



DEPARTAMENTO ADMINISTRATIVO DE PLANEACION DISTRICTAL
EMPRESA DE ENERGIA ELECTRICA DE BOGOTA

ESTUDIO GEOTECNICO SECTOR JUAN JOSE RONDON
FASE II

CONVENIO INTERADMINISTRATIVO No. 017 DE DICIEMBRE DE 1993

Santafé de Bogotá D.C., Diciembre de 1995

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

000002

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

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

**ESTUDIO GEOTECNICO SECTOR JUAN JOSE RONDON
FASE II**

CONVENIO INTERADMINISTRATIVO No. 017 DE DICIEMBRE DE 1993

Santafé de Bogotá D.C., Diciembre de 1995

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.	4
3.3 Exploración del Subsuelo.	4
3.3.1 Levantamiento Estructural del Macizo.	4
3.3.2 Prospección Geofísica.	5
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.	6
4.2 Suelos.	6
5.0 ANALISIS HIDROLOGICO E HIDRAULICO.	7
5.1 Análisis Hidrológico de las Subcuencas.	7
5.1.1 Precipitación.	7
5.1.2 Caudal Máximo.	7
5.2 Análisis Hidráulico.	8
5.2.1 Diseño de la Cuneta.	8
6.0 ANALISIS DE ESTABILIDAD	8

ESTUDIO GEOTÉCNICO BARRIO JUAN JOSE RONDON - SANTA FE DE BOGOTÁ D.C.

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 Talud Occidental.	10
7.2 Talud Oriental.	11
7.3 Obras Complementarias.	11
7.4 Obras Paisajísticas.	11

FIGURAS

TABLAS

PLANOS

ANEXOS

LISTA DE FIGURAS

1. Localización General.
2. Localización de Estaciones, Trincheras, Líneas de Geofísica.
3. Levantamiento de Macizos Rocosos.
4. Análisis de Frecuencia.
5. Columna Estratigráfica AA'.
6. Columna Estratigráfica CC'.
7. Columna Estratigráfica DD'.
8. Histograma - Estación El Tunal.
9. Diseño Sección Trapezoidal de la Cuneta.

LISTA DE TABLAS

1. Ensayos de Carga Puntual y Peso Unitario.
2. Registro Histórico de Precipitación Mensual, Estación El Tunal.
3. Estimación de los Parámetros de Hoek - Brown y envolvente equivalente de Mohr.
4. Estimación de los Parámetros de Hoek - Brown y envolvente equivalente de Mohr.

ESTUDIO GEOTÉCNICO BARRIO JUAN JOSE RONDÓN - SANTA FE DE BOGOTÁ D.C

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 por Volteo.
8. 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. Levantamiento de Trincheras.
3. Cantidades de obra
4. Presupuesto aproximado según medidas correctivas
5. Medidas correctivas. Corte 1-1'
6. Medidas correctivas. Corte 2-2'

ESTUDIO GEOTÉCNICO BARRIO JUAN JOSE RONDON

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 que presentan deslizamientos frecuentes; se evidencian procesos antiguos de remoción en masa, alto grado de erosión, y los procesos denudativos se pueden asociar a períodos lluviosos.

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 del talud.

2.0 GENERALIDADES

2.1 Localización

El sector de Juan José Rondón se localiza en la zona baja de la cuenca de la quebrada Limas, sobre el costado izquierdo de la misma; y entre las cotas 2590 y 2600 m.s.n.m.

Para efectos de este estudio se tomaron como límites del sector las coordenadas 96000-96400 N y 91450-91900 E. El área anterior colinda al norte con el barrio Candelaria La Nueva, al suroccidente con los barrios Perdomo Alto y Sierra Morena, y al oriente con la margen izquierda de la quebrada Limas.

2.2 Descripción del Problema

El sector denominado "Juan José Rondón" corresponde a un talud de 300 m de longitud y 30 m de altura máxima. En la parte sur se encuentra entallado en rocas de la formación Guaduas Conjunto Medio y la parte norte en depósitos de acumulación de estériles.

Morfológicamente las laderas tienen pendientes entre 50° y 70° y localmente son verticales, están conformados en depósitos recientes de estériles que frente a la acción de las aguas lluvias crean problemas de inestabilidad de tipo retrogresivo, aumentando el volumen de material involucrado. 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 rocas de la Formación Guaduas no evidencian problemas de inestabilidad pero sí de erosión y degradación del macizo rocoso por intemperismo.

En la parte alta, adyacente a la vía, se encuentra un tanque de almacenamiento de agua, el cual presenta continuas fugas. Estas aguas corren libremente o se infiltran sobre la vía y el talud en estudio, saturando la masa e intensificando los frentes de erosión sobre el talud.

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. Mientras el servicio de alcantarillado de aguas servidas y lluvias es deficiente o no existe.

La red vial no obedece a una planificación urbana, y es el resultado de necesidades mediatas de la comunidad para lograr su accesibilidad. Las vías existentes no cuentan con los parámetros geométricos y técnicos adecuados ni con un sistema de drenaje que encauce las aguas de escorrentía superficial.

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 (**Piano 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 y; de una exploración en profundidad de tal forma que permitiera definir la forma o geometría de los depósitos mediante métodos directos como sondeo 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 Medio, y depósitos no consolidados del cuaternario.

La **Formación Guaduas Conjunto Medio (Tkgm)**, en el sector está constituida por una secuencia de areniscas gris claras y amarillas, de grano fino a muy fino, cuarzosas, duras, moderadamente friables a muy friables en estratos de 5 cm a 80 cm de espesor y con frecuentemente cambios laterales a lodolitas y arcillolitas. Presenta intercalaciones de arcillolitas grises oscuras y amarillas; blandas, laminadas en estratos de 2 cm a 10 cms de espesor, y en menor proporción lentes de limolitas gris claras a oscuras. Las rocas, en general, están moderadamente fracturadas y presentan variaciones en la orientación de NW a NE, y buzamiento del SW al NW.

El cuaternario está constituido por depósitos aluviales, suelos residuales, depósitos de ladera y coluviales, y materiales de desechos de excavaciones (estériles) y construcción.

Los **Depósitos Aluviales (Qal)** se presentan en las márgenes de la pequeña quebrada que discurre por la parte occidental del área de estudio. Se distinguen dos clases de cuerpos: el primero de mayor magnitud, aflora principalmente en las orillas, corresponde a depósitos aluviales antiguos constituidos por arenas y limos con muy pocos cantos de areniscas; y el segundo depósito de menor magnitud, aflora en el lecho de la quebrada, constituye los aluviones actuales recientes.

Los **Suelos Residuales (Qsr)** afloran en la parte más alta del sector (noreste); son materiales de poco espesor, por lo general menores a 1,5 m y son el producto de la meteorización del material parental de la Formación Guaduas.

Los **Depósitos Coluviales (Qc)**, corresponden a materiales que contienen fragmentos líticos principalmente de areniscas embebidas en matriz arcillosa, indicativos de algún transporte, afloran en algunos sectores y su espesor no sobrepasa los 2.0 m.

Los **Depósitos de Ladera (Qdp)**, corresponden a materiales que han tenido algún transporte procedentes de movimientos en masa antiguos, caracterizados por tener un considerable porcentaje de fragmentos y bloques de areniscas y otros tipos de roca, embebidos en matriz areno-limosa, poco consolidada y cuyo espesor oscila entre pocos centímetros y los 4.0 m.

Los **Materiales de Desechos de Explotación (Qre)**, son estériles procedentes de las explotaciones de antiguos canteras con espesores que pueden alcanzar entre 6.0 y 8.0 m.

En algunos sectores y cubriendo los materiales anteriores se presenta una capa de suelo gris oscuro y limo-arenoso, con abundante materia orgánica y espesor hasta de 50 cm.

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 datos estructurales variables, con rumbos y buzamientos entre N69W / 14SW, N72E / 7NW y los estratos responden a la marcada tectónica de la zona porque el sector se localiza sobre el eje de un Anticlinal.

El macizo rocoso se encuentra moderadamente fracturado, y localmente muy fracturado, presenta diversas familias preferenciales de discontinuidades cuya condición "promedio" varía según su posición relativa al eje del plegamiento.

Entre los factores tectónicos más sobresalientes se distingue la traza de la Falla Terreros, que se encuentra alineada con el cauce de la quebrada, con orientación NW.

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 lenguetas 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 tres líneas 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 geofísicos y de las trincheras.

3.3.1 Levantamiento Estructural del Macizo

Para el levantamiento estructural se tomó información de discontinuidades en dos sectores en el costado sur del talud. Se identificaron orientaciones, separación, abertura, tipo relleno y persistencia de los sistemas principales y secundarios. En total se tomaron 121 datos estructurales, que se representaron en una red ciclográfica (Figuras 3 y 4), Resultando como, sistemas de discontinuidades representativas en cada estación las siguientes

	Estación 1	Estación 2
Estratificación	N69W / 14 ^{SW} NW	N72E / 7NW
Diaclasa principal	N58W / 86 NE N78E / 85 SE	N86W / 75N N70E / 80NW
Diaclasa secundaria	N60E/80SE	N85E / 40N

Las diaclasas principales se caracterizan por presentar persistencia continua, espaciamiento de próximas entre 10 y 40 cm, cerradas, de rugosidad onduladas a lisas.

Las diaclasa secundarias presentan una persistencia discontinua con espaciamiento entre próximo a muy próximo, entre 5 y 30 cm. En general, están ligeramente abiertas, con relleno limo arenoso o sin relleno, y de rugosidad planar a rugosa.

La estratificación es delgada a mediana, con espesores de estratos entre 5 y 80 cm en las areniscas y, entre 2 a 10 cm en las arcillolitas.

3.3.2 Prospección Geofísica

Se realizaron 4 líneas de prospección geofísica, que permitió definir la geometría de los depósitos inconsolidados recientes localizados a lo largo de los cauces. En la Figura 2 se presenta la localización de las líneas de prospección.

3.3.3 Exploración Directa

3.3.3.1 Trincheras

Se aprovecharon los taludes pseudoverticales, sobre los cuales se levantaron tres (3) columnas estratigráficas detalladas, identificando tipo, espesores y condición local de la roca (Figuras 5, 6 y 7).

3.3.3.2 Sondeos Mecánicos

En el cuerpo central del deslizamiento, en el talud oriental, se realizaron dos perforaciones con equipo mecánico (rotación) para determinar el espesor y características del depósito movido; y deducir la superficie de falla.

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

 ESTUDIO GEOTÉCNICO BARRIO JUAN JOSÉ RONDÓN - SANTA FE DE BOGOTÁ D.C

La clasificación del macizo rocoso se realizó con base en los métodos Hoek (Geological Strength Index, SGI, 1994), y Bieniawski (Rock Mass Rating, RMR, 1976).

Los bancos de arenisca se clasificaron con:

Rock Mass Rating (RMR) = 31-41
 Geological Strength Index (GSI) = 35-40

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

RMR = 25 - 30
 GIS = 30 - 35

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

4.1.2 Caracterización del Macizo Rcoso

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 3 y 4, se presentan los parámetros de resistencia definidos para el macizo rocoso.

4.2 Suelos

En el área de estudio se diferencian dos tipos de suelos a saber, el primero encierra depósitos cuaternarios originados por alguno de los agentes de formación y propios del paisaje geológico; dentro de ellos se tienen los depósitos aluviales, que inicialmente fueron mantos continuos y están conformados por fragmentos líticos heterométricos redondeados en matriz arcillo-arenosa con gravas. El segundo tipo de depósitos engloba estériles provenientes de las explotaciones mineras del sector, utilizados para la conformación morfológica de las zonas de explotación; y constituidos por bloques heterométricos angulares y subangulares en matriz areno-arcilloso o arcillo-arenosa, heterogénea anisotrópica y poco coherente, con espesores hasta de 8 m. Estos depósitos corresponden a los cuerpos principales sobre los que se han desarrollado los diferentes movimientos del sector.

5.0 ANÁLISIS HIDROLÓGICO E HIDRÁULICO

El área de estudio se localiza en la zona baja de la subcuenca de la quebrada Limas, su sistema de drenaje está conformado por dos sectores, el primero en la parte alta donde actúa la escorrentía superficial producto de la lluvia cuyo recorrido está definido por las características geomorfológicas, generando a su paso frentes erosivos y ablandamiento de la masa superficial del suelo. El segundo en la parte baja, está definido por un cauce natural, que en adelante se denominará quebrada San Jose, el cual drena en sentido SE hasta desembocar en la quebrada Limas. Para el análisis hidráulico e hidrológico se estudiará la parte alta del sector por estar asociada a los problemas de inestabilidad.

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.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 2).

La característica general de la distribución anual de las lluvias se presenta en forma bimodal con periodos lluviosos entre los meses de marzo a mayo y septiembre a noviembre y periodos secos entre los meses de diciembre a febrero y de junio a agosto (Figura 8).

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, fué 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

tc = horas

entonces:

$$tc = 0.9466 \left(\frac{0.36}{\sqrt{138.89}} \right)^{0.77}$$

con tc = 3.87 min., para efectos de diseño se tomó tc=10 min. y para un Tr = 50 años obtenemos i = 115 mm/h

Por lo tanto:

$$Q = 0.00278 \times 0.5 \times 115 \frac{\text{mm}}{\text{h}} \times 1.83 \text{ ha}$$

$$Q = 0.3 \text{ m}^3/\text{s}$$

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 la 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 = 0.13 m; la sección típica se muestra en la Figura 9.

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. Y se consideró que el macizo no presenta posibilidad de falla planar (Talud Infinito) y circular.

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:

	Estación 1	Estación 2
Estratificación	N69W / 14 NW	N72E / 7NW
Diaclasa principal	N58W / 86 NE N78E / 85 SE	N86W / 75N N70E / 80NW
Diaclasa secundaria	N60E/80SE	N85E / 40N N48E / 80NW

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 y 6 muestra los datos de entrada, y los resultados para diferentes condiciones.

Con las inclinaciones y direcciones actuales de los taludes, N-S / 80°, E-W / 45, N71W / 80, N42W / 80 se determinó que no hay posibilidad de falla planar a lo largo de las discontinuidades.

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 7 y 8 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 de 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 el 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 Rocosó

De acuerdo con los resultados presentados en los numerales 6.2.1 y 6.2.2, se establece que taludes orientados en dirección NW y EW son estables y su deterioro en la estabilidad está asociado con sectores donde se ha socavado la base de los mismos, facilitando la posibilidad cinemática de falla planar.

El talud occidental con orientaciones EW, presenta una condición de buzamiento de los estratos favorable a la estabilidad, y la posibilidad de falla planar o en cuña es mínima y la posibilidad de falla por volteo se encuentra controlada por la altura de los escarpes (< 5 m) y el tamaño de las unidades involucradas es pequeño.

El talud oriental presenta condiciones favorables a que ocurran fallas planares por la estratificación, debido a la influencia del plegamiento local definido en la zona de corte. Igualmente la posibilidad de volcamiento se presenta por las discontinuidades orientadas 355/75, y 340/80, las cuales generan caídas de bloques ($L < 30$ cm).

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 (costado oriental), o en lo posible deben ser retirados parcial o totalmente para evitar falla de estos depósitos (costado occidental).

El tipo de tratamiento se definió con base en las características geométricas de los depósitos y con el macizo (presenta entramamiento).

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.

7.1 Talud Occidental

Definido entre las coordenadas 91500 E y a la altura de 96300 N; se recuperará mediante la remoción de los depósitos de estériles de poco espesor que se encuentran dispuestos en forma aleatoria sobre el macizo rocoso. Las superficies terminadas corresponderán a la condición geométrica presente en el macizo, perfilando las caras y buscando una pendiente uniforme, de tal

forma que se retiren los bloques o zonas sobresalientes. Luego, se buscará su protección mediante empedramiento.

7.2 Talud Oriental

Localizado entre las coordenadas 91650 E a 91750 N. Las obras de adecuación del sector estarán compuestas por muros en gaviones de 7 m de altura y cimentados en dos tramos. El primero sobre la cota 2594 en una longitud de 60 m, y el segundo de longitud 30 m apoyado sobre la cota 2588. Las superficies terminadas de los taludes se conformarán con inclinación máxima 1.5H = 1.0V. En el contrapie del muro en gaviones se construirán trincheras drenantes de 2 m de profundidad y 70 cm de base, cuyo efluente se conducirá al sistema de aguas lluvias del sector. Anexos 5 y 6.

7.3 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 y trincheras en la vía. En las áreas adyacentes al talud se construirán zanjas interceptoras y filtros que capten y conduzcan las aguas lluvias (superficiales y de infiltración).

Como medida preventiva y de mitigación deberá hacerse una inspección detallada del funcionamiento y estado del tanque de almacenamiento de agua que se encuentra sobre la vía de acceso, parte alta del talud y que en el momento del estudio presentaba fugas de agua por rebosamiento y según la comunidad, el tanque puede presentar filtraciones.

En el Plano 3 se muestran las medidas correctivas propuestas.

7.4 Obras Paisajísticas

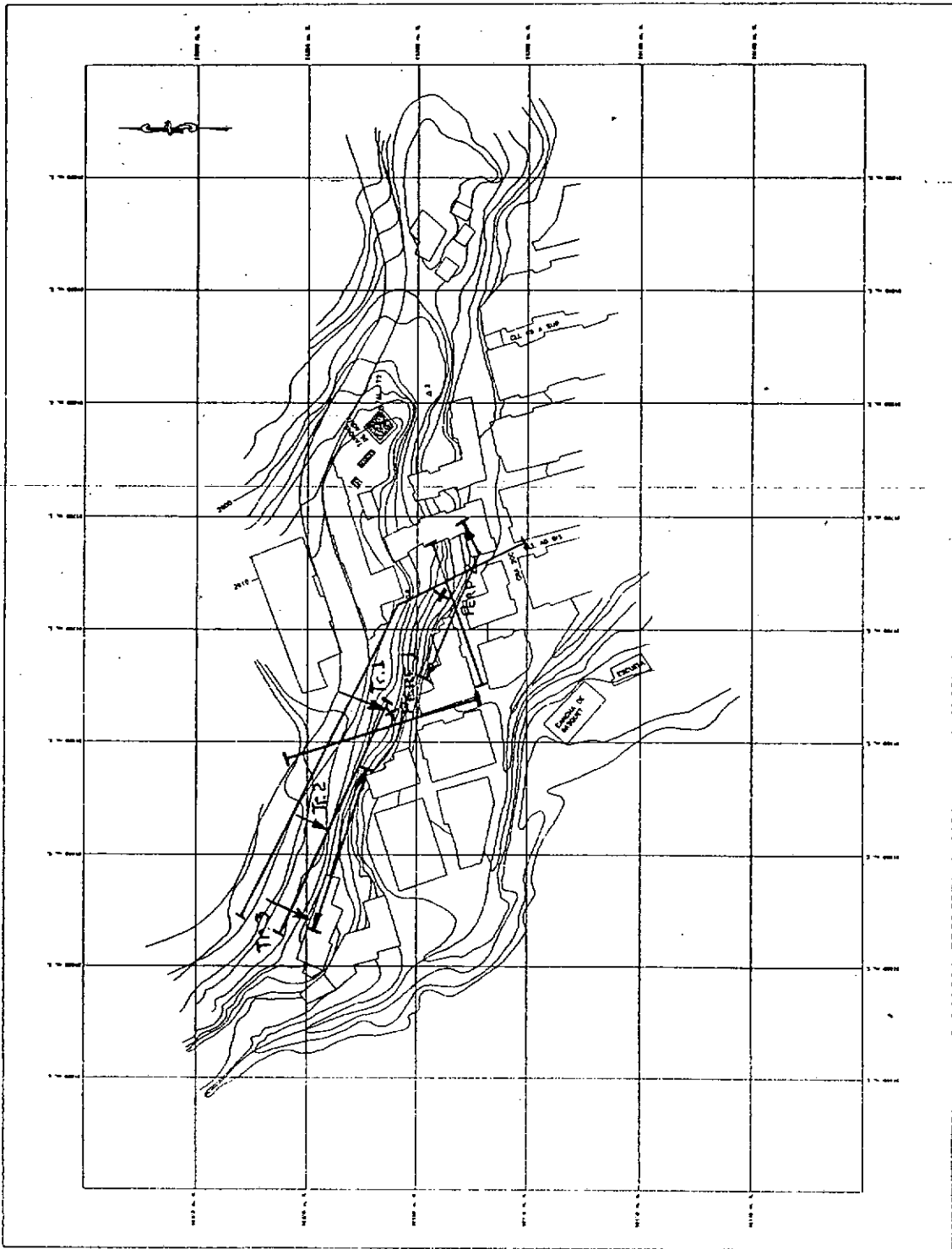
Estas obras pretenden mejorar el entorno ambiental del sector y ayudar a mantener la estabilidad que se logre con las medidas correctivas y preventivas expuestas. Así se tiene la empedramiento de los taludes, y la siembra de especies nativas.

FIGURA 1



LOCALIZACION GENERAL

FIGURA 2



Línea Geofísica
 Perforación
 Estación Macizo Rocoso
 Trinchera

000010

CONVENCIONES

ALMIRANTE
 BOGOTÁ
 CARRETERA TRANSACCION
 CARRETERA DE PASADISEO
 ESCALA 1:1000
 1950

EXPLORACION DEL SUBSUELO

ESCALA 1:1000
 1950

INSTITUTO VENEZOLANO DE INVESTIGACIONES CIENTÍFICAS
 DIVISION DE GEOMORFOLOGIA Y GEOTECNICA

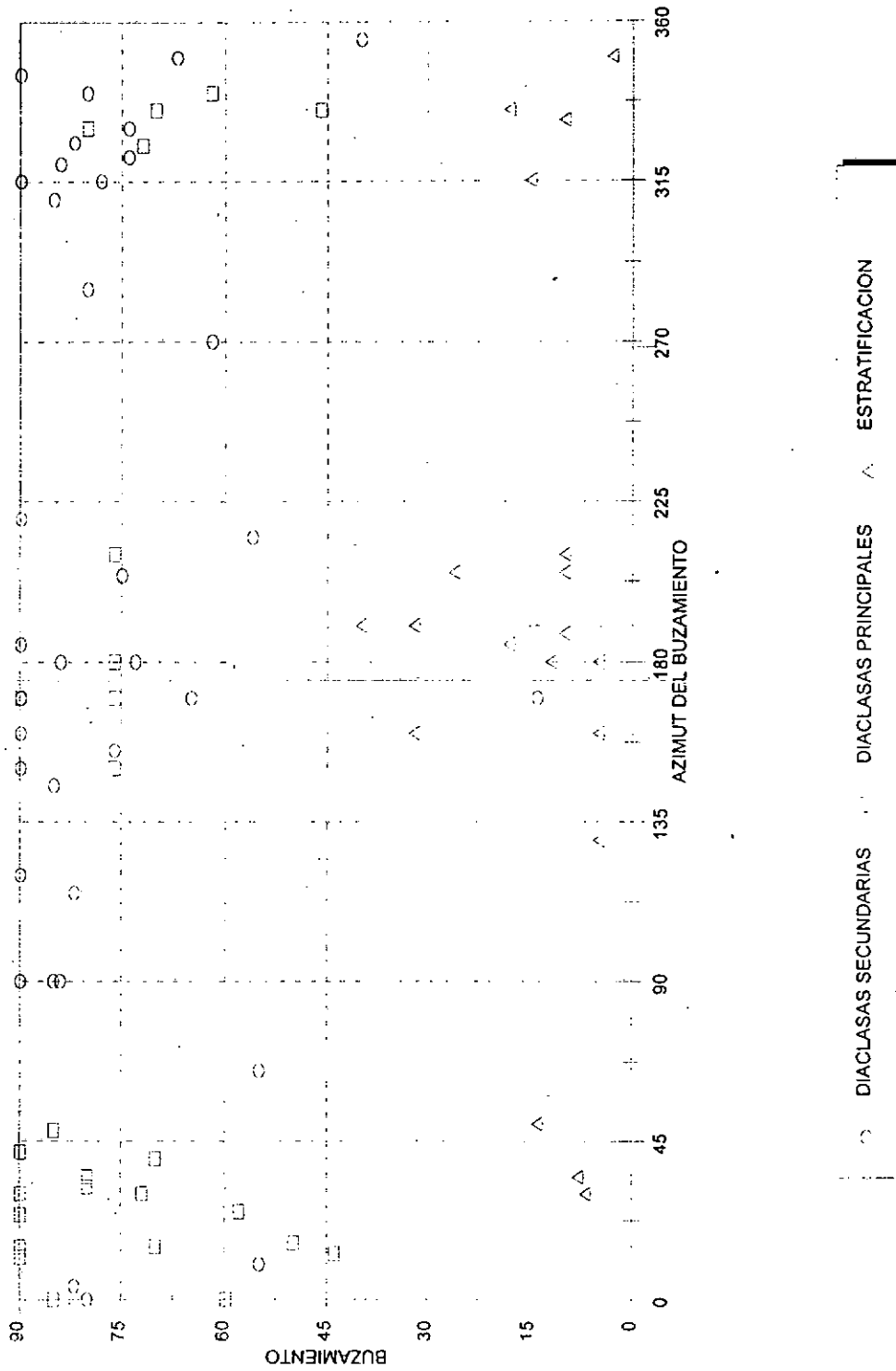
ESTUDIO GEOTECNICO DEL ALIADO
 ALIADO, GUAYANA FRANCESA

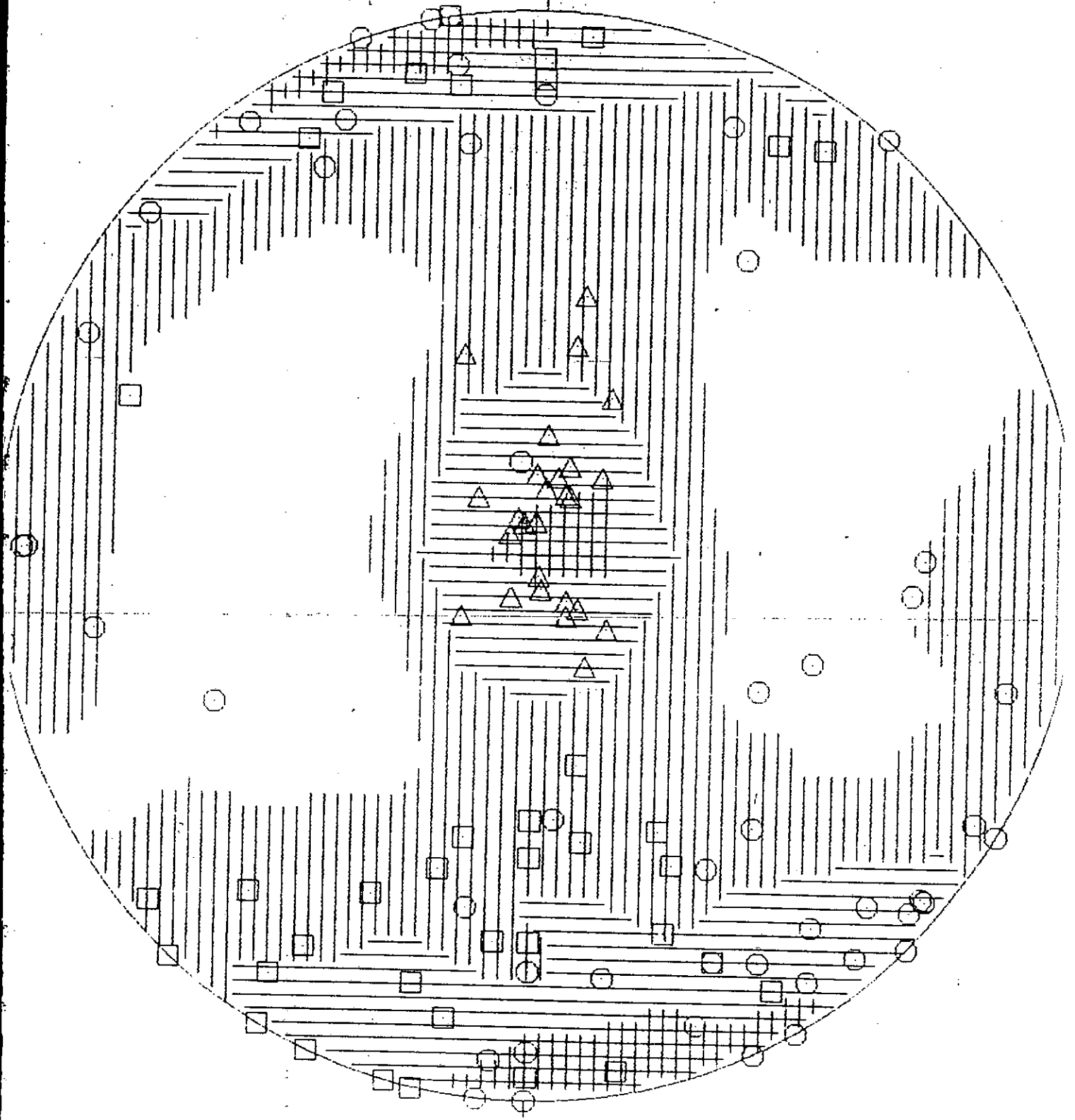


FIGURA 3

LEVANTAMIENTO DE MACIZOS ROCOSOS

JUAN JOSE RONDON.





LEGEND (for first 9 intervals)

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

121 Points

Contour Method: Kamb (1959)
 Counting Area: 0.069
 Expected No.: 8.38 Pts. per Area
 Sigma: 2.79
 Contour Interval: 3 Sigma

NOTE: Contour Patterns Repeat Every 9 Intervals

FIGURA 5

SECTOR - JUAN JOSE RENDON
COLUMNA ESTRATIGRAFICA - AA'

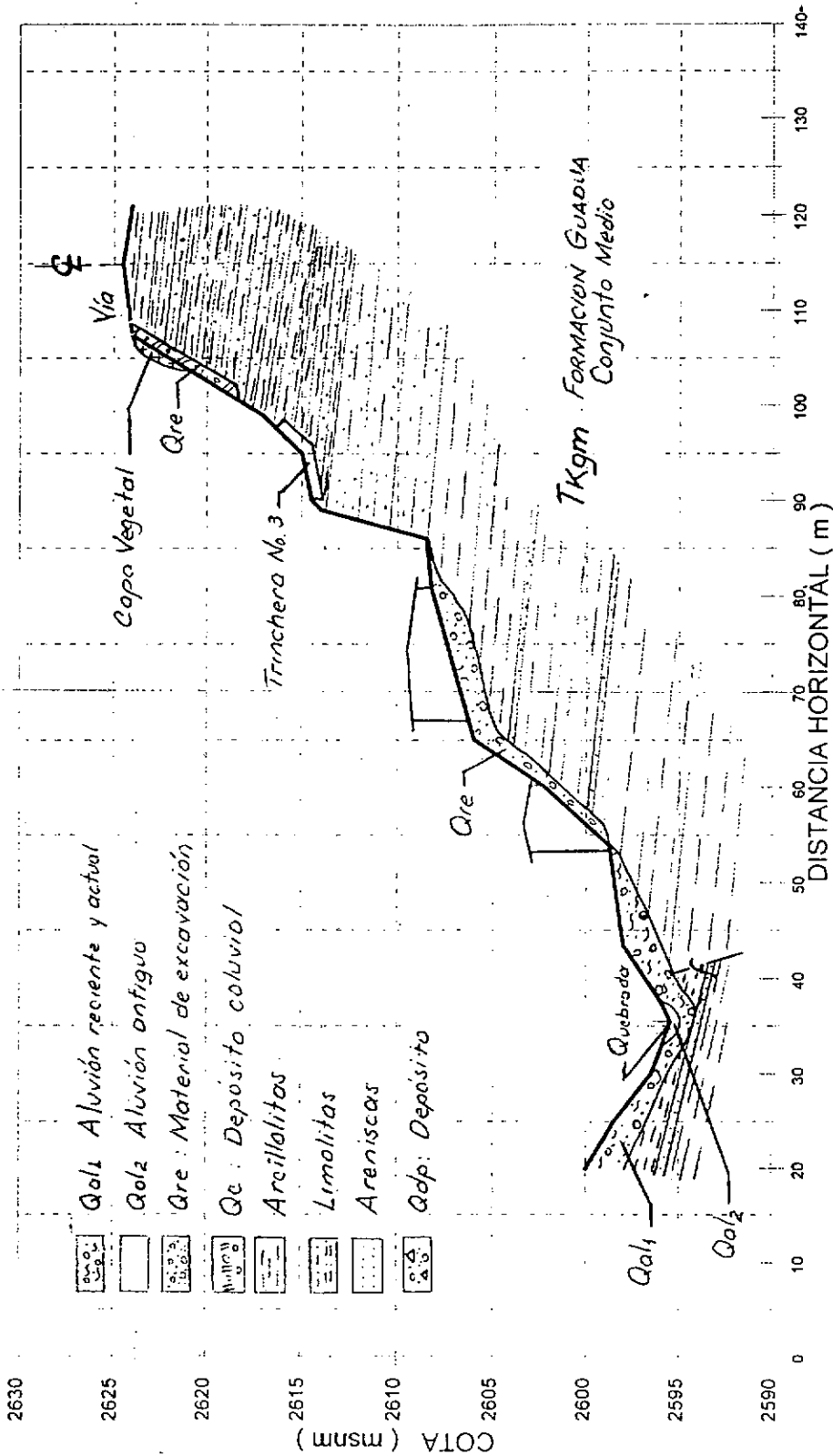


FIGURA 6

SECTOR - JUAN JOSE RENDON
COLUMNA ESTRATIGRAFICA - CC 1

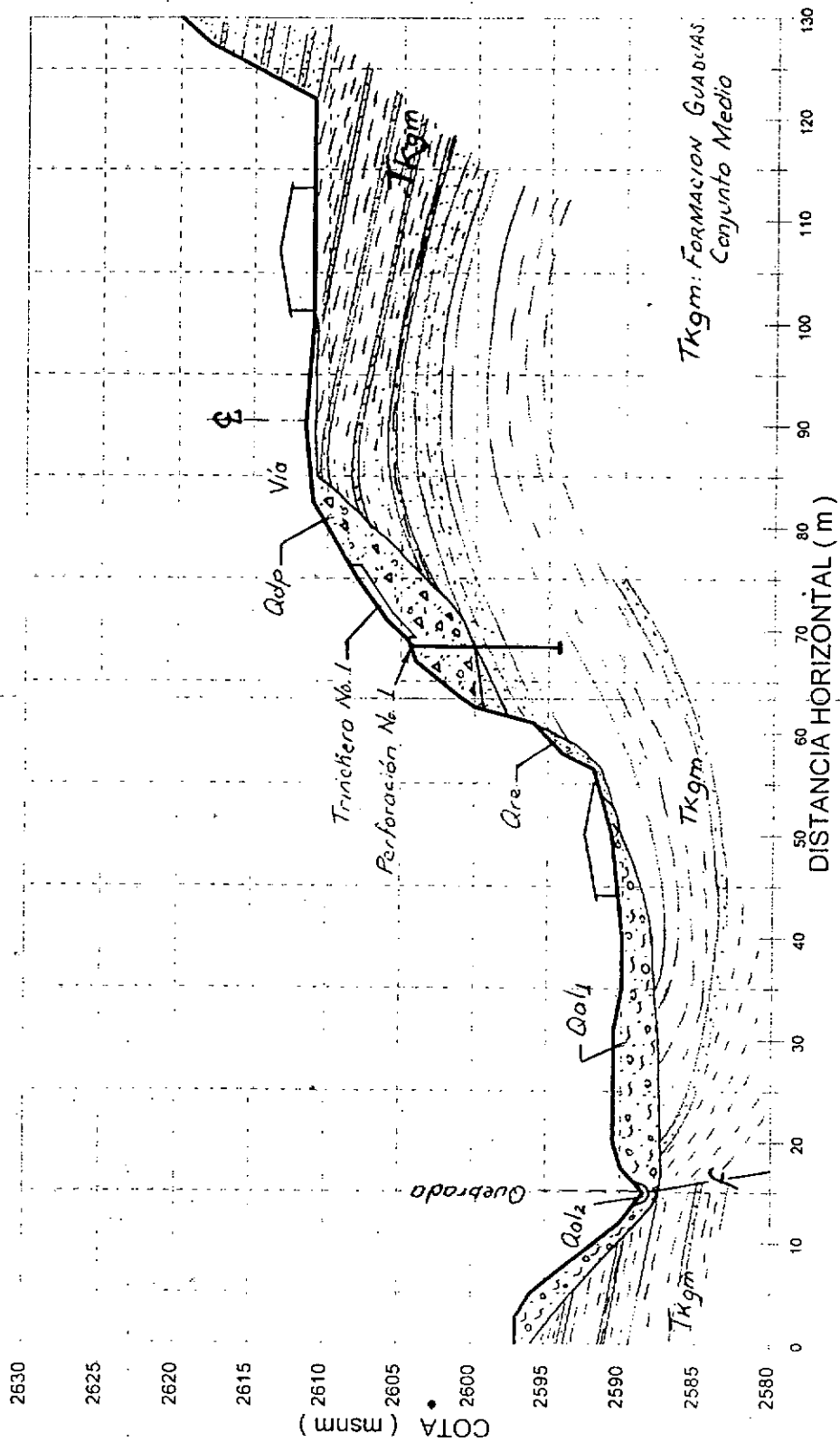


FIGURA 7

SECTOR - JUAN JOSE RENDON
COLUMNA ESTRATIGRAFICA - DD'

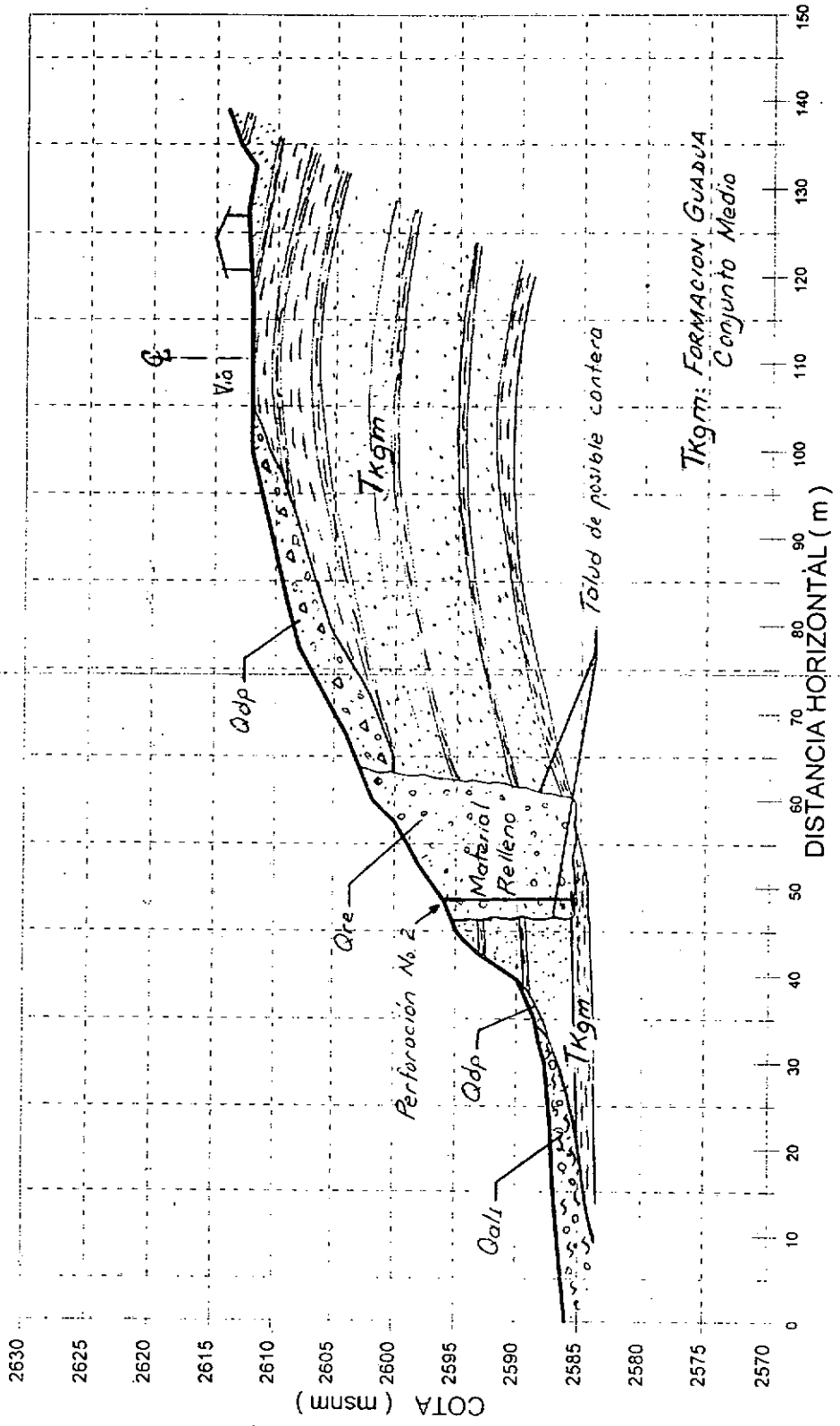


FIGURA 8
HISTOGRAMA - ESTACION EL TUNAL

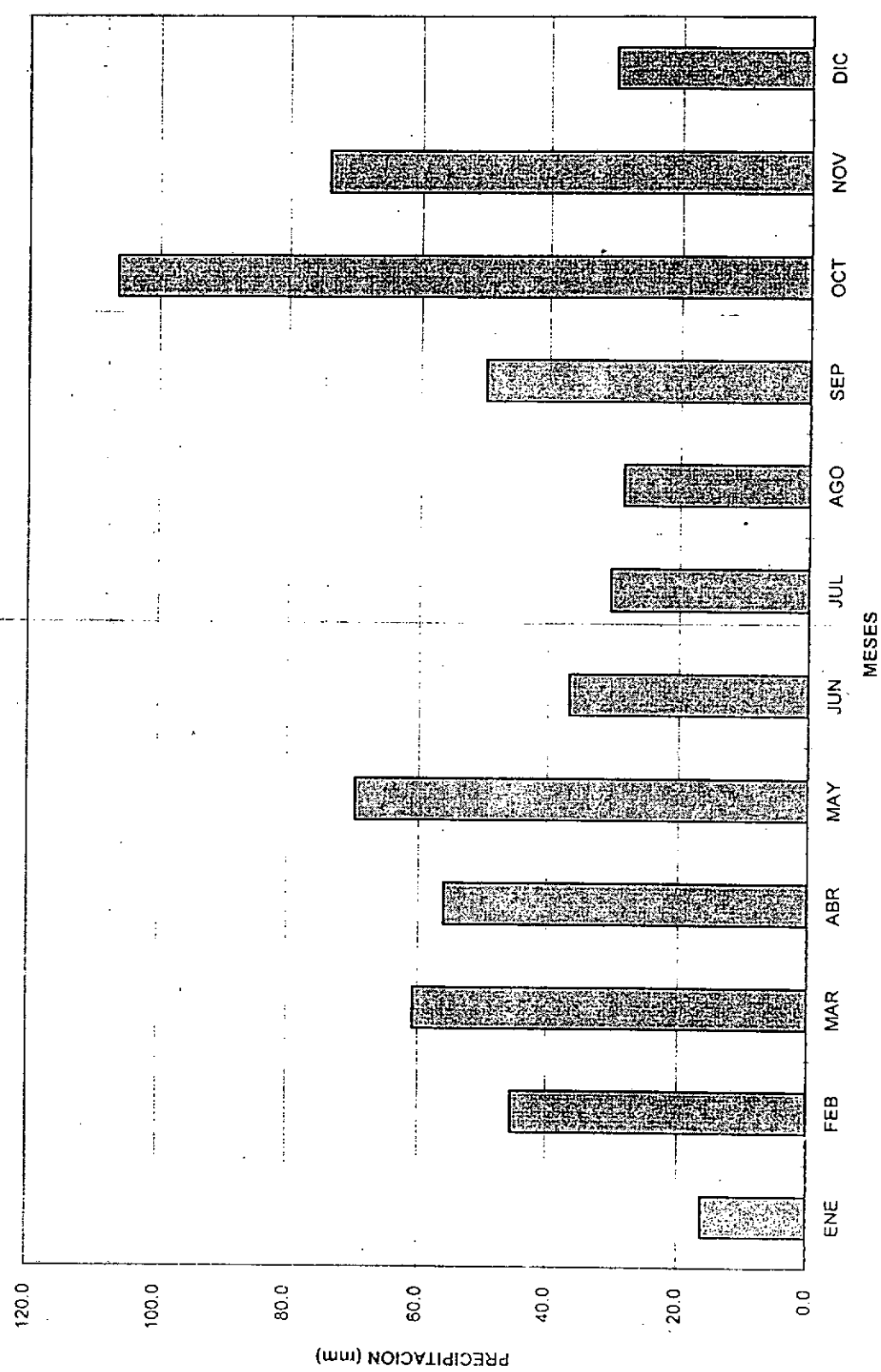
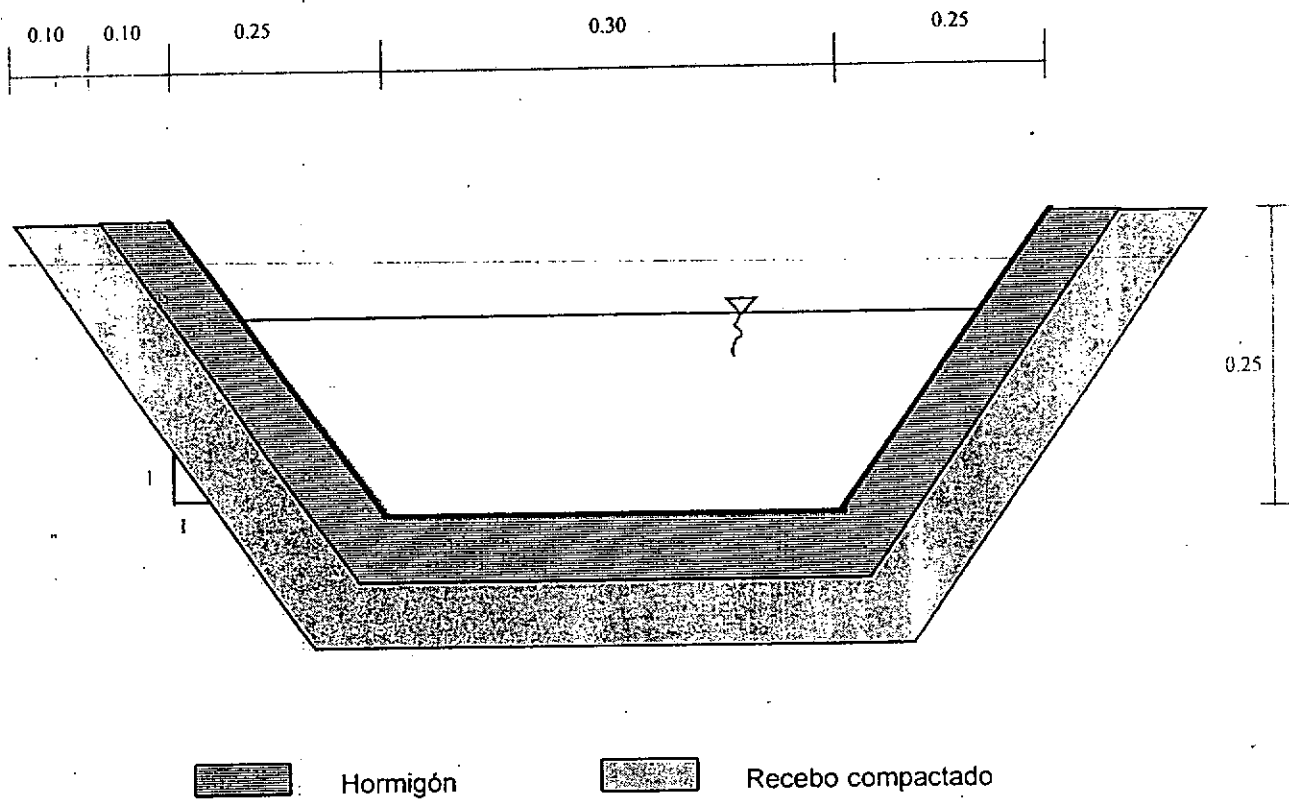


FIGURA No.9

DISEÑO SECCION TRAPEZOIDAL DE LA CUNETETA



Esquema sin escala
Dimensiones en metros

TABLA 1
 PROYECTO CIUDAD BOLIVAR - FASE II
 ENSAYOS DE CARGA PUNTUAL
 SITIO: JUAN JOSE RONDON

ESTACION 2	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)	DESCRIPCIÓN
1	2.04	6	8.4	8.1	6	612.2449	7.866	9.894	1.226	12.132	19.886	457.370	ARENISCAS MASIVAS DE GRAN FINO. COLOR ENTRE AMARILLO Y HABANO CON VETAS GRISAS Y CAFES. DE CONSISTENCIA MODERADAMENTE BLANDA.	
		3.6	6.2	5.9	6.6	673.4694	5.200	24.903	1.018	25.347				
		5.15	7.5	5.7	8	816.3265	6.114	21.841	1.095	23.909				
		5.9	5.2	4.7	6	612.2449	5.942	17.341	1.081	18.741				
		2.7	5.8	5.3	3.7	377.551	4.268	20.722	0.931	19.298				
2		5.51	7.6	6.1	12.7	1295.918	6.542	30.282	1.129	34.175	42.486	977.186		
		3.7	5.1	4.8	8.4	857.1429	4.755	37.905	0.978	37.059				
		2.35	5.64	3.6	9	918.3673	3.282	85.258	0.827	70.545				
		5	4.3	4	7	714.2857	5.046	28.050	1.004	28.166				
		6.4	7.5	6.4	5.5	561.2245	7.222	10.761	1.180	12.697				
3		2.9	7.5	6	3.3	336.7347	4.707	15.200	0.973	14.792	14.346	329.965		
		2.8	7.2	3.2	3.1	316.3265	3.378	27.728	0.838	23.241				
		5	8	6.9	3.5	357.1429	6.628	8.130	1.135	9.230				
		3.5	7.7	5.4	2.8	285.7143	4.906	11.873	0.991	11.772				
		8.4	9	8.6	7	714.2857	9.591	7.766	1.341	10.411				
4		6.1	8.8	7.3	8.5	867.3469	7.530	15.298	1.202	18.393	21.206	487.736		
		5.6	9.4	4.4	9.5	969.3878	5.601	30.899	1.052	32.519				
		5	8.3	4.9	8	816.3265	5.585	26.169	1.051	27.505				
		4.8	8.6	5.1	5	510.2041	5.583	16.369	1.051	17.202				

000026

TABLA 1
PROYECTO CIUDAD BOLIVAR - FASE II
ENSAYOS DE CARGA PUNTUAL
SITIO: JUAN JOSE RONDON

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
1	2.04	5.9	8.5	8.41	6	612.2449	7.948	9.691	1.232	11.939	13.759	316.447	ARENISCAS DE GRANO FINO. COLOR ENTRE AMARILLO Y HABANO CON VETAS GRISES. DE CONSISTENCIA MODERADAMENTE BLANDA.
		5.85	7.2	6.82	4.45	454.0816	7.127	8.939	1.173	10.485			
		4.1	4.2	3.66	3.75	382.6531	4.371	20.028	0.941	18.852			
2		6	14.1	6.6	5	510.2041	7.101	10.119	1.171	11.849	13.668	314.364	
		2.8	12.9	8.5	2	204.0816	5.505	6.735	1.044	7.033			
		3.6	9.3	8.6	4	408.1633	6.278	10.354	1.108	11.472			
		2.9	6.9	5.4	5	510.2041	4.465	25.588	0.950	24.319			
		4.3	11.18	9.4	7.5	765.3061	7.174	14.871	1.176	17.494	34.027	782.629	
4		4.5	11.5	4.8	9.3	948.9796	5.244	34.506	1.022	35.254			
		4.5	11.96	4.26	9.3	948.9796	4.940	38.880	0.995	38.671			
		3.4	6.06	4.5	5.5	561.2245	4.414	28.810	0.945	27.237			
		2.75	9.6	3.34	7	714.2857	3.420	61.078	0.843	51.481			
		4.9	12.4	7.1	10	1020.408	6.656	23.036	1.137	26.200	21.841	502.352	
		5	7.1	6.4	6.7	683.6735	6.383	16.780	1.116	18.729			
		4.8	7	4.9	7.5	765.3061	5.472	25.556	1.041	26.615			
3.7	6.7	3.8	3.5	357.1429	4.231	19.950	0.928	18.506					
4.9	7	6.1	6.5	663.2663	6.169	17.428	1.099	19.156					

000027

TABLA 2
REGISTRO HISTORICO DE PRECIPITACION MENSUAL
ESTACION EL TUNAL E.A.A.B
 P (mm)

ANO	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
PROMEDIO	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

000028

TABLA 3

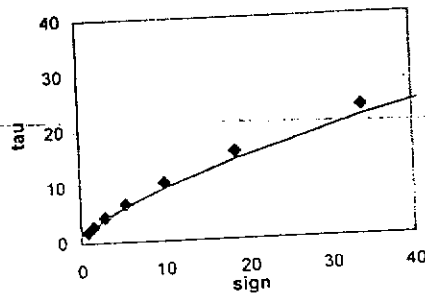
ESTIMACION DE LOS PARAMETROS DE HOEK-BROWN Y ENVOLVENTE EQUIVALENTE DE MOHR

ADAPTADO DE HOEK, 1994

BARRIO JUAN JOSE RONDON

DATOS: GSI = 35 sigci (Mpa) = 75 mi = 19

RESULTADOS
 mb/mi = 0.10
 mb = 1.865
 s = 0.00073
 a = 0.50
 sigt = -0.029
 A = 2.0
 B = 0.68
 E = 3652



Angulo de friccion y cohesion para diferentes esfuerzos normales :

n =	7	MPa
tau =	7.36	MPa
phi =	35.5	degrees
c =	2.36	MPa
n =	25	MPa
tau =	17.47	MPa
phi =	25.4	degrees
c =	5.62	MPa

JJRHOEK.XLS

sig3	sig1	ds1ds3	sign	snd	tau	X	Y	XY	X^2	Taucalc
0.29	7.01	11.41	0.83	0.80	1.83	-0.09	0.26	-0.02	0.01	1.75
0.59	9.86	8.54	1.56	1.53	2.84	0.18	0.45	0.08	0.03	2.67
1.17	14.13	6.39	2.92	2.90	4.43	0.46	0.65	0.30	0.21	4.08
2.34	20.56	4.84	5.46	5.43	6.86	0.74	0.84	0.62	0.54	6.24
4.69	30.37	3.72	10.13	10.10	10.49	1.00	1.02	1.03	1.01	9.48
9.38	45.64	2.93	18.61	18.58	15.80	1.27	1.20	1.52	1.61	14.31
18.75	70.00	2.36	33.98	33.95	23.42	1.53	1.37	2.10	2.34	21.53
37.50	109.94	1.97	61.93	61.90	34.25	1.79	1.53	2.75	3.21	32.34
Sums =						6.88	7.32	8.36	8.97	

TABLA 4

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

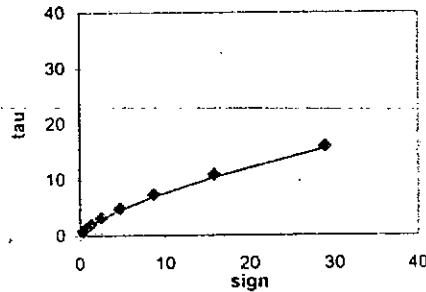
ADAPTADO DE HOEK, 1994

BARRIO JUAN JOSE RONDON

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

RESULTADOS

mb/mi = 0.10
 mb = 1.865
 s = 0.00073
 a = 0.50
 sigt = -0.014
 A = 1.6
 B = 0.68
 E = 2495



Angulo de friccion y
 cohesion para diferentes
 esfuerzos normales :

n = 7 MPa
 sigma = 5.92 MPa
 phi = 29.9 degrees
 c = 1.90 MPa

n = 15 MPa
 sigma = 9.94 MPa
 phi = 24.2 degrees
 c = 3.20 MPa

JJR2HOEK.XLS

sig3	sig1	ds1ds3	sign	snd	tau	X	Y	XY	X^2	Taucalc
0.14	3.27	11.41	0.39	0.38	0.85	-0.43	-0.07	0.03	0.18	0.84
0.27	4.60	8.54	0.73	0.71	1.33	-0.15	0.12	-0.02	0.02	1.28
0.55	6.60	6.39	1.36	1.35	2.07	0.13	0.32	0.04	0.02	1.96
1.09	9.59	4.84	2.55	2.54	3.20	0.40	0.51	0.20	0.16	2.99
2.19	14.17	3.72	4.73	4.71	4.90	0.67	0.69	0.46	0.45	4.55
4.38	21.30	2.93	8.68	8.67	7.37	0.94	0.87	0.81	0.88	6.86
8.75	32.66	2.36	15.86	15.84	10.93	1.20	1.04	1.25	1.44	10.33
17.50	51.31	1.97	28.90	28.89	15.98	1.46	1.20	1.76	2.13	15.51
Sums =						4.23	4.67	4.54	5.29	

TABLA 6

ANALISIS CINEMATICO DE TALUDES EN MACIZOS ROCOSOS
BARRIO JUAN JOSE RONDON

TALUD No ORIENTAL ORIENTACION N - S

Plano No	Az. de Buz. ab	Buzamiento b	Posibilidad Cinemática			Posibilidad falla planar
			$b > \emptyset$	$ at-ab \leq 20$	$b < t$	
D1	340	80	si	no	si	no
D2	318	80	si	no	si	no
D3	4	75	si	no	si	no
D4	355	75	si	no	si	no
E	201	14	no	si	si	si

Cuña No						falla en cuña
I1	275	4	no	no	si	no
I2	230	12	no	no	si	no
I3	252	9	no	no	si	no
I4	271	5	no	no	si	no
I5	7	75	si	no	si	no
I6	36	72	si	no	si	no
I7	277	10	no	no	si	no
I8	329	80	si	no	si	no
I9	42	30	si	no	si	no
I10	67	14	no	no	si	no

D: Diaclasa Buzamiento t 80
E: Estratos Azimut: at 195
Friccion 20

TALUD No ORIENTAL ORIENTACION E - W

Plano No	Az. de Buz. ab	Buzamiento b	Posibilidad Cinemática			Posibilidad falla planar
			$b > \emptyset$	$ at-ab \leq 20$	$b < t$	
D1	340	80	si	no	no	no
D2	318	80	si	no	no	no
D3	4	75	si	no	no	no
D4	355	75	si	no	no	no
E	201	14	no	no	si	no

Cuña No						falla en cuña
I1	275	4	no	no	si	no
I2	230	12	no	no	si	no
I3	252	9	no	no	si	no
I4	271	5	no	no	si	no
I5	7	75	si	no	no	no
I6	36	72	si	no	no	no
I7	277	10	no	no	si	no
I8	329	80	si	no	no	no
I9	42	30	si	no	si	no
I10	67	14	no	no	si	no

D: Diaclasa Buzamiento t 45
E: Estratos Azimut: at 180
Friccion 20

TABLA 7

ANALISIS CINEMATICO DE TALUDES EN MACIZOS ROCOSOS
 FALLA POR VOLTEO - TALUDES ACTUALES
 BARRIO JUAN JOSÉ RONDÓN

TALUD No ESTACION 1 ORIENTACION N - S

Plano No	Az. de Buz. ab	Buzamiento b	Posibilidad Cinemática		Posibilidad de falla por Volteo
			$(at+150) < ab < (at+210)$	$t > (90-b+\theta)$	
D1	340	80	no	si	no
D2	318	80	no	si	no
D3	355	75	si	si	si
E	201	14	no	no	no

D: Diaclasa Buzamiento t 80
 E: Estratos Azimut: at 195
 Friccion 20

TALUD No ESTACION 1 ORIENTACION E - W

Plano No	Az. de Buz. ab	Buzamiento b	Posibilidad Cinemática		Posibilidad de falla por Volteo
			$(at+150) < ab < (at+210)$	$t > (90-b+\theta)$	
D1	340	80	si	si	si
D2	318	80	no	si	no
D3	355	75	si	si	si
E	201	14	no	no	no

D: Diaclasa Buzamiento t 45
 E: Estratos Azimut: at 180
 Friccion 20

TABLA 8

ANALISIS CINEMATICO DE TALUDES EN MACIZOS ROCOSOS
 FALLA POR VOLTEO - TALUDES ACTUALES
 BARRIO JUAN JOSÉ RONDÓN

TALUD No ESTACION 2 ORIENTACION N71W

Plano No	Az. de Buz. ab	Buzamiento b	Posibilidad Cinemática		Posibilidad de falla por Volteo
			$(at+150) < ab < (at+210)$	$t > (90-b+g)$	
D1	32	86	no	si	no
D2	168	85	no	si	no
D3	150	86	no	si	no
E	342	7	no	no	no

D: Diaclasa Buzamiento t 80
 E: Estratos Azimut: at 199
 Friccion 20

TALUD No ESTACION 2 ORIENTACION N42W

Plano No	Az. de Buz. ab	Buzamiento b	Posibilidad Cinemática		Posibilidad de falla por Volteo
			$(at+150) < ab < (at+210)$	$t > (90-b+g)$	
D1	32	86	no	si	no
D2	168	85	no	si	no
D3	150	86	no	si	no
E	342	7	no	no	no

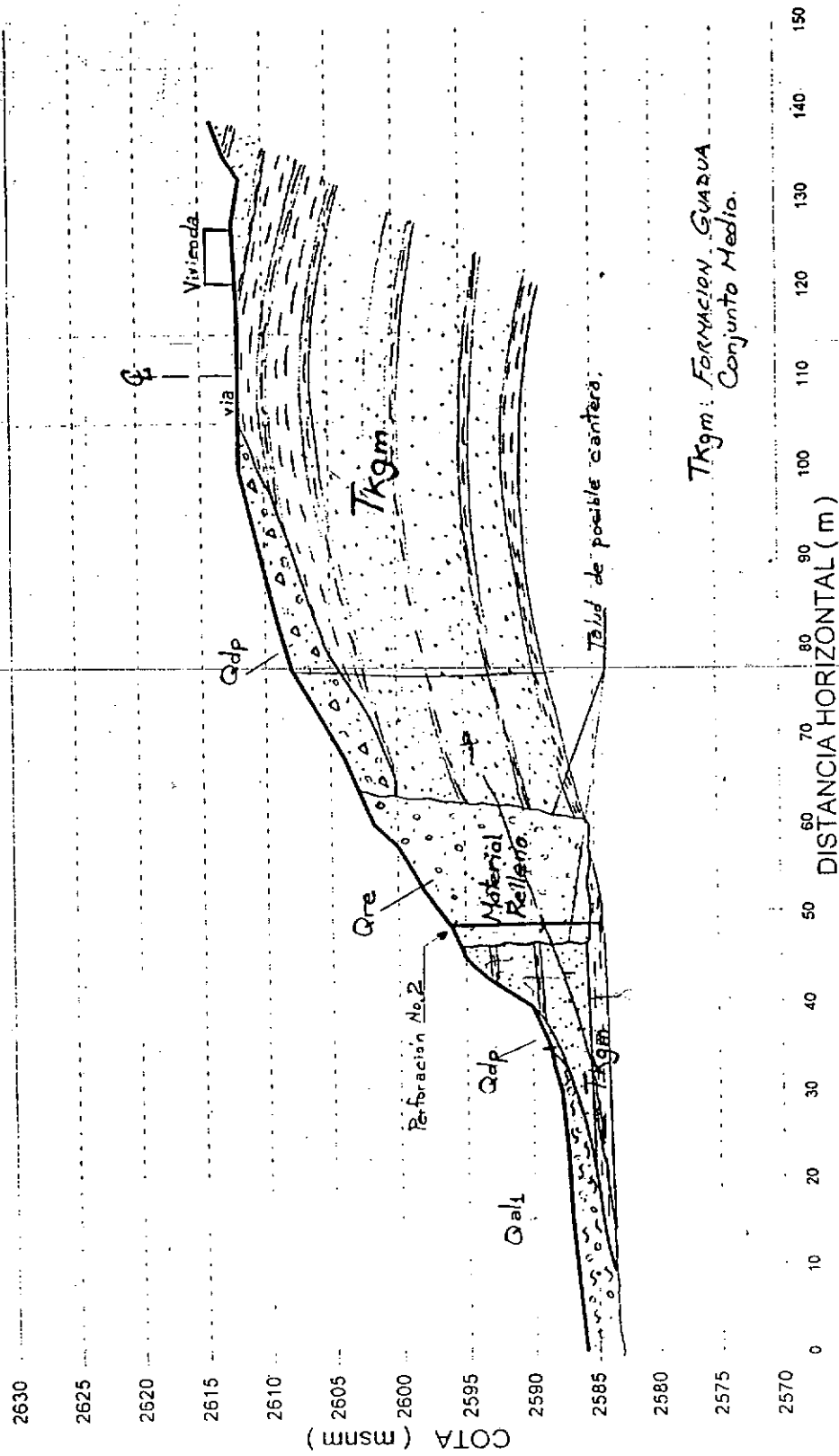
D: Diaclasa Buzamiento t 80
 E: Estratos Azimut: at 228
 Friccion 20

JUA3ACIN.XLS

000035

ANEXOS

SECTOR - JUAN JOSE RENDON
COLUMNA ESTRATIGRAFICA - DD



000036

REGISTRO PERFORACION-PROYECTO CIUDAD BOLIVAR FASE II

SITIO Juan José Rondón
 UBICACIÓN

POZO No: 1
 CAJA No: JJ-1

FECHA	TIPO DE AVANCE	PROF. INICIAL (m)	PROF. FINAL (m)	LONG. RECUPERAD (m)	MUESTRA NUMERO	TIPO MUESTRA	DESCRIPCION	SPT			OSERVACIONES
								N1	N2	N3	
10/02/95	R-0	0.00	0.59	0.50		BQ	Limo de color gris claro, consistencia media, organico, plasticidad baja				Repleno Heterogeneo.
	SPT	0.59	0.72	0.08		Split	Limo arenoso, algo de gravas, Repleno.	>22			Rechazo, prueba insuficiente, rebote, un nudo.
	R-1	0.72	0.88	0.18		BQ	Arcilla arenosa, muy plastica, presenta oxidaciones, relleno.				Al final se encontró bloques de arenisca $\phi = 10\text{cm}$
	R-5	0.88	1.06	0.10		BQ	Limo arenoso gris oscuro, algo de gravas y de oxidaciones.				Húmeda
	R-11	1.06	1.23	0.17		BQ	Limo arenoso amarrado claro, presencia de gravas				Seco, localmente húmedo, posibles infiltraciones.
10/02/95	R-11	1.23	1.52	0.20		BQ	Bloques de areniscas de grano fino en matriz limo-arcillosa café oscura, Repleno.				Coluvión
	R-17	1.52	1.77	0.22		BQ	Arenisca de grano fino bien cementada				Coluvión

000037

INGENIERIA GEOAMBIENTAL
REGISTRO PERFORACION-PROYECTO CIUDAD BOLIVAR FASE II

SITIO UBICACIÓN Juan José Rondón

POZO No: 1

CAJA No: JJ-1 y JJ-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"	
	R-w	1.77	1.88	0.10		Barreno	Arenisca (idem) muy resistente, al final se observa matriz arcillosa de color gris carmelita.				Algo de arena; Coluvió
	R-w	1.88	3.00	0.35		Barreno	Bloques de arenisca, algo de matriz (idem)				Coluvió
	SPT	3.00	3.15	0.09		Split	Arena de grano medio muy unitaria de color amarillento, algo gravosa	4	5	7	No hubo rebote, 2 nudos, mejor técnica de ejecución; ensayo en matriz del coluvió.
	SPT	3.15	3.30	0.09		Split	Fragmentos de areniscas de grano fino en matriz arcillosa gris clara.				Presenta oxidaciones.
	SPT	3.30	3.45	0.12		Split	Bloques de areniscas de grano fino en matriz arcillosa color habana amarillenta.				Inicio Caja No. JJ-2; Coluvió.
	R-w	3.45	4.19	0.40		Barreno	Bloques de arenisca (idem) en matriz arcillosa de alta plasticidad, color grisáceo.				Coluvió
	R-w	4.19	5.62	0.25		Barreno	Arenisca de grano fino muy fraturada, algo de matriz arcillosa grisáceo.				Coluvió, se reperforó 1 m aprox. debido a derrumbes.
Nov. 12/95	R-w	5.62	6.08	0.35		Barreno					

000038

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

Juan José Rondón

POZO No: 2

CAJA No: JJ-1 y JJ-2

SITIO

UBICACIÓN

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"	
11.15/14	R-w	3.76	3.83	0.07		Barreno	Arenisca en matriz arcillosa (idem)				Coluñon No se recupera material a pesar de la longitud avanzada. Se perforaron 2.5cm aprox. de bido a derrumbes. Se perforó 1.3 m aprox; no se recuperó nada de material. No se recuperó nada de material. Inicio Caja No. JJ-2
	R-w	3.83	5.05	0.12		Barreno	Idem. Al final se observa arcilla menos plástica color gris oscura.				
	R-w	5.65	6.04	0.02		Barreno	Arenisca de grano fino, no se observa matriz.				
	R-w	6.04	8.92	0.08		Barreno	Bloques de arenisca en matriz arcillosa gris oscura (al final).				
	R-w	8.92	9.96	0.92	1	Barreno	Arcillolita café oscura, presenta oxidación, fisurada				
		9.96					FIN PERFORACION				

000039

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

SITIO
UBICACIÓN

Juan José Rondón

POZO No: 2
CAJA No: JJ-1

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"	
Nov. H/14	R-s	0.00	0.20	0.15		BQ	Limo arenoso color gris oscuro, algunas gravas.				
	H-s	0.20	0.36	0.16		BQ	Repleno heterogeneo color gris oscuro, algo plastico.				
	R-s	0.56	1.17	0.13		BQ	Bloque de arenisca de grano fino.				Se observa matriz de relleno.
	R-s	1.17	1.86	0.10		BQ	Arena gravosa				Repleno.
	SPT	1.86	2.01	0.04		Split	Limo gravoso humano oscuro, plasticidad baja, algo oxidado	2	6	6	Avance rápido en el 1er intervalo ya que habia residuos del estriato anterior.
	SPT	2.01	2.16	0.04		Split					
	SPT	2.16	2.31	0.04		Split					
	H-w	2.31	2.60	0.32		Barreno	Arenisca de grano fino en matriz arcillosa muy plastica gris clara.				Coluision.
	R-w	2.60	3.31	0.20		Barreno	Idem.				Se reportara 0.5 m aprox.
	SPT	3.31	3.46	0.08		Split	Arcilla gris clara muy plastica, algo arenosa (matriz)	5	14	>10	SPT (Long=15cm; N=3) sobre material de derrumbe.
	SPT	3.46	3.61	0.08		Split	Arcilla gravosa color anaranjada muy oxidada. Fragmentos de arenas cas.				Rechazo. Coluision.
	SPT	3.61	3.76	0.08		Split					

000040

REGISTRO PERFORACION-PROYECTO CIUDAD BOLIVAR FASE II

000041

SITIO UBICACIÓN Juan José Rondón

POZO No: 1

CAJA No: JJ-2

FECHA	TIPO DE AVANCE	PROF. INICIAL (m)	PROF. FINAL (m)	LONG. RECUPERADO (m)	MUESTRA NUMERO	TIPO MUESTRA	DESCRIPCION	SPT			OSERVACIONES
								N1 6"	N2 6"	N3 6"	
	R-W	6.08	6.64	0.11		Barreno	Arenisca (idem), no se observa matriz.				Se recupera arena fina lavada algo limosa.
	R-W	6.64	7.12	0.20		Barreno	Arenisca (idem) en matriz arcillosa amarillenta.				Se perfora 0.5 m aprox. debido a derrumbes.
	R-W	7.12	7.74	0.25		Barreno	Arenisca (idem), no se observa matriz. Se recupera arenisca en forma muy homogénea.				Se recupera arena fina lavada.
Nu. 13/15	R-W	7.74	8.40	0.53		Barreno	Arenisca (idem)				Coluision.
	R-W	8.40	8.70	0.18		Barreno	Matriz arcillosa gris verdosa.				Coluision, presenta oxidaciones.
	R-W	8.70	10.00	0.20		Barreno	Arenisca de grano fino muy fraturada.				Se recuperan fragmentos de roca.
		10.00					FIN PERFORACION				

000042

PROF (m)	U.S.C	MUESTRA No.	DESCRIPCION	LP	Wn	LL	PESO UNITARIO (Ton/m ³)	R.P.I. (kg/cm ³)
0.75			Capa Vegetal			0.10 m		1.2345
0.50			huleña gruesa			0.40 m		
0.75			relleno limoso amarillado muy orgánico, contaminado, presenta oxidaciones			0.70 m		
1.00		1	Limo grisáceo oscuro algo oxidado, presencia de raíces y oxidaciones.					
1.25								
1.50						1.40 m		
1.75								
2.00								
			FIN EXCAVACION					

SITIO: JUAN DE LA ACQUILA
 TRINCHERA: 1
 FECHA: NOV 21/95

CONVENCIONES
 LL - LIMITE LIQUIDO
 LP - LIMITE PLASTICO
 RPI - RESIST. PENETRACION AL TERRAZO
 Wn - HUMEDAD NATURAL

INGEOMINAS - INGENIERIA GEOAMBIENTAL

PROYECTO CIUDAD BOLIVAR - FASE II

REGISTRO DE EXPLORACION DEL SUBSUELO - LEVANTAMIENTO DE TRINCHERAS

PROF (m)	U.S.C	MUESTRA No.	DESCRIPCION	LP	Wn	LL	PESO UNITARIO (Ton/m ³)	R.P.I. (Kg/cm ³)
0.25			Capa vegetal, cima de botadero.					1
0.50			Residuo orgánico, desechos.					2
0.75			0.10 m					3
1.00		1	0.50 m Huello limoso anaranjado grisáceo, seco, muy contaminado.					4
1.25			0.80 m Limo gris oscuro algo oxidado, muy contaminado. Presenta algunas gravas.					5
1.50			1.30 m FIN EXCAVACION					
1.75								
2.00								

SITIO: JUAN JOSE RONDON
 TRINCHERA: 2
 FECHA: Nov 21/95

CONVENCIONES
 LL - LIMITE LIQUIDO
 LP - LIMITE PLASTICO
 RPI - RESIST. PENETRACION ALTERADA
 Wn - HUMEDAD NATURAL

INGEOMINAS - INGENIERIA GEOAMBIENTAL
PROYECTO CIUDAD BOLIVAR - FASE II
 REGISTRO DE EXPLORACION DEL SUBSUELO - LEVANTAMIENTO DE TRINCHERAS



MEDIDAS DE CANTIDAD DE OBRA

OBRA: JUAN JOSE RONDON

PLANO: No 3

PROYECTANTE: INGENIERIA GEDAMBIENTAL

FECHA: ABRIL 1996

HOJA No DE

1	2	3	4	1	2	3	4
			1) EXCAVACION EN ROCA • Perfilado Tolud.				5) GEOTEXTIL • Trincheras viales
1	35 90	3150	m ³ • Gavion h=6m	1	4.7 360	1584	m ² • Trincheras Gavion
1	17 60	1020	m ³ • Gavion h=7m	1	5.7 90	486	m ²
1	21 35	735	m ³			2070	m ²
		4905	m ³				6) CONCRETO f'c=2500 psi • Cunetas viales
			2) EXCAVACION EN SUELO • Deposito a Remover	1	0.10 1.7		
1	50 85	4250	m ³ • Cunetas viales-triangular.			61.2	m ³ • Cunetas interceptoras
1	0.03 360	10.8	m ³ • Cunetas interceptoras	1	0.10 1.7		
						140	23.8 m ³
1	0.4 140	56	m ³ • Trincheras			85	m ³
1	1.5 0.70			1	0.10 1.7		7) RECEBO COMPACTADO • Cunetas viales
	360	378	m ³			61.2	m ³ • Cunetas interceptoras
1	2.0 0.7			1	0.10 1.7		
	90	126	m ³			140	23.8 m ³
		48208	m ³			85	m ³
			3) GAVIONES • h=6m				
1	17 60	1020	m ³ • h=7m				
1	21 35	735	m ³				
		1755	m ³				
			4) MATERIAL DE FILTRO (GRAVAS) • Trincheras viales				
1	1.5 0.70						
	360	378	m ³ • Trincheras Gavion				
1	0.7 2.0						
	90	126	m ³				
		504	m ³				

PROF (m)	U.S.C	MUESTRA No.	DESCRIPCION	LP	Wn	LL	PESO UNITARIO (Ton/m ³)	R.P.I. (Kg/cm ³)
0.25			Capa vegetal Limo negro orgánico, desechos, raíces. 0.15 m					
0.50			Bloques de arcilla (meteorizada) en matriz arcillosa amarillenta, aprox. 1 m de espesor, presenta oxidaciones. 0.35 m					
0.75			Se observan intercalaciones de arcillitas grises muy meteorizadas.					
1.00								
1.25								
1.50								
1.75								
2.00			FIN EXCAVACION 1.35 m					

SITO: JUAN JOSE RONDON
 TRINCHERA: 3
 FECHA: Nov 21/95

CONVENCIONES
 LL: LIMITE LIQUIDO
 LP: LIMITE PLASTICO
 RPI: RESIST. PENETRACION INALTERADA
 Wn: HUMEDAD NATURAL

INGEOMINAS - INGENIERIA GEOAMBIENTAL

PROYECTO CIUDAD BOLIVAR - FASE II

REGISTRO DE EXPLORACION DEL SUBSUELO - LEVANTAMIENTO DE TRINCHERAS

PROYECTO CIUDAD BOLIVAR FASE II
SITIO JUAN JOSE RONDON
 Presupuesto Aproximado según Medidas Correctivas

ITEM	MATERIAL	UNIDAD	CANTIDAD	Precio Unitario	valor total (Millones de \$)
1	Gaviones	m ³	1,755.00	72,015.00	126.39
2	Excavación en roca	m ³	4,905.00	14,071.00	69.02
3	Concreto 2500 psi	m ³	85.00	104,071.00	8.85
4	Recebo Compactado	m ³	85.00	14,798.00	1.26
5	Material de Filtro	m ³	504.00	27,500.00	13.86
-6	Geotextil no tejido 1600 PAVCO	m ²	2,070.00	795.60	1.65
7	Excavación en material común	m ³	4,820.80	12,589.00	60.69
SUBTOTAL					281.70
A.I.U.(25%)					70.43
TOTAL					352.13

43'9
 6'9
 3'7
 1'1
 16'2
 1'8
 36'150
 171'8

↳ 500

pre-lleno.xls

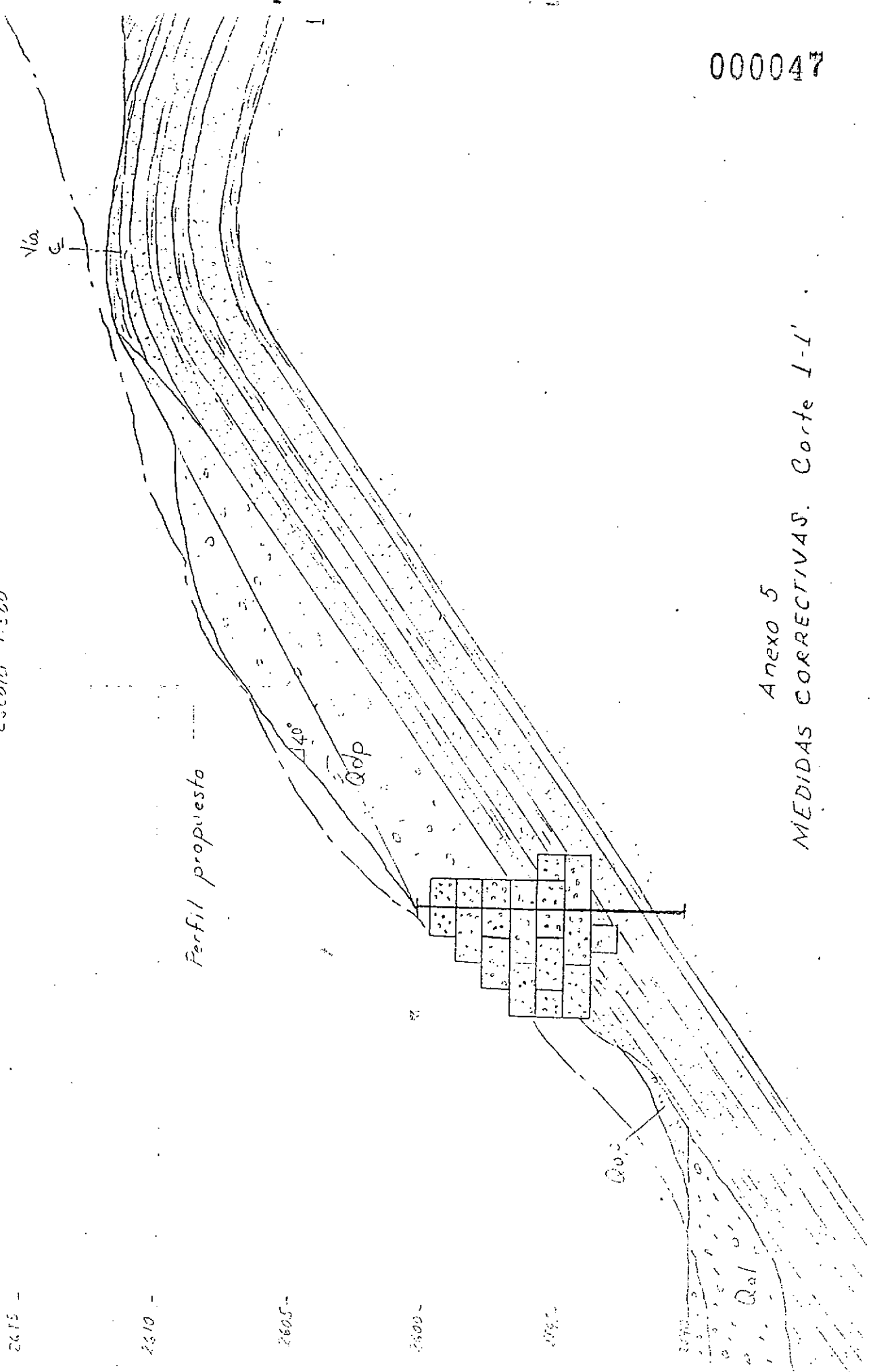
NOTA: Estos precios no incluyen I.V.A.

JUAN JOSE RONDON

ESTADATIFICACION N172°E/7°NW

Escala 1:500

000047



Perfil propuesta

ANEXO 5
MEDIDAS CORRECTIVAS. Corte I-I'

JUAN JOSE RONDON

ESTRATIFICACION N69°W/14°NW

Escala 1:500

000048

2615 -

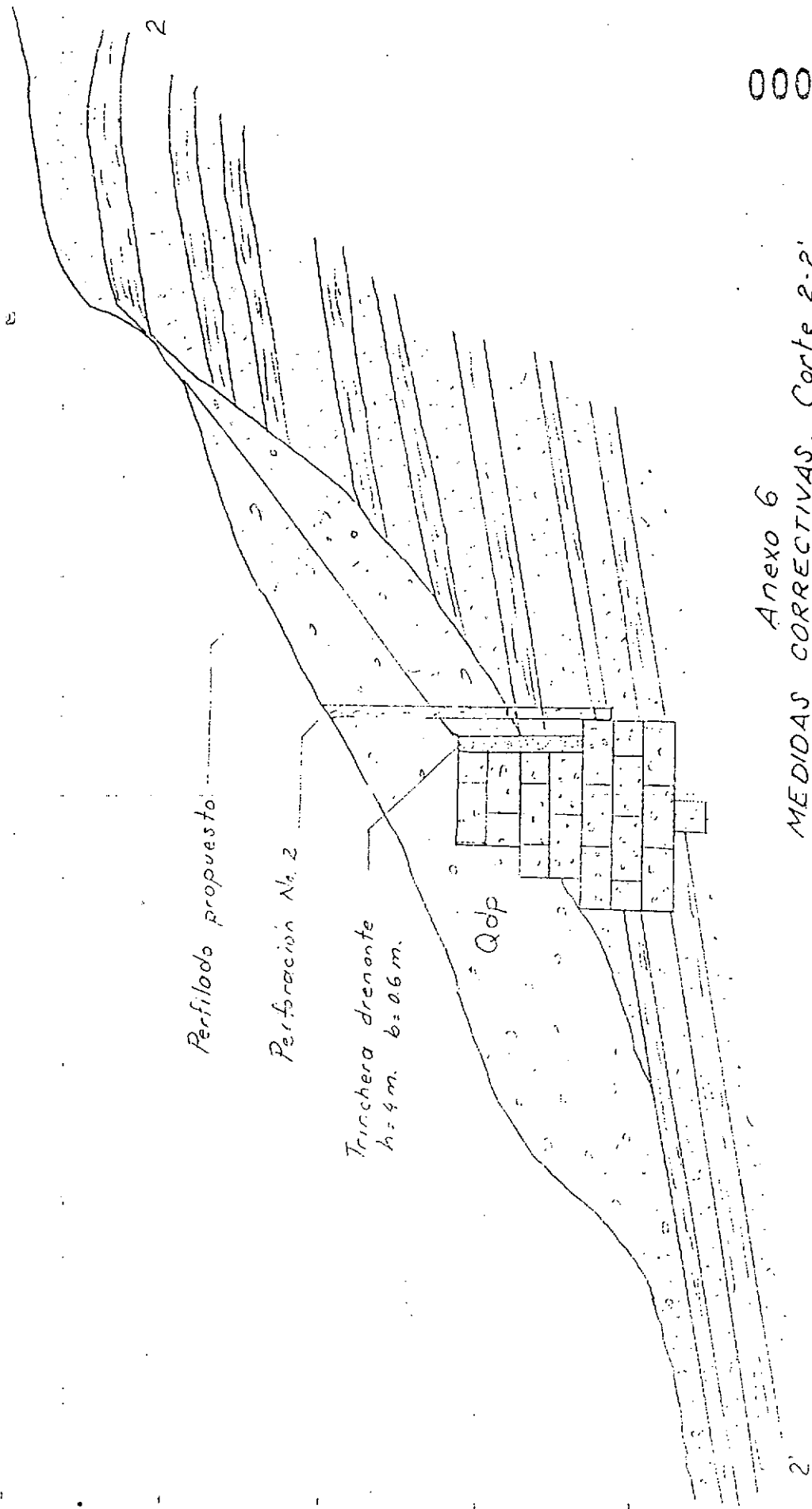
2610 -

2605 -

2600 -

2595 -

2590 -



Perfilado propuesto

Perforación No. 2

Trinchera drenante
h = 4 m. b = 0.6 m.

Qdp

Anexo 6
MEDIDAS CORRECTIVAS. Corte 2-2'

2'