas y descritas en los párrafos anteriores.

3.1.2 Geología Estructural

Los estratos del macizo rocoso presentan rasgos estructurales (rumbos y buzamientos) variables, debido a la presencia de pliegues (anticlinales y sinclinales) carácter local; sin embargo, en la parte central muestran un rumbo promedio entre N20W, con buzamiento promedio de 22S, y cuya dirección es ligeramente en el mismo sentido de la pendiente topográfica de las laderas, hacia la parte oeste en los alrededores del área estudiadas rocas se presentan muy fracturadas, debido a presencia de una traza de falla, con orientación NE - SW.

3.2 Geomorfología

El sector estudiado se ubica dentro de la unidad de origen dedudacional-estructural plegado que ocupa las partes media-baja de los cerros sur-occidentales, y la conforman laderas con pendientes topográficas moderadas (35°), desarrolladas en conjuntos de areniscas y arcillolitas de la Formación Guaduas (conjunto medio) y sometidas a actividad antrópica intensa (explotación minera antigua).

El entorno geomorfológico está principalmente influenciado por la acción antrópica. Las actividades de explotación minera han dejado condiciones heteromorfométricas, con variaciones entre formas onduladas y escarpes artificiales (taludes verticales) de alturas promedio de 20 m, donde los macizos se encuentran moderada a altamente meteorizados en superficie.

La vegetación nativa ha desaparecido y no ha tenido una adecuada recuperación de la cobertura vegetal, facilitando el desarrollo de erosión en surcos y, cárcavas con profundidades del orden de las décimas de centímetros y con intensidad moderada.

Entre los procesos morfodinámicos más sobresalientes en los taludes de corte de las canteras se tienen: erosión en surcos y cárcavas de intensidad moderada, y movimientos de remoción en masa como deslizamientos traslacionales, caída de bloques, y flujo de detritos, de pequeña a moderada magnitud. Estos procesos han producido variaciones laterales en los escarpes artificiales, caracterizado por presencia de cuñas de falla; y depósitos de acumulación con formas onduladas, lobulares y de lengüetas en la base de los cortes.

3.3 Exploración del Subsuelo

La exploración del subsuelo involucró: el levantamiento detallado de los afloramientos rocosos, la realización de una línea de prospección geofísica, y exploración directa mediante trincheras y sondeos 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, se identificaron orientaciones, separación, abertura, tipo relleno y persistencia de los sistemas principales y secundarios. En total se tomaron 19 datos estructurales, que se representaron en una red ciclográfica (**Figuras 3 y 4**), resultando como sistemas de discontinuidades representativas en cada estación las siguientes

Estratificación	N-S / 26 W
Diaclasa principal	N70W / 82 N N75E / 90
Diaclasa secundaria	N30W / 65N N45E / 82NW N60W / 75 S

Las diaclasas principales se caracterizan por presentar persistencia de continua a media, espaciamiento de próximas a muy próximas entre 10 y 30 cm, cerradas, de rugosidad escalonada rugosa.

Las diaclasas secundarias presentan una persistencia discontinua con espaciamiento próximo. En general, están cerradas, limpias, y de rugosidad ondulada suave.

La estratificación es delgada a gruesa, con espesores de estratos entre 3 y 10 cm en las areniscas y, entre 30 cm y 2.0 m en las arcillolitas.

3.3.2 Prospección Geofísica

Se realizó una línea de prospección geofísica, que permitió definir la geometría del depósito inconsolidado reciente localizado en la **Figura 2**, donde se presenta la ubicación 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 pseudoverticales, sobre los cuales se levantaron columnas estratigráficas detalladas, identificando tipo, espesores y condición local de la roca (**Figura 2**).

3.3.3.2 Sondeos Mecánicos

En el cuerpo central del depósito de estériles, se realizó una perforación con equipo mecánico (rotación) para determinar el espesor y características del depósito en movimiento. 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 realizaron sobre muestras de bloque ensayos de peso unitario e índice de carga puntual ([Tabla 1](#)).

4.0 CARACTERÍSTICAS DEL SUBSUELO

4.1 Macizo Rocosos

4.1.1 Clasificación

La clasificación del macizo rocoso se realizó con base en los métodos Hoek (Geological Strength Index, SGI, 1994).

Los bancos de arenisca se clasificaron con:

Geological Strength Index (GSI) = 30 - 40

En los taludes de arcillolita los parámetros de clasificación adoptados fueron:

GIS = 30

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 Rocosos

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 2 y 3](#), se presentan los parámetros de resistencia definidos para el macizo rocoso.

4.2 Suelos

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

El espesor de estos materiales varia 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

El área de estudio se localiza en la zona baja de la cuenca de la quebrada Limas, sobre su margen derecha y cerca a la zona de confluencia con la Qda Zanjón.

La red de drenaje del sector esta conformada por dos micro cuencas afluentes de la Qda Zanjón; en la actualidad sólo se conservan las divisorias de aguas debido al progresivo deterioro ambiental, motivado por el manejo antitécnico de las múltiples áreas de explotación y por un desorganizado desarrollo urbano. Los cauces naturales se han convertido en colectores de aguas negras y en sitios de acumulación de escombros y desechos. En algunas zonas los habitantes han venido entubando las quebradas (por tramos) para edificar, en consecuencia la escorrentía superficial adquiere mayor importancia para el análisis hidrológico e hidráulico.

5.1 Análisis Hidrológico de las Subcuencas

5.1.1 Precipitación

Para el análisis de la precipitación se utilizó la estación pluviométrica de El Tunal de la E.A.A.B. que es la más cercana a la zona de estudio y está ubicada en la subcuenca de la quebrada Limas, los registros indican una precipitación media multianual de 598.1 mm ([Tabla 4](#)).

La característica general de la distribución anual de las lluvias se presenta en forma bimodal con períodos lluviosos entre los meses de marzo a mayo y septiembre a noviembre y períodos secos entre los meses de diciembre a febrero y de junio a agosto ([Figura 5](#)).

La precipitación máxima mensual ocurre en el mes de Octubre con un valor de 86.9 mm.

5.1.2 Caudal Máximo

Para el cálculo del Caudal Máximo esperado, se utilizó el método racional. Definido por la ecuación:

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

Donde **Q** es el caudal pico producido por un aguacero de intensidad **i**, uniformemente distribuido sobre el área de la cuenca **A**. 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 tomo $c = 0.50$ que corresponde a una zona suburbana.

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

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

Donde:

l = longitud de viaje km

s = pendiente m/km

t_c = horas

entonces:

$$t_c = 0.9466 \left(\frac{0.5}{\sqrt{168}} \right)^{0.77}$$

con t_c = 4.63 min., para efectos de diseño se tomó t_c=15 min. y para un Tr = 50 años obtenemos i = 96 mm/h

Por lo tanto:

$$Q = 0.00278 \times 0.5 \times 96 \frac{\text{mm}}{\text{h}} \times 7.84 \text{ ha}$$

$$Q = 1.04 \text{ m}^3/\text{s}$$

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 de los taludes para los caudales determinados en el numeral anterior (**Plano 3**).

5.2.1 Diseño de Cuneta:

Para el cálculo de la sección trapezoidal se utilizó la ecuación de Manning:

$$Q = \frac{1}{n} * R^{\frac{2}{3}} * \sqrt{S} * A$$

donde:

n = Coeficiente de rugosidad de Manning.

A = Área (m²).

R = Radio hidráulico (m).

s = Pendiente (m/m).

Q = Caudal (m³/s).

Para el diseño se seleccionó un $n = 0.013$ correspondiente a un material en hormigón. Resolviendo la ecuación de Manning por el método de Newton, se obtuvo las siguientes dimensiones: $b = 0.3$ m; $z = 1$ m; $y_n = 0.27$ m; la sección típica se muestra en la [Figura 6](#).

6.0 ANÁLISIS DE ESTABILIDAD

6.1 Generalidades

Teniendo en cuenta a las características geométrica del talud y a 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	N-S / 26 W
Diaclasa principal	N70W / 82 N N75E / 90
Diaclasa secundaria	N30W / 65N N45E / 82NW N60W / 75 S

Para el análisis cinemático de este tipo de fallas se empleo el criterio presentado por Hoek y Bray (1974), teniendo en cuenta las orientaciones principales de los taludes. Las [Tablas 5, 6, 7 y 8](#) muestra 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 hay posibilidad de falla por volteo a lo largo de las superficies estructurales (discontinuidades) establecidas en el talud occidental. Las [Tablas 9 y 10](#) registran 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 para los diferentes taludes las siguientes conclusiones:

El talud del flanco derecho, orientado N 56 W, presenta posibilidad cinemática de falla planar por la discontinuidad orientada 210/75 y por la estratificación. Además hay posibilidad de falla en cuña por los planos estructurales definidos con los siguientes azimut de buzamiento y buzamiento 221/35 y 226/46.

El talud frontal derecho (N 28 E), muestra posibilidad de falla a lo largo de la discontinuidad orientada 315/82, y por la cuña 318/20. Por su parte el talud frontal izquierdo (N 76 E) indica posibilidad de falla en cuña a lo largo de los planos de intersección 339/71, 345/25, 345/74 y 345/69.

El talud del flanco izquierdo (N 63 W), presenta posibilidad de falla planar a lo largo de la discontinuidad orientada 20-25/82, y falla en cuña por los planos estructurales 24/24, 14/27, 27/12, 9/26, 28/23 y 23/24.

De acuerdo con la orientación de los taludes y del sistema de discontinuidades no hay posibilidad de falla 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

La condición natural de inestabilidad de estos materiales, de composición heterogénea, hace que éstos sean tratados técnicamente para mejorar su estabilidad, o en lo posible deben ser retirados parcial o totalmente para evitar falla de estos depósitos.

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 un tratamiento combinado, que involucra la remoción parcial del material inestable y el diseño de un sistema de contención con muros en gaviones.

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 de 70° para el flanco derecho, y de 80° para el flanco izquierdo. El talud frontal tendrá una inclinación de 75° al lado derecho y 80° al izquierdo.

El depósito se conformará según lo muestra la **Figura 7**, y en su base se construirá un muro de gaviones que cumplirá función de contención.

Igualmente deberá dejarse un espacio libre de construcciones de 10 m. en el contorno del área de estudio, especialmente en los flancos izquierdo, donde existen viviendas de invasión y derecho sobre el cual se evacuarán las viviendas que estaban próximas al talud.

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 cunetas o zanjas de coronación al rededor del talud. Las aguas de infiltración se captarán mediante un sistema de subdrenaje con filtros en espina de pescado en el cuerpo del material fallado y, un subdren en la base del muro en gaviones. El agua captada se conducirá al sistema de drenaje natural del área.

Como medida prioritaria se requiere de la adecuación y reparación del sistema de alcantarillado de la parte alta del sector que drena aguas abajo hacia el talud.

En el **Plano 3** se muestran las medidas correctivas propuestas.

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 empradización y la siembra de especies nativas sobre la cresta del talud y en el cuerpo del depósito reciente.

FIGURAS

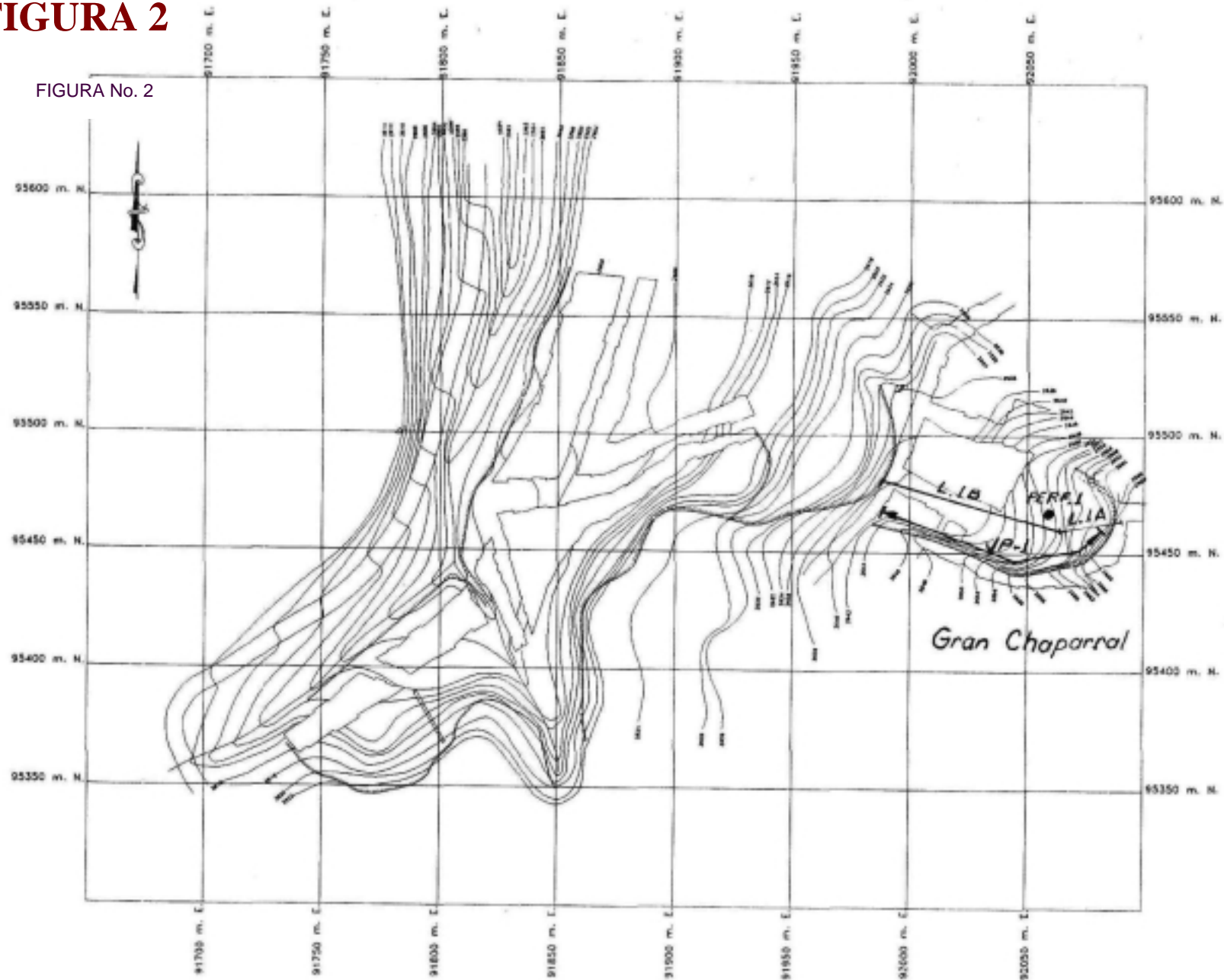
FIGURA 1



LOCALIZACION GENERAL

FIGURA 2

FIGURA No. 2







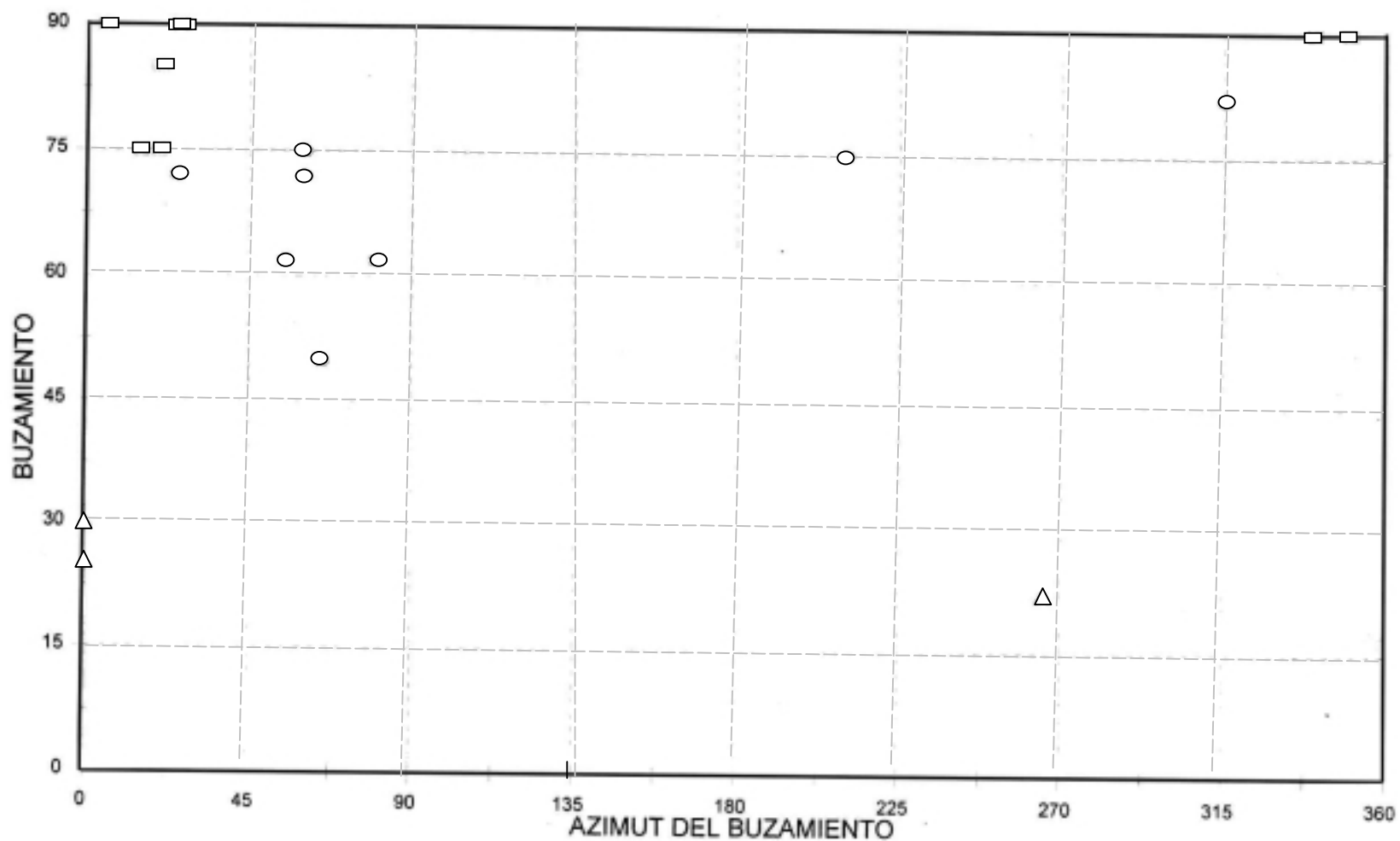
 <p>INSTITUTO DE INVESTIGACIONES EN GEOTECNIA, HIDRÁULICA Y OBRAS</p>	<p>DEPARTAMENTO ADMINISTRATIVO DE PLANEACIÓN GENERAL BARRIO DE BARRAS ELÉCTRICAS DE BOGOTÁ</p>	<p>EXPLORACION DEL SUBSUELO</p> <p>ESCALA 1 : 1000</p> <p>DEBILDO INGENIERIA GEOMORFOLOGICA PLANO No. 1</p> <p>AUTOC INGENIERIA GEOMORFOLOGICA FECHA: NOVIEMBRE DE 1995</p>	<p>CONVENCIONES</p> <p>  Línea Geofísica  Perforación  Estación Macizo Rocoso </p>
--	--	--	--

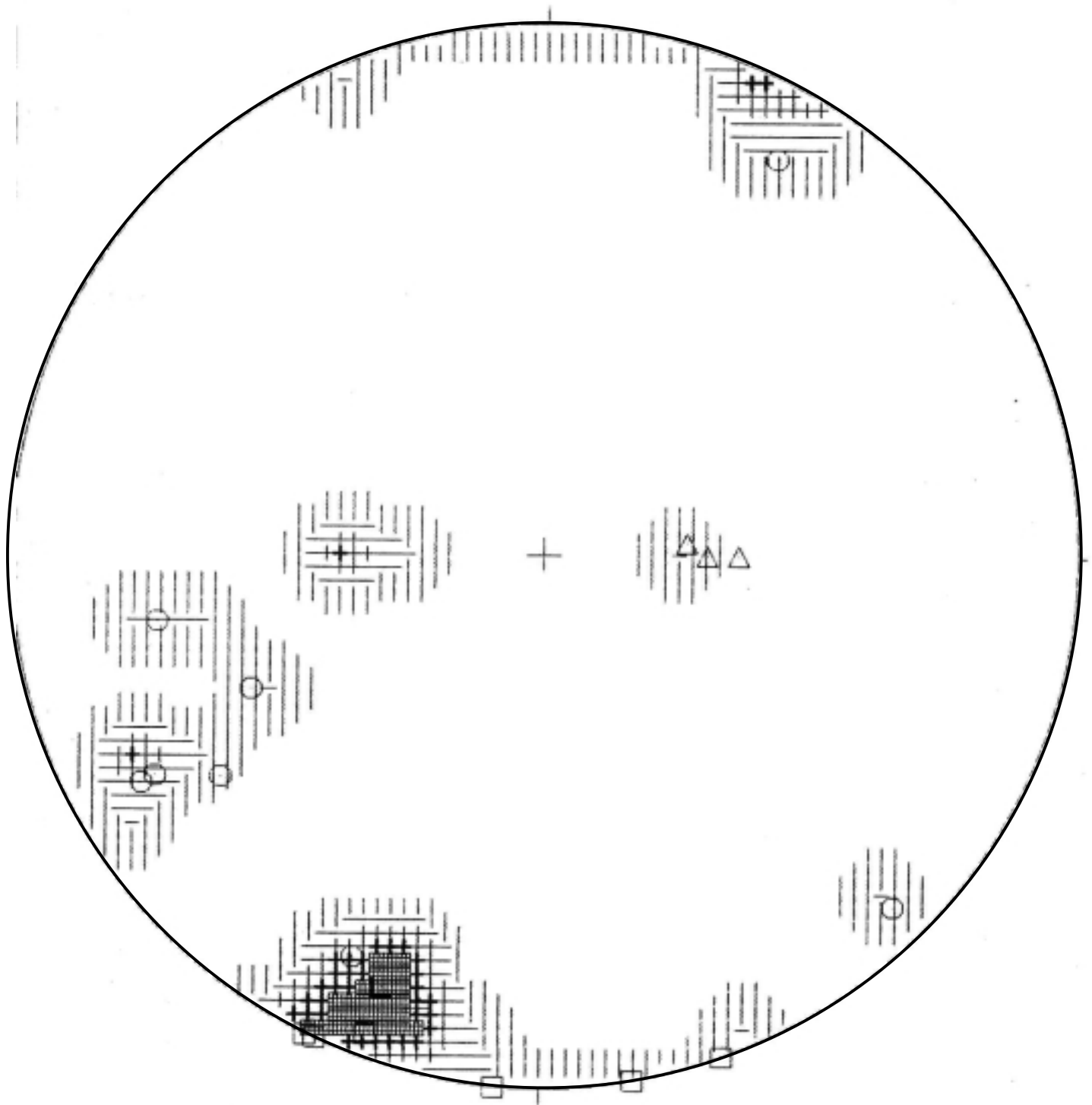
FIGURA 3

LEVANTAMIENTO DE MACIZOS ROCOSOS GRAN CHAPARRAL



○ DIACLASAS SECUNDARIAS □ DIACLASAS PRINCIPALES △ ESTRATIFICACION

FIGURA 4
GRAN CHAPARRAL
North



LEGEND (for first 9 intervals)

- | | | | |
|---|--------|---|--------|
| □ | 1- 3 | ▨ | 16- 18 |
| ▤ | 4- 6 | ▩ | 19- 21 |
| ▥ | 7- 9 | ▪ | 22- 24 |
| ▧ | 10- 12 | ■ | 25- 27 |
| ▨ | 13- 15 | | |

19 Points

Contour Method: Schmidt (1925)
 Counting Area: 0.010
 Contour Interval: 3% Points per 1% Area
 Maximum Contour: 15

NOTE: Contour Patterns Repeat Every 9 Intervals

FIGURA 5

ESTACION EL TUNAL EAAB.
PRECIPITACION PROMEDIO. 1980-1990

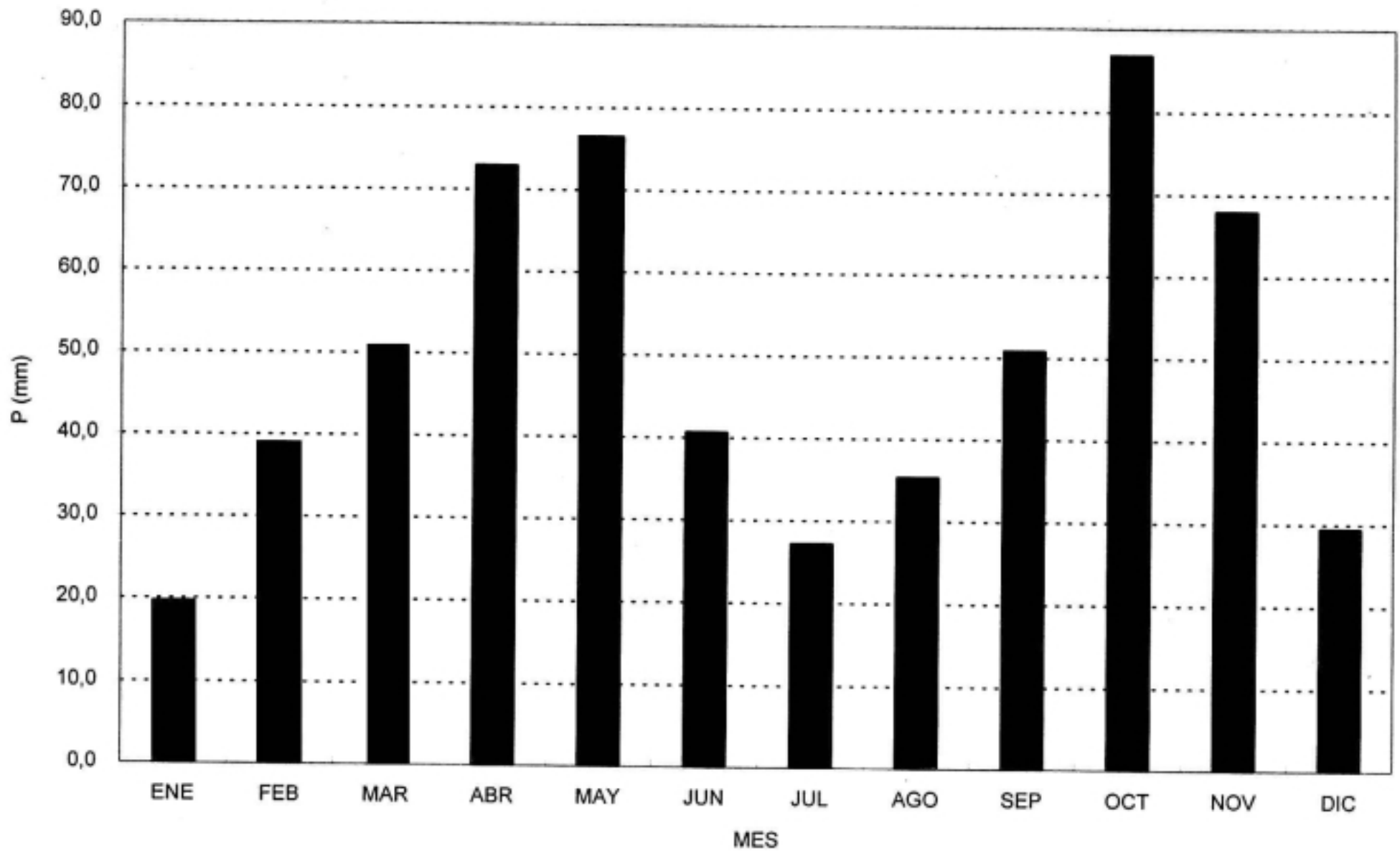
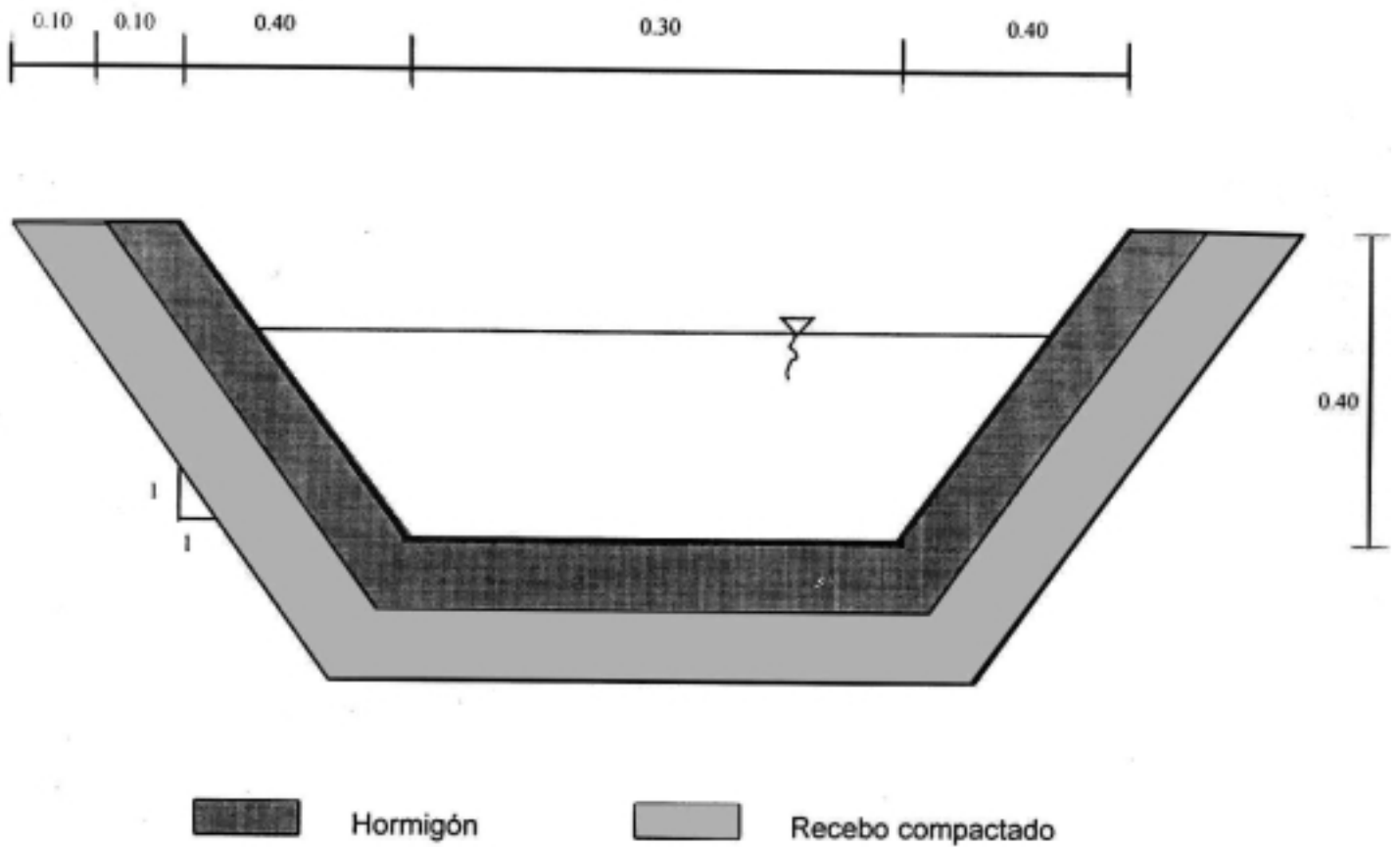


FIGURA No.6

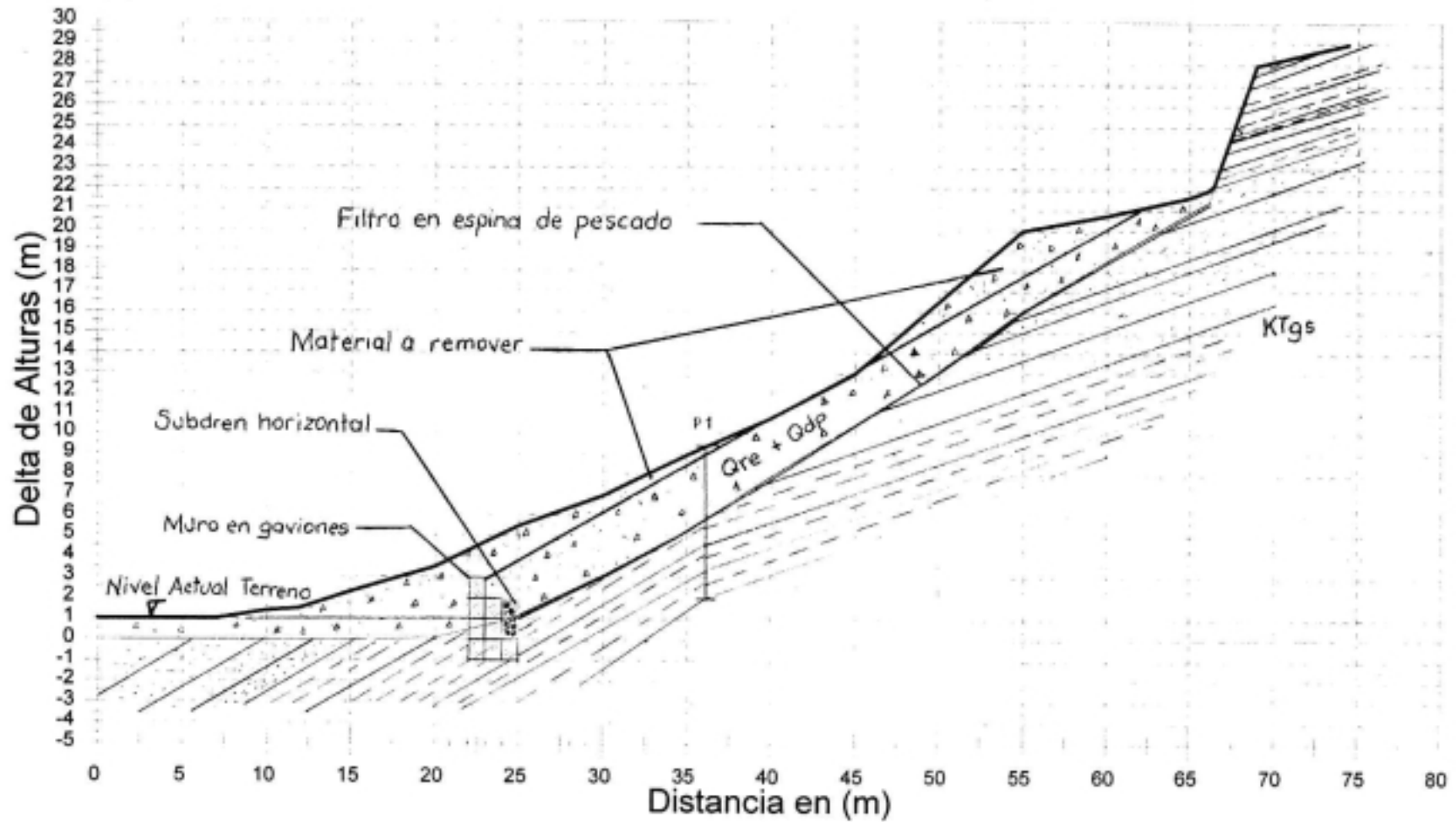
DISEÑO SECCION TRAPEZOIDAL DE LA CUNETETA

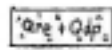


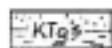
Esquema sin escala
Dimensiones en metros

Sector Gran Chaparral
Sección Longitudinal
Medidas Correctivas

FIGURA 7



 Residuos de excavación y depósitos de ladera.

 Areniscas, Arcillalitas

TABLAS

TABLA 1
PROYECTO CIUDAD BOLIVAR - FASE II
ENSAYOS DE CARGA PUNTUAL
SITIO: GRAN CHAPARRAL

MUESTRA No	PESO UNIT	D1(cm)	W1(cm)	W2(cm)	P(kN)	P(kg-f)	De(cm)	Is(kg/cm2)	F	I ₅₀ (kg/cm2)	I ₅₀ (kg/cm2)	σ_c (kg/cm2)	DESCRIPCION
Tr 1 - M1	1.96	4.0	12.5	8.6	2.5	255.102	6.618	5.824	1.134	6.608	4.016	92.363	Limolita de color gris verdosa con alguna oxidación, húmeda y fracturada. De consistencia blanda.
		4.5	9.3	6.4	3.6	367.347	6.056	10.018	1.090	10.920			
		4.7	8.6	5.5	1.0	102.041	5.737	3.100	1.064	3.298			
		5.6	9.8	7.4	2.0	204.082	7.264	3.868	1.183	4.576			
		4.4	10.1	6.2	0.5	51.020	5.894	1.469	1.077	1.582			
Tr 1 - M2	1.98	5.1	12.7	9.0	1.5	153.061	7.645	2.619	1.211	3.170	5.212	119.870	Arcilloлита de color amarillo quemado, fracturada y muy oxidada, húmeda. De consistencia blanda.
		4.9	9.4	8.8	3.0	306.122	7.410	5.576	1.194	6.655			
		5.2	16.4	7.0	1.9	193.878	6.808	4.183	1.149	4.807			
		4.0	10.2	8.6	2.0	204.082	6.618	4.659	1.134	5.286			
		4.5	7.5	5.5	1.8	183.673	5.614	5.829	1.053	6.140			
Est. - JP 1	1.97	6.8	14.1	9.9	2.5	255.102	9.258	2.976	1.319	3.927	21.985	505.663	Arenisca de grano fino de color gris claro, bien cementada, con algo de oxidación, en estratificación masiva. De consistencia moderadamente blanda.
		6.4	9.6	6.9	8.0	816.327	7.498	14.519	1.200	17.423			
		6.1	7.7	7.0	10.5	1071.429	7.373	19.707	1.191	23.471			
		4.6	7.8	6.2	8.2	836.735	6.026	23.042	1.088	25.061			
		4.0	8.1	5.6	7.5	765.306	5.340	26.834	1.030	27.641			

TABLA 2

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

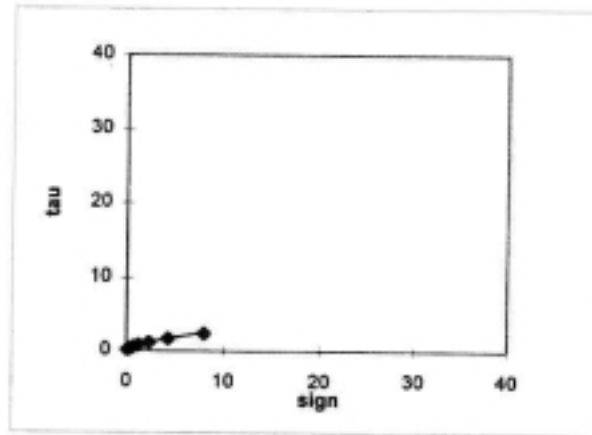
ADAPTADO DE HOEK, 1994

BARRIO JUAN PABLO II - SECTOR GRAN CHAPARRAL

DATOS: GSI = 30 sigci (Mpa) = 12 mi = 4 ARCILLOLITA

RESULTADOS

mb/mi = 0.08
 mb = 0.328
 s = 0.00042
 a = 0.50
 sigt = -0.015
 A = 0.7
 B = 0.61
 E = 1095



GCH2HOEK.XLS

Angulo de friccion y
 cohesion para diferentes
 esfuerzos normales :

σ_n = 2 MPa
 τ = 1.09 MPa
 γ = 18.4 degrees
 c = 0.42 MPa

σ_n = 6 MPa
 τ = 2.13 MPa
 γ = 12.2 degrees
 c = 0.83 MPa

sig3	sig1	ds1ds3	sign	snd	tau	X	Y	XY	X^2	Taucalc
0.05	0.54	4.98	0.13	0.11	0.18	-0.94	-0.73	0.69	0.89	0.21
0.09	0.75	4.01	0.22	0.21	0.26	-0.68	-0.58	0.39	0.46	0.29
0.19	1.08	3.20	0.40	0.38	0.38	-0.41	-0.42	0.17	0.17	0.41
0.38	1.62	2.59	0.72	0.71	0.56	-0.15	-0.25	0.04	0.02	0.59
0.75	2.49	2.13	1.30	1.29	0.81	0.11	-0.09	-0.01	0.01	0.84
1.50	3.94	1.81	2.37	2.36	1.17	0.37	0.07	0.03	0.14	1.21
3.00	6.45	1.57	4.34	4.33	1.68	0.64	0.23	0.14	0.40	1.75
6.00	10.87	1.40	8.02	8.01	2.40	0.90	0.38	0.34	0.82	2.54
Sums =						-0.17	-1.41	1.80	2.91	

TABLA 3

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

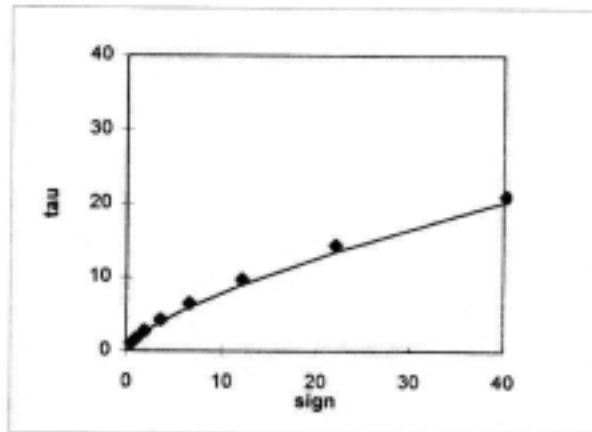
ADAPTADO DE HOEK, 1994

BARRIO JUAN PABLO II - SECTOR GRAN CHAPARRAL

DATOS: GSI = 30 sigci (Mpa) = 50 mi = 19 ARENISCAS

RESULTADOS

mb/mi = 0.08
 mb = 1.560
 s = 0.00042
 a = 0.50
 sigt = -0.013
 A = 1.7
 B = 0.68
 E = 2236



GCHSHOEK.XLS

Angulo de friccion y cohesion para diferentes esfuerzos normales :

σ_n = 6 MPa
 τ = 5.60 MPa
 γ = 32.3 degrees
 c = 1.80 MPa

σ_n = 20 MPa
 τ = 12.65 MPa
 γ = 23.2 degrees
 c = 4.09 MPa

sig3	sig1	ds1ds3	sign	snd	tau	X	Y	XY	X^2	Taucalc
0.20	4.23	10.66	0.54	0.53	1.13	-0.28	0.05	-0.01	0.08	1.10
0.39	6.00	7.95	1.02	1.00	1.77	0.00	0.25	0.00	0.00	1.69
0.78	8.65	5.95	1.91	1.90	2.76	0.28	0.44	0.12	0.08	2.59
1.56	12.65	4.52	3.57	3.56	4.27	0.55	0.63	0.35	0.30	3.95
3.13	18.77	3.49	6.61	6.59	6.51	0.82	0.81	0.67	0.67	5.98
6.25	28.35	2.76	12.12	12.11	9.76	1.08	0.99	1.07	1.17	9.02
12.50	43.74	2.25	22.12	22.10	14.42	1.34	1.16	1.56	1.81	13.55
25.00	69.17	1.88	40.32	40.31	21.02	1.61	1.32	2.12	2.58	20.35
Sums =						5.41	5.66	5.88	6.69	

TABLA 4

**REGISTRO HISTORICO DE PRECIPITACION MENSUAL
ESTACION EL TUNAL E.A.A.B
P (mm)**

AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	TOTAL
1980	4,4	53,1	5,8	50,6	20,7	97,4	13,2	45,9	42,9	57,5	29,4	33,6	454,5
1981	7,6	12,3	24,2	118,3	127,4	24,4	9,1	31,1	84,0	68,1	153,4	42,4	702,3
1982	74,5	31,2	55,0	146,2	82,1	16,2	34,5	21,0	27,1	74,6	57,8	31,1	651,3
1983	4,6	38,1	96,3	138,0	71,5	21,8	30,2	20,8	28,0	64,3	40,3	46,2	600,1
1984	40,2	58,8	39,0	49,0	93,4	84,8	27,4	88,3	45,9	72,2	58,5	8,0	665,5
1985	8,0	2,7	25,0	37,6	105,7	24,0	30,5	47,0	84,1	68,0	32,8	14,0	479,4
1986	15,1	73,1	45,0	60,2	95,7	44,6	37,3	21,5	57,7	207,3	61,6	4,9	724,0
1987	19,1	21,9	21,1	70,1	64,3	9,5	40,2	22,7	43,6	42,2	39,2	12,6	406,5
1988	12,1	39,1	25,3	53,2	51,7	57,3	38,7	56,4	45,1	106,7	111,3	31,7	628,6
1989	10,2	59,3	137,3	12,1	55,1	55,7	26,8	16,4	58,4	102,7	109,0	43,9	686,9
1990	21,1	39,8	85,1	67,7	75,1	12,4	12,1	18,6	43,4	92,4	55,4	56,6	579,7
	19,7	39,0	50,8	73,0	76,6	40,7	27,3	35,4	50,9	86,9	68,1	29,5	598,1

TABLA 5

**ANALISIS CINEMATICO DE TALUDES EN MACIZOS ROCOSOS
SECTOR GRAN CHAPARRAL**

TALUD No DERECHO ORIENTACION N 56 W

Plano No	Az. de Buz. ab	Buzamiento b	Posibilidad Cinemática			Posibilidad falla planar
			$b > \theta$	$ at-ab \leq 20$	$b < t$	
E	270	26	si	no	si	no
D1	20	82	si	no	si	no
D11	5	82	si	no	si	no
D12	25	82	si	no	si	no
D2	165	90	si	no	si	no
D3	60	65	si	no	si	no
D31	80	62	si	no	si	no
D4	315	82	si	no	si	no
D5	210	75	si	si	si	si

Cuña No	falla en cuña					
I1	24	24	si	no	si	no
I2	82	4	no	no	si	no
I3	165	76	si	no	si	no
I4	105	82	si	no	si	no
I5	14	47	si	no	si	no
I6	27	12	no	no	si	no
I7	180	62	si	no	si	no
I8	339	71	si	no	si	no
I9	9	26	si	no	si	no
I10	318	20	no	no	si	no
I11	186	60	si	no	si	no
I12	165	68	si	no	si	no
I13	165	78	si	no	si	no
I14	165	64	si	no	si	no
I15	120	62	si	no	si	no
I16	28	23	si	no	si	no
I17	23	24	si	no	si	no
I18	185	61	si	no	si	no
I19	168	64	si	no	si	no
I20	192	58	si	no	si	no
I21	165	62	si	no	si	no
I22	221	35	si	si	si	si
I23	345	25	si	no	si	no
I24	103	82	si	no	si	no
I25	78	81	si	no	si	no
I26	170	62	si	no	si	no
I27	191	60	si	no	si	no
I28	345	74	si	no	si	no
I29	124	53	si	no	si	no
I30	65	11	no	no	si	no
I31	113	82	si	no	si	no
I32	23	23	si	no	si	no
I33	70	81	si	no	si	no
I34	80	80	si	no	si	no
I35	345	69	si	no	si	no
I36	226	46	si	si	si	si

D: Diaclasa
E: Estratos

Buzamiento t 90
Azimut: at 214
Friccion 22

CHAPARRAL

TABLA 6

**ANALISIS CINEMATICO DE TALUDES EN MACIZOS ROCOSOS
SECTOR GRAN CHAPARRAL**

TALUD No FONTAL D. ORIENTACION N 28 E

Plano No	Az. de Buz. ab	Buzamiento b	Posibilidad Cinemática			Posibilidad falta planar
			$b > \theta$	$ a-b \leq 20$	$b < t$	
E	270	26	si	no	si	no
D1	20	82	si	no	si	no
D11	5	82	si	no	si	no
D12	25	82	si	no	si	no
D2	165	90	si	no	si	no
D3	60	65	si	no	si	no
D31	80	62	si	no	si	no
D4	315	82	si	si	si	si
D5	210	75	si	no	si	no

Cuña No	falta en cuña					
I1	24	24	si	no	si	no
I2	82	4	no	no	si	no
I3	165	76	si	no	si	no
I4	105	82	si	no	si	no
I5	14	47	si	no	si	no
I6	27	12	no	no	si	no
I7	180	62	si	no	si	no
I8	339	71	si	no	si	no
I9	9	26	si	no	si	no
I10	318	20	no	si	si	si
I11	186	60	si	no	si	no
I12	165	68	si	no	si	no
I13	165	78	si	no	si	no
I14	165	64	si	no	si	no
I15	120	62	si	no	si	no
I16	28	23	si	no	si	no
I17	23	24	si	no	si	no
I18	185	61	si	no	si	no
I19	168	64	si	no	si	no
I20	192	58	si	no	si	no
I21	165	62	si	no	si	no
I22	221	35	si	no	si	no
I23	345	25	si	no	si	no
I24	103	82	si	no	si	no
I25	78	81	si	no	si	no
I26	170	62	si	no	si	no
I27	191	60	si	no	si	no
I28	345	74	si	no	si	no
I29	124	53	si	no	si	no
I30	65	11	no	no	si	no
I31	113	82	si	no	si	no
I32	23	23	si	no	si	no
I33	70	81	si	no	si	no
I34	80	80	si	no	si	no
I35	345	69	si	no	si	no
I36	226	46	si	no	si	no

D: Diaclasa
E: Estratos

Buzamiento t 90
Azimut: at 298
Friccion 22

CWPA-01

TABLA 7

**ANALISIS CINEMATICO DE TALUDES EN MACIZOS ROCOSOS
SECTOR GRAN CHAPARRAL**

TALUD No FRONTAL I ORIENTACION N 76 E

Plano No	Az. de Buz. ab	Buzamiento b	Posibilidad Cinemática			Posibilidad falla planar
			$b > \phi$	$ at-ab \leq 20$	$b < t$	
E	270	26	si	no	si	no
D1	20	82	si	no	si	no
D11	5	82	si	no	si	no
D12	25	82	si	no	si	no
D2	165	90	si	no	si	no
D3	60	65	si	no	si	no
D31	80	62	si	no	si	no
D4	315	82	si	no	si	no
D5	210	75	si	no	si	no

Cuña No	falla en cuña					
I1	24	24	si	no	si	no
I2	82	4	no	no	si	no
I3	165	76	si	no	si	no
I4	105	82	si	no	si	no
I5	14	47	si	no	si	no
I6	27	12	no	no	si	no
I7	180	62	si	no	si	no
I8	339	71	si	si	si	si
I9	9	26	si	no	si	no
I10	318	20	no	no	si	no
I11	186	60	si	no	si	no
I12	165	68	si	no	si	no
I13	165	78	si	no	si	no
I14	165	64	si	no	si	no
I15	120	62	si	no	si	no
I16	28	23	si	no	si	no
I17	23	24	si	no	si	no
I18	185	61	si	no	si	no
I19	168	64	si	no	si	no
I20	192	58	si	no	si	no
I21	165	62	si	no	si	no
I22	221	35	si	no	si	no
I23	345	25	si	si	si	si
I24	103	82	si	no	si	no
I25	78	81	si	no	si	no
I26	170	62	si	no	si	no
I27	191	60	si	no	si	no
I28	345	74	si	si	si	si
I29	124	53	si	no	si	no
I30	65	11	no	no	si	no
I31	113	82	si	no	si	no
I32	23	23	si	no	si	no
I33	70	81	si	no	si	no
I34	80	80	si	no	si	no
I35	345	69	si	si	si	si
I36	226	46	si	no	si	no

D: Diaclasa
E: Estratos

Buzamiento t 90
Azimut: at 346
Friccion 22

OWPACI

TABLA 8
**ANALISIS CINEMATICO DE TALUDES EN MACIZOS ROCOSOS
SECTOR GRAN CHAPARRAL**
TALUD No IZQUIERDO

ORIENTACION
N 63 **W**

Plano No	Az. de Buz. ab	Buzamiento b	Posibilidad Cinemática			Posibilidad falla planar
			$b > \theta$	$ a-b \leq 20$	$b < t$	
E	270	26	si	no	si	no
D1	20	82	si	si	si	si
D11	5	82	si	no	si	no
D12	25	82	si	si	si	si
D2	165	90	si	no	si	no
D3	60	65	si	no	si	no
D31	80	62	si	no	si	no
D4	315	82	si	no	si	no
D5	210	75	si	no	si	no

Cuña No		Buzamiento	Posibilidad Cinemática			falla en cuña
			$b > \theta$	$ a-b \leq 20$	$b < t$	
I1	24	24	si	si	si	si
I2	82	4	no	no	si	no
I3	165	76	si	no	si	no
I4	105	82	si	no	si	no
I5	14	47	si	si	si	si
I6	27	12	no	si	si	si
I7	180	62	si	no	si	no
I8	339	71	si	no	si	no
I9	9	26	si	si	si	si
I10	318	20	no	no	si	no
I11	186	60	si	no	si	no
I12	165	68	si	no	si	no
I13	165	78	si	no	si	no
I14	165	64	si	no	si	no
I15	120	62	si	no	si	no
I16	28	23	si	si	si	si
I17	23	24	si	si	si	si
I18	185	61	si	no	si	no
I19	168	64	si	no	si	no
I20	192	58	si	no	si	no
I21	165	62	si	no	si	no
I22	221	35	si	no	si	no
I23	345	25	si	no	si	no
I24	103	82	si	no	si	no
I25	78	81	si	no	si	no
I26	170	62	si	no	si	no
I27	191	60	si	no	si	no
I28	345	74	si	no	si	no
I29	124	53	si	no	si	no
I30	65	11	no	no	si	no
I31	113	82	si	no	si	no
I32	23	23	si	si	si	si
I33	70	81	si	no	si	no
I34	80	80	si	no	si	no
I35	345	69	si	no	si	no
I36	226	46	si	no	si	no

D: Diaclasa
E: Estratos

Buzamiento t 90
Azimut: at 27
Friccion 22

OWPACI

TABLA 9

**ANALISIS CINEMATICO DE TALUDES EN MACIZOS ROCOSOS
FALLA POR VOLTEO
BARRIO JUAN PABLO II - SECTOR GRAN CHAPARRAL**

TALUD No DERECHO ORIENTACION N 56 W

Plano No	Az. de Buz. ab	Buzamiento b	Posibilidad Cinemática		Posibilidad de falla por Volteo
			(at+150) < ab < (at+210)	t > (90-b+φ)	
E	270	26	no	si	no
D1	20	82	no	si	no
D11	5	82	no	si	no
D12	25	82	no	si	no
D2	165	90	no	si	no
D3	60	65	no	si	no
D31	80	62	no	si	no
D4	315	82	no	si	no
D5	210	75	no	si	no

D: Diaclasa Buzamiento t 90
E: Estratos Azimut: at 214
Friccion 22

TALUD No IZQUIERDO ORIENTACION N 63 W

Plano No	Az. de Buz. ab	Buzamiento b	Posibilidad Cinemática		Posibilidad de falla por Volteo
			(at+150) < ab < (at+210)	t > (90-b+φ)	
E	270	26	no	si	no
D1	20	82	no	no	no
D11	5	82	no	no	no
D12	25	82	no	no	no
D2	165	90	no	no	no
D3	60	65	no	no	no
D31	80	62	no	no	no
D4	315	82	no	no	no
D5	210	75	no	no	no

D: Diaclasa Buzamiento t 90
E: Estratos Azimut: at 27
Friccion 22

ANEXOS

REGISTRO PERFORACION-PROYECTO CIUDAD BOLIVAR FASE II

SITIO UBICACIÓN GRAN CHAPARRAL

POZO No: 1
CAJA No: GC-1

FECHA	TIPO DE AVANCE	PROF. INICIAL (m)	PROF. FINAL (m)	LONG. RECUPERADA (m)	MUESTRA NUMERO	TIPO MUESTRA	DESCRIPCION	SPT			OSERVACIONES
								N1 6"	N2 6"	N3 6"	
Nov. 25/95	R-S	0.00	1.36	0.25		BQ	Relleno limoso algo arenoso café grisáceo muy orgánico y de humedad media.				Contaminado.
	R-S	1.36	1.64	0.34		BQ	Idem.				
	R-S	1.64	2.14	0.28		BQ	Idem, al final bloque de arenisco ϕ 15 cm aprox.				
	R-S	2.14	2.40	0.10		BQ	Idem.				
	R-S	2.40	2.58	0.12		BQ	Arcilla limosa habana amarillenta de alta plasticidad y humedad, algo de gravas.				Oxidada y algo orgánica.
	R-S	2.58	2.74	0.12	1	BQ	Idem.				Idem.
	R-W	2.74	3.22	0.40		BQ	Idem.				Aumenta la oxidación
Nov. 27/95	R-W	3.22	3.35	0.12		BQ	Idem.				Idem.
	R-W	3.35	3.51	0.08		BQ	Arcilla grisacea firme y algo oxidada. Algunas estructuras heredadas				

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

SITIO GRAN CHAPARRAL
UBICACIÓN

POZO No: 1
CAJA No: GC-1

FECHA	TIPO DE AVANCE	PROF. INICIAL (m)	PROF. FINAL (m)	LONG. RECUPERADA (m)	MUESTRA NUMERO	TIPO MUESTRA	DESCRIPCION	SPT			OSERVACIONES
								N1 6"	N2 6"	N3 6"	
Nov. 27/95	R-w	3.51	3.65	0.13		Barreno	Arcilla firme y algo oxidada.				Possiblemente es roca in situ.
	R-w	3.65	3.87	0.20		Barreno	Arcillolita gris clara oxidada, muy fisurada y meteorizada.				
	R-w	3.87	4.43	0.40		Barreno	Idem.				
	R-w	4.43	4.60	0.15	2	Barreno	Arcillolita café oscura algo oxidada.				
	R-w	4.60	5.29	0.69		Barreno	Idem, muy fisurada				Recuperacion total.
	R-w	5.29	5.85	0.47		Barreno	Idem.				
	R-w	5.85	6.41	0.53	3	Barreno	Idem.				
	R-w	6.41	7.16	0.50		Barreno	Idem, aumenta la humedad.				Muy oxidada.
		7.16					FIN PERFORACION				

SUELOS Y PAVIMENTOS

G. ROJAS ROJAS

CALLE 80 No 51-64

TELEFAX : 2 - 25 - 47 - 60

LIMITES DE ATTERBERG

PROYECTO:	CIUDAD BOLIVAR	LUGAR:	GRAN CHAPARRAL	FECHA:	ENERO - 4 - 95
CLIENTE:	INGEOMINAS				
PERFORACION:	1	MUESTRA:	1	PROFUNDIDAD:	2.13 - 2.74 m.
DESCRIPCION:	ARCILLA ALGO LIMOSA GRIS HABANA CON OXIDACIONES, CONSISTENCIA FIRME				
OBSERVACIONES					

	LIMITE LIQUIDO			LIMITE PLASTICO		W _n
No GOLP	40	28	14			
No recip	54	4	116	45	39	42
P1	44.12	47.38	47.91	15.37	15.80	240.00
P2	33.38	35.02	34.50	13.93	14.35	205.20
P3	6.65	6.40	6.13	6.33	6.50	18.90
W %	40.2	43.2	47.3	18.9	18.5	18.7

LIMITE LIQUIDO 43.4 % ✓
 LIMITE PLASTICO 18.7 % ✓
 INDICE DE PLASTICIDAD 24.7 % ✓

CLASIFICACION U.S.C C L ✓
 INDICE DE LIQUEZ -0.001
 INDICE DE CONSISTENCIA 1.001
 INDICE DE FLUIDEZ 15.548

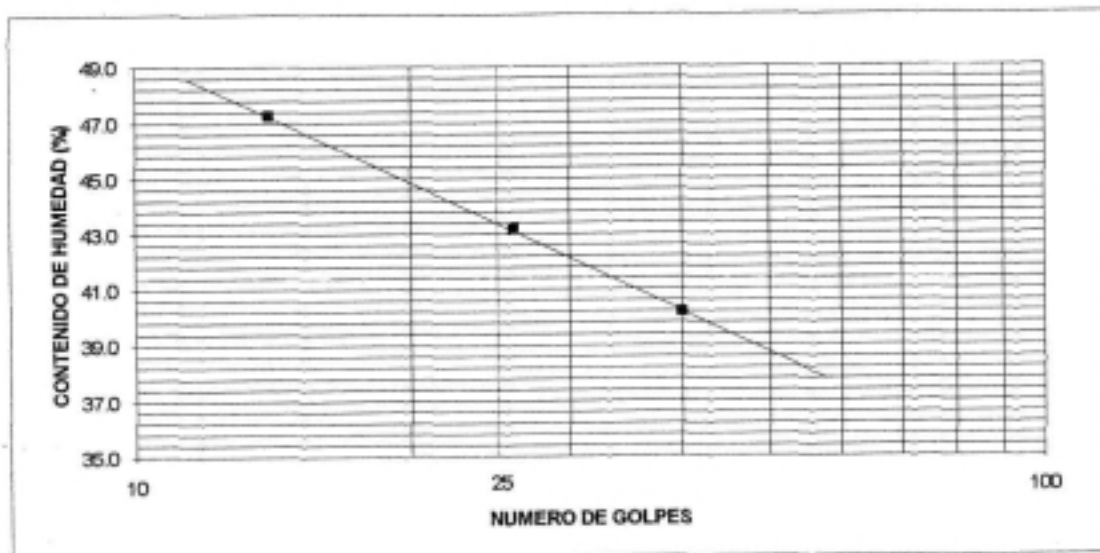
WTMS	186.30	SUMA W.R.
WLST200		ERROR%

TAMIZ	W RETEN	W.RET.CORR	% RETENIDC	%PASA
2"				
1 1/2"				
3/4"				
1/2"				
3/8"				
N 4				
N10				
N40				
N200				
FONDO				
SUMAS				

R_{pl} = 2.0-3.2 Kg/cm²

PESO UNIT.	
D (cm)	5.95
h (cm)	7.1
Wt (g)	419.5
YT (T/M ³)	2.125 ✓
YD (T/M ³)	1.790

GRAVA _____ %
 ARENA _____ %
 FINOS _____ %



LABORATORISTA

SUELOS Y PAVIMENTOS
G. ROJAS ROJAS
 CALLE 80 No. 51 - 64
 TELEFAX : 2 - 25 - 47 - 60

COMPRESION INCONFINADA

PROYECTO :	CIUDAD BOLIVAR	LUGAR:	GRAN CHAPARRAL	FECHA:	DIC -29 - 95
CLIENTE :	INGEOMINAS				
PERFORACION	1	MUESTRA:	3	PROFUNDIDAD:	5.85 - 6.41 mts
DESCRIPCION :	ARCILLOLITA GRIS CARMELITA CON OXIDACION , FISURADA				

DIAMETRO Do	3.5	cm
ALTURA Ho	7.18	cm
AREA INICIAL Ao	9.62	cm ²
VOLUMEN Vo	69.08	cm ³
PESO SUELO Wt	155.50	g
PESO UNIT. TOTAL	2.251	g / cm ³
PESO UNIT. SECO	2.117	g / cm ³

Wn
3T
261.40
248.30
41.60
6.3%

CARGA 420.5 Kg
 ESFUERZO NORMAL 43.7 Kg / cm ²

ESQUEMA DE FALLA



PERFORACION	1	MUESTRA:	2	PROFUNDIDAD:	4.43 - 4.46 mts
DESCRIPCION :	ARCILLOLITA GRIS OXIDADA <u>4.60</u>				

DIAMETRO Do	3.5	cm
ALTURA Ho	9.4	cm
AREA INICIAL Ao	9.62	cm ²
VOLUMEN Vo	90.44	cm ³
PESO SUELO Wt	200.00	g
PESO UNIT. TOTAL	2.211	g / cm ³
PESO UNIT. SECO	2.123	g / cm ³

Wn
2T
220.00
212.60
36.00
4.2%

CARGA 279.1 Kg
 ESFUERZO NORMAL 29.0 Kg / cm ²

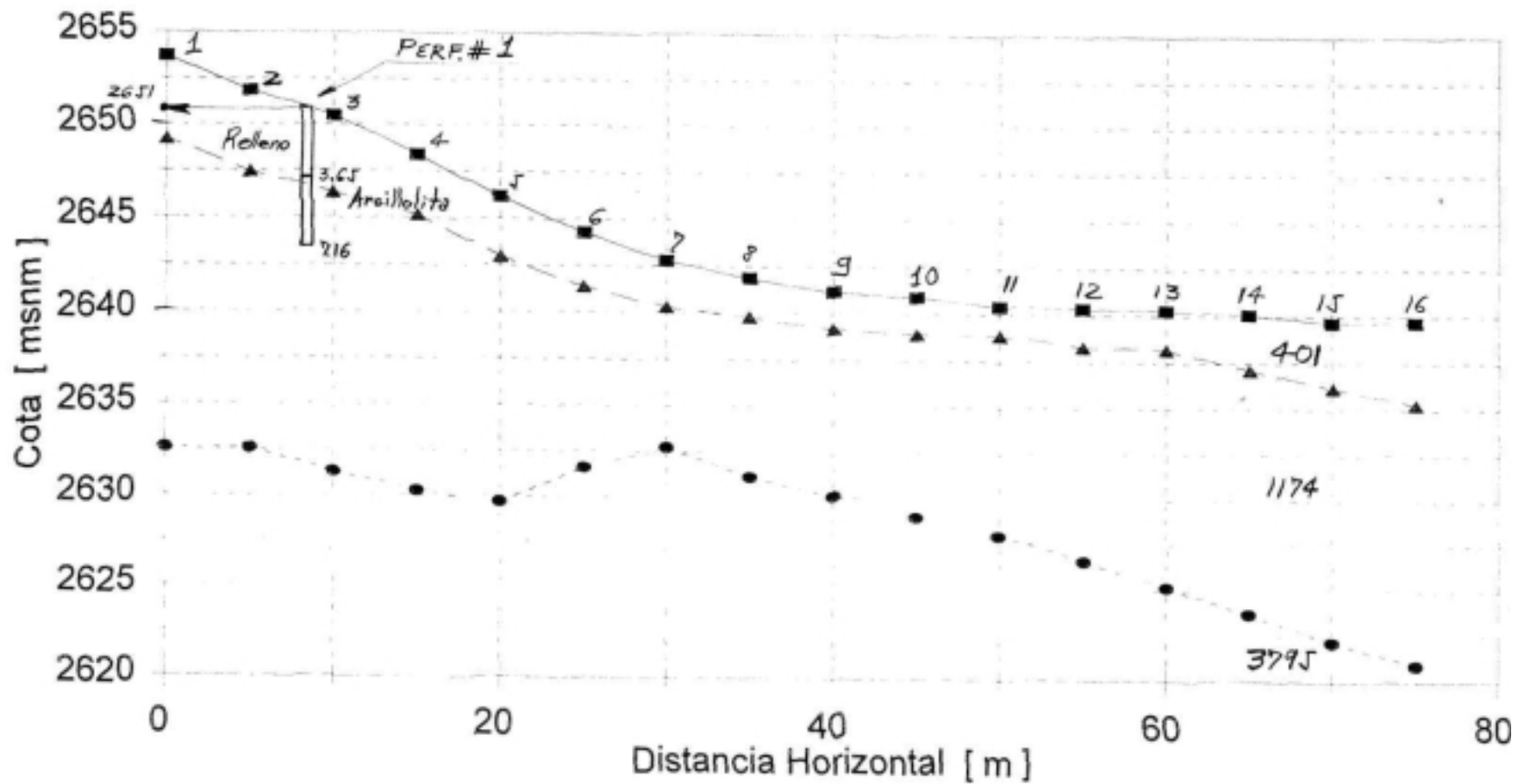
ESQUEMA DE FALLA



LABORATORISTA _____

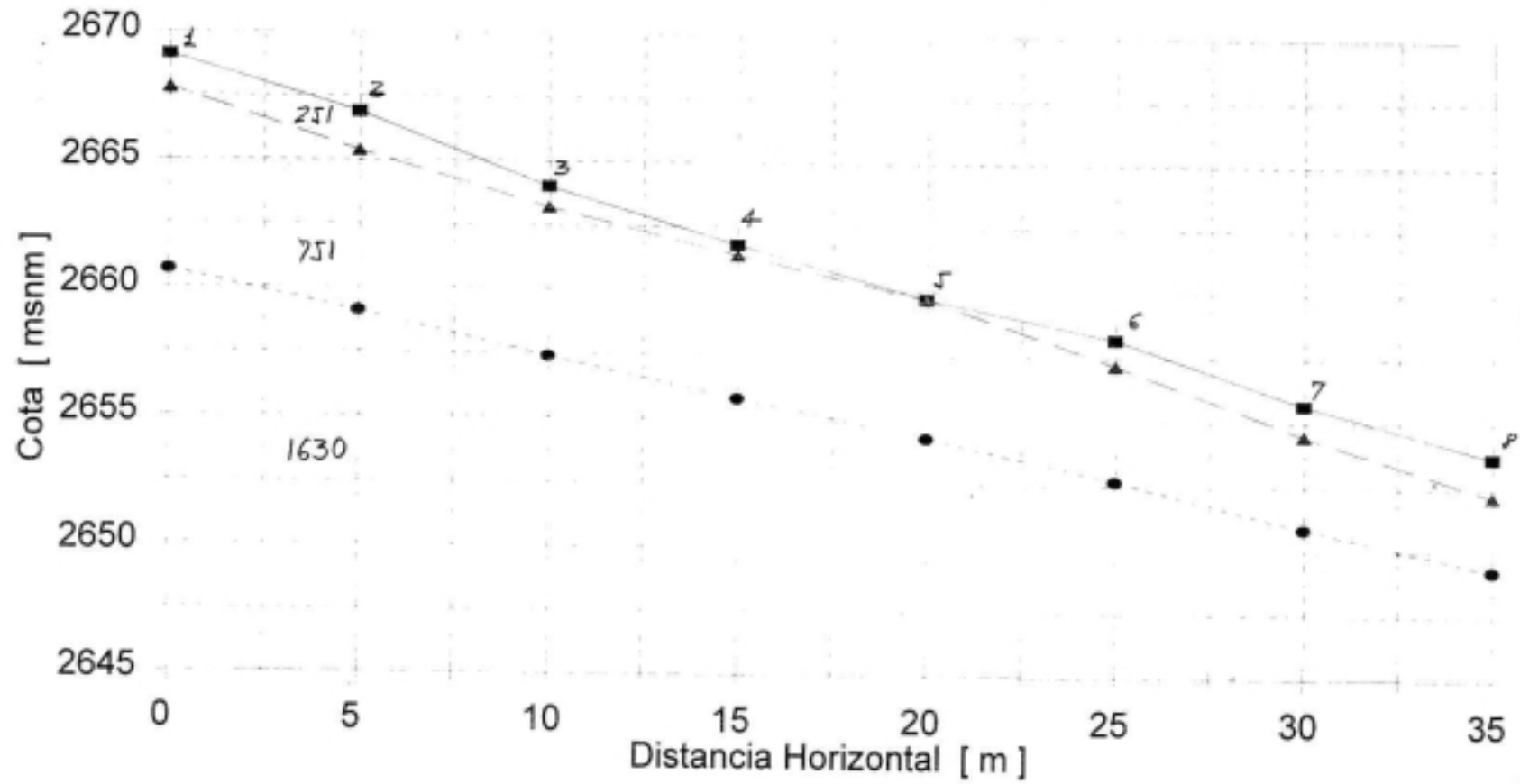
ANEXO 2
LINEAS DE GEOFISICA

CHAPARRAL
GEOFISICA - LINEA 1B



CHAPARRAL

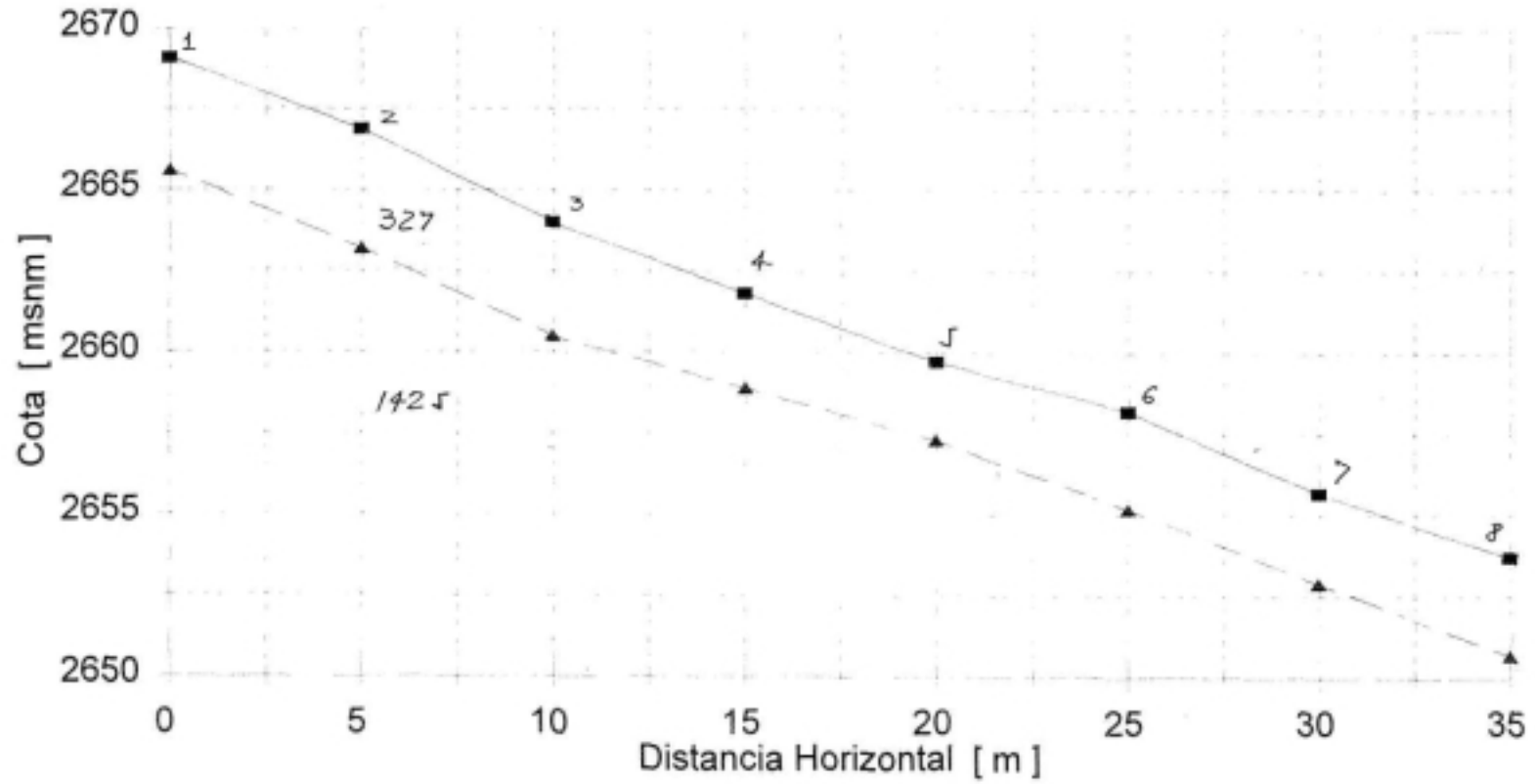
GEOFISICA - LINEA 1A



(1^a Alternativa)

CHAPARRAL

GEOFISICA - LINEA 1A2



(2^a Alternativa)



MEDIDAS DE CANTIDAD DE OBRA	
OBRA:	GRAN CHAPARRAL
PLANO:	Nº 3
EJECUTANTE:	INGENIERIA 6EAMBIENTAL
FECHA:	ABRIL 1996

HOJA No DE

1	2	3	4	1	2	3	4
			1) GAVIONES				
1	8						
	50	400	m ³				
			2) EXCAVACION				
1	52.5		• Perfilado talud.				
	40	2100	m ³				
			• Zanja de Coronación.				
1	0.40						
	215	86	m ³				
			• Filtro Francés				
1	0.60						
	120	72	m ³				
			• Gaviones				
1	4						
	3						
	50	600	m ³				
		2858	m ³				
			3) MATERIAL DE FILTRO (Lena)				
			• Subdren Corien				
1	2						
	50	100	m ³				
			• Filtro Francés				
1	0.60						
	120	72	m ³				
		112	m ³				
			4) GEOTEXTIL				
			• Subdren Corien				
1	6.2						
	50	310	m ²				
			• Filtro Francés				
1	2.12						
	120	254.4	m ²				
		564.4	m ²				
			5) CONCRETO f'c= 2500 psi				
			• Zanja de Coronación				
1	1.7						
	0.1						
	215	86	m ³				
			6) RECEO COMPACTADO				
			• Zanja de Coronación				
1	1.7						
	0.1						
	215	86	m ³				

ANEXO 4

PROYECTO CIUDAD BOLIVAR FASE II SITIO GRAN CHAPARRAL

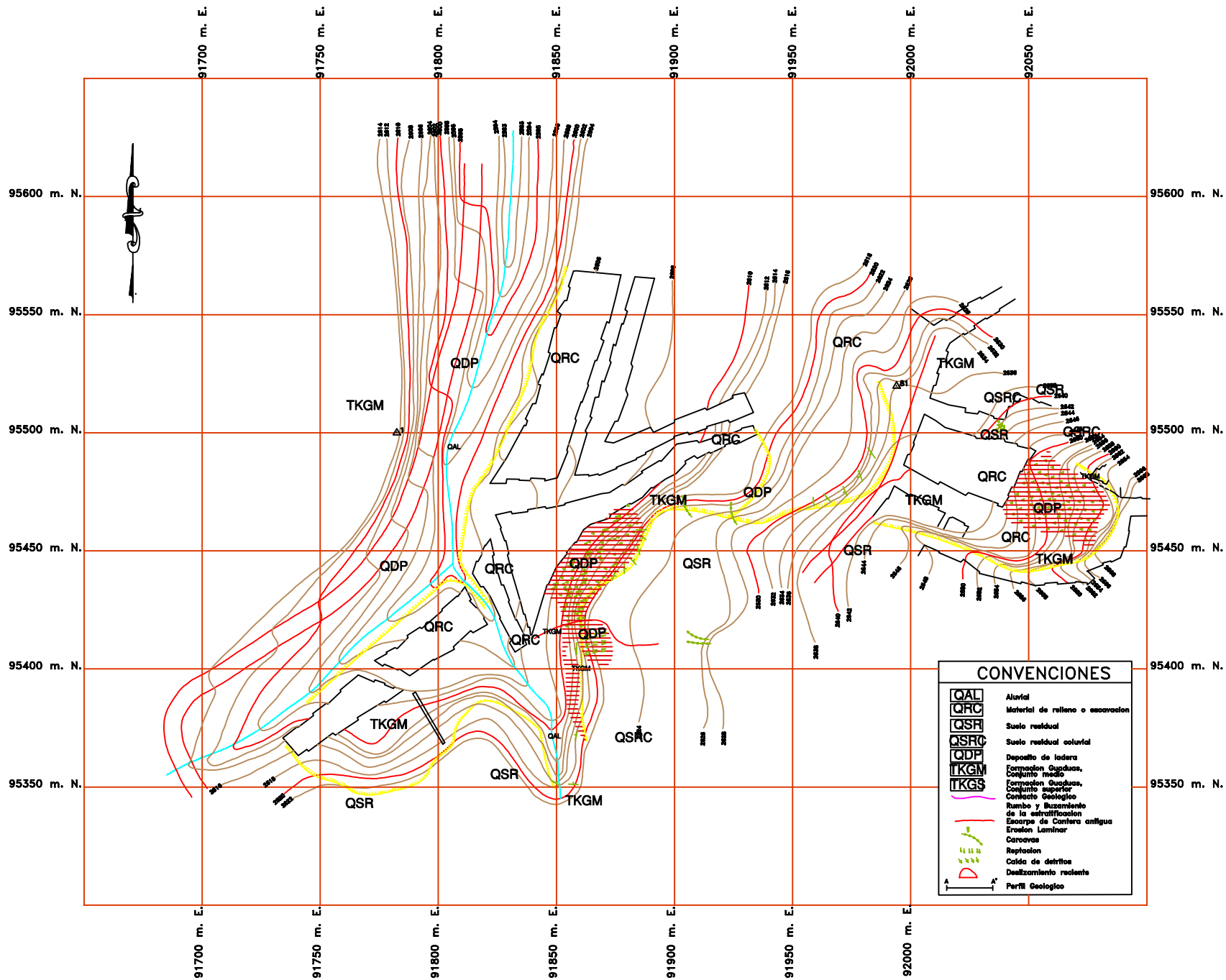
Presupuesto Aproximado según Medidas Correctivas

ITEM	MATERIAL	UNIDAD	CANTIDAD	Precio Unitario	valor total (Millones de \$)
1	Gaviones	m ³	400.00	72,015.00	28.81
2	Excavación en roca	m ³	2,858.00	14,071.00	40.21
3	Concreto 2500 psi	m ³	86.00	104,071.00	8.95
4	Recebo Compactado	m ³	86.00	14,798.00	1.27
5	Material de Filtro	m ³	172.00	27,500.00	4.73
6	Geotextil no tejido 1600 PAVCO	m ²	564.40	795.60	0.45
SUBTOTAL					84.42
A.I.U.(25%)					21.11
TOTAL					105.53

pre-gcha.xls

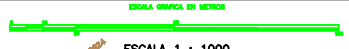
NOTA: Estos precios no incluyen I.V.A.

PLANOS



CONVENCIONES	
QAL	Alluvial
QRC	Material de relleno o excavacion
QSR	Suelo residual
QSRC	Suelo residual coluvial
QDP	Deposito de lodera
TKGM	Formacion Guaduas, Conjunto medio
TKGS	Formacion Guaduas, Conjunto superior
	Contacto Geologico
	Rumbo y Bisuzamiento de la estratificacion
	Escarpe de Cantera antigua
	Erosion Laminar
	Carreteras
	Replacacion
	Cañal de detritos
	Deslizamiento reciente
	Perfil Geologico

TOPOGRAFIA



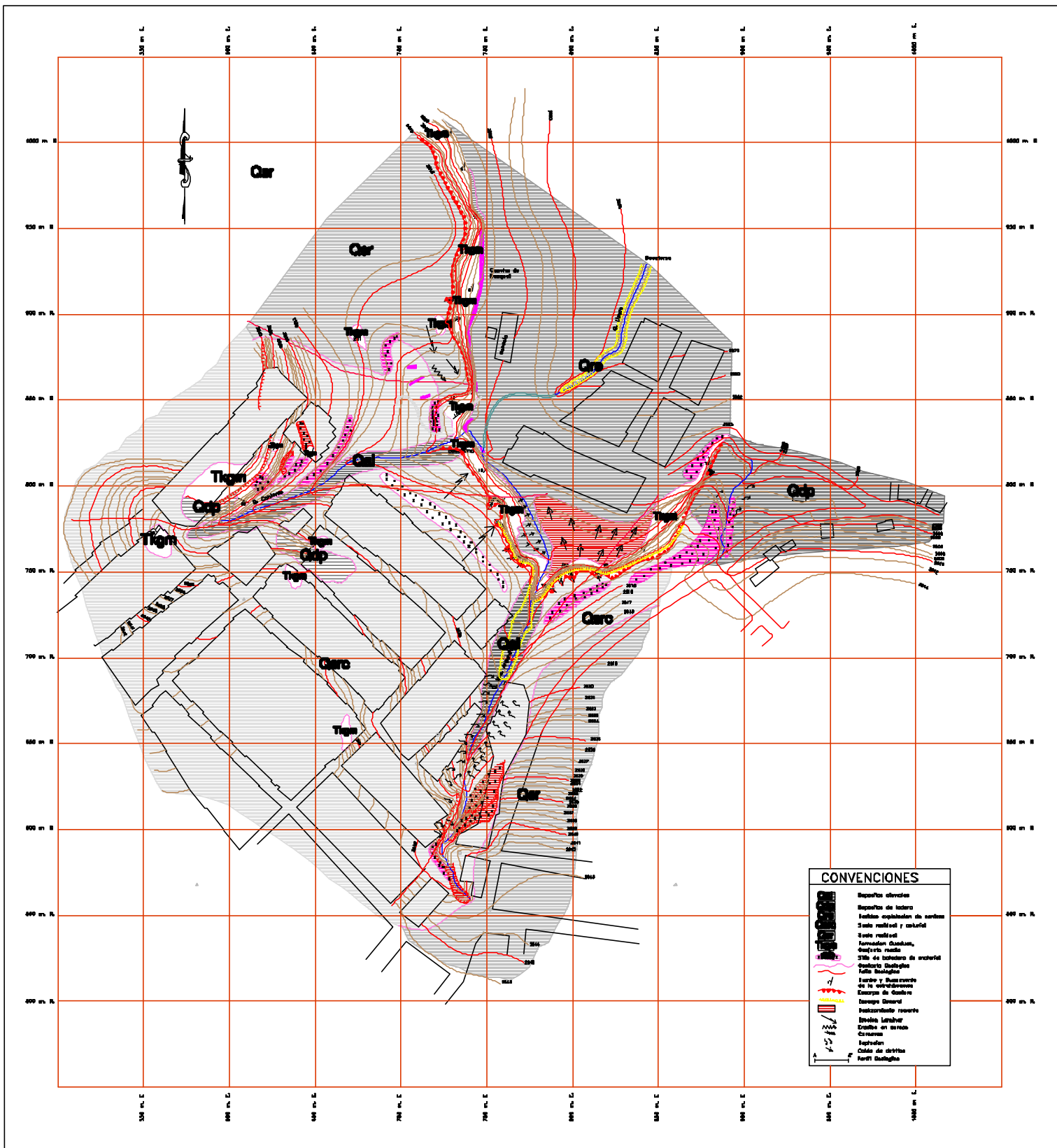
ESCALA 1 : 1000

DIBUJO: INGENIERIA GEOAMBIENTAL PLANO No. _____
 AUTOR: INGENIERIA GEOAMBIENTAL FECHA: NOVIEMBRE DE 1995

- ALCANTARILLA
- AREA CONSTRUIDA
- BOGOTANA
- CARRETERA PAVIMENTADA
- CARRETERA SIN PAVIMENTAR
- CANAL
- CURVA DE NIVEL INDICE
- GAJON
- RIO O QUEBRADA

CONVENCIONES





<p>MINISTERIO DE ENERGÍA Y HIDROCARBUROS</p> <p>DEPARTAMENTO ADMINISTRATIVO DE PLANEAMIENTO</p> <p>EMPRESA DE ENERGÍA ELÉCTRICA DE BUENOS AIRES</p>	<p>MAPA GEOLÓGICO Y GEOMORFOLÓGICO</p> <p>ESCALA 1 : 2000</p> <p>DIBUJO: INGENIERA GEOMBIENTAL PLANO No.</p> <p>AUTOR: INGENIERA GEOMBIENTAL FECHA: AGOSTO DE 1995</p>		<p>ALICORNILLA</p> <p>AREA CONTROLADA</p> <p>POCOTINA</p> <p>CARRERA PARALELA</p> <p>CARRERA SIN PARALELA</p> <p>CANAL</p> <p>CIENA DE NIVEL INDE</p> <p>CAJON</p> <p>RD O CUERPO</p>
	<p>ESTUDIO GEOTÉCNICO DETALLADO BARRIO JERUSALEN</p> <p>SECTOR CANTERA Y NUEVA ARGENTINA</p>		

PLANO N° 3
(No se encuentra disponible en medio magnético)