

E-130-
000001

INDICE

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

37

ESTUDIO GEOTÉCNICO SECTOR EL PEDREGAL - SANTA FE DE BOGOTÁ D.C

6.2 Modos de Falla por Discontinuidades.	8
6.3 Modos de Falla en Cuaternarios.	8
6.4 Evaluación de Estabilidad.	9
6.4.1 Macizo Rocoso.	9
6.4.2 Materiales Inconsolidados.	9
 7.0 MEDIDAS CORRECTIVAS.	 9
7.1 Parte alta Ladera.	9
7.2 Talud en Roca.	10
7.3 Talud Vía.	10
7.4 Parte Baja de la Ladera.	11
7.5 Obras Complementarias.	10
7.6 Obras Paisajísticas.	10

FIGURAS
TABLAS
ANEXOS
PLANOS

LISTA DE FIGURAS

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

LISTA DE TABLAS

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

ESTUDIO GEOTÉCNICO SECTOR EL PEDREGAL - SANTA FE DE BOGOTÁ D.C

Tabla 5. Análisis Cinemático de Taludes en Macizos Rocosos, Falla Planar y en Cuña.

Tabla 6. Análisis Cinemático de Taludes en Macizos Rocosos, Falla Planar y en Cuña.

Tabla 7. Análisis Cinemático de Taludes en Macizos Rocosos, Falla Planar y en Cuña.

Tabla 8. Análisis Cinemático de Taludes en Macizos Rocosos, Falla Planar y en Cuña.

LISTA DE PLANOS

Plano 1. Topografía.

Plano 2. Geología.

Plano 3. Medidas Correctivas.

ANEXOS

1. Perfiles de Prospección de Geofísica.
2. Perfiles de Trincheras.
3. Registro de Perforaciones.
4. Isoyetas.
5. Esquema de cajas.
6. Esquema de Cortacorrientes.
7. Esquema de Muro en gaviones.
8. Adecuación de vía. Sección típica.
9. Cantidades de obra.
10. Presupuesto.

ESTUDIO GEOTÉCNICO SECTOR EL PEDREGAL

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 evidencia alto grado de erosión, y los procesos denudativos se pueden asociar a períodos lluviosos y mal manejo de aguas de escorrentía y servidas.

El sector se caracteriza por presentar un alto nivel de riesgo, definido por la alta amenaza que representa las áreas desestabilizadas por cortes viales o para la cimentación de viviendas, y la misma vulnerabilidad de las viviendas definidas por el tipo de construcción y la exposición directa a los frentes de deslizamientos.

2.0 GENERALIDADES

2.1 Localización

El sector de El Pedregal se localiza en la parte media del valle de la Quebrada Santa Librada, involucrando la vertiente derecha desde la divisoria de aguas hasta el cauce de la Quebrada. El área colinda con los barrios El Nevado, San Juan de Usme, Barranquillita y Brasilia, a la altura de las coordenadas 996300 E y 991800 N.(Figura No. 1)

2.2 Descripción del Problema

El área de estudio se encuentra sobre una ladera de la margen derecha de la Quebrada Santa Librada, conformada principalmente por depósitos cuaternarios, Conos Aluviales (Qcc), que descansan sobre la formación Usme (Tmu) compuesta principalmente por arcillolitas.

El problema de estabilidad esta asociado a la pérdida de soporte en la base de la ladera, por los cortes viales y de conformación para la cimentación de viviendas realizadas sobre el cono aluvial. Localmente se ha explotado material de forma inadecuada, dejando escarpes inestables, zonas desprovistas de vegetación donde la erosión ha avanzado, acelerando los procesos de inestabilidad. Estos procesos han modificado de forma continua el equilibrio natural de la ladera. Los movimientos en masa se aceleran en épocas de lluvias y/o por el mal manejo que se le ha dado al área de sus aguas servidas y de escorrentía.

2.3 Cobertura de Servicios Públicos

El Pedregal presenta una cobertura parcial de servicio de acueducto, el cual se abastece del sistema Vitelma. Mientras el servicio de alcantarillado de aguas servidas y -lluvias es deficiente o no existe.

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 (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 y; 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 terciaria, pertenecientes a la Formación Usme, y depósitos no consolidados del cuaternario.

La **Formación Usme (Tsu)**, está constituida por arcillolitas grises y violáceas-rojizas, blandas, en estratos de 0.50 m a 3.0 m de espesor, en superficie muy meteorizadas, con intercalaciones menores de areniscas grises claras y amarillentas a rojizo violáceas por meteorización, de grano fino a medio, con ocasionales lentes de grano grueso a conglomerático, friables, en superficie muy meteorizadas, y en estratos de 0.20 a 0.80 m de espesor. En general las rocas se presentan de poco fracturadas a fracturadas.

Los **Depósitos no consolidados (Qcc y Qal)**, corresponden a las unidades de complejo de conos y aluviones recientes.

La **Unidad Complejo de Conos (Qcc)** de origen fluvio-glacial-torrencial, aflora en la mayor parte del área; está conformada por material heterogéneo, cuyos elementos principales son bloques, guijarros, arenas, limos y arcillas, y cuyo espesor oscila entre pocos centímetros y los 10 m en la parte superior del área. En algunos sectores se observa una delgada capa de suelo gris oscuro, con espesores hasta de 0.40 m.

Los Depósitos Aluviales Recientes (Qal), afloran en el lecho y orillas de la Quebrada Santa Lucia, y son de poco espesor.

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

3.1.2 Geología Estructural

El sector se ubica dentro del flanco oriental de la estructura sinclinal Usme-Tunjuelito. Los estratos que conforman el macizo rocoso, presentan un rumbo promedio de N47W, con buzamiento también promedio de 36SW.

3.2 Geomorfología

El sector estudiado se ubica dentro de las unidades geomorfológicas, de origen denudacional-estructural y fluvio-glacial-torrencial, las cuales conforman laderas de pendiente moderada a suave, intensamente disectadas y desarrolladas en rocas arcillo-arenosas de la Formación Usme y del Complejo de Conos.

Entre los procesos morfodinámicos más importantes que han afectado la región se tienen los fenómenos denudativos tanto antiguos como recientes, entre los que se distinguen: deslizamientos de moderada y pequeña magnitud, localizados en algunos sitios aislados de las laderas y en las orillas de las Quebrada Santa Lucia y ocurridos principalmente sobre materiales del Complejo de Conos; y los fenómenos erosivos como surcos y cárcavas que aceleran los problemas de inestabilidad en forma local.

3.3 Exploración del Subsuelo

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

3.3.1 Levantamiento Estructural del Macizo

Para el levantamiento estructural se tomó información de discontinuidades identificando orientación, separación, abertura, rugosidad, tipo relleno y persistencia de los sistemas principales y secundarios. En total se tomaron 27 datos estructurales, que se representaron en una red ciclográfica (Figuras 3 y 4), resultando como sistemas de discontinuidades representativas del macizo las siguientes:

Estratificación N44W / 44 SW

Diaclasa principal N72W / 70 SW

N52W / 73 SW

Diaclasa secundaria N68W / 58 NE
 N61E / 22 NW

Las diaclasas principales se caracterizan por presentar persistencia poco continua, espaciamiento próximas entre 5 y 30 cm; cerradas, en algunos casos ligeramente abiertas (3mm) con relleno arcillo-arenoso y rugosidad planar rugosa.

Las diaclasas secundarias presentan una persistencia discontinua con espaciamiento entre próximo a muy próximo, entre 10 y 80 cm. En general, están cerradas, y de rugosidad planar rugosa.

La estratificación es delgada a mediana, con espesores de estratos entre 20 y 80 cm en las areniscas y entre 0.5 a 3.0 cm en las arcillolitas.

3.3.2 Prospección Geofísica

Se realizaron dos (2) líneas de prospección geofísica, que permitieron definir la geometría del depósito inconsolidados recientes. En la **Figura 2**, se presenta la localización de las líneas de prospección. Los perfiles geofísicos se encuentran en el anexo de este informe.

3.3.3 Exploración Directa

3.3.3.1 Trincheras

Se aprovecharon los taludes pseudoverticales, sobre los cuales se levantaron dos columnas estratigráficas detalladas (ubicadas en el plano geológico), identificando tipo, espesores y condición local de la roca (**Figuras 5 y 6**), además se realizaron cuatro trincheras localizadas en la **Figura 2**, cuyos perfiles se encuentran en el anexo de este informe.

3.3.3.2 Sondeos Mecánicos

En la parte baja de área de estudio 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 realizó sobre muestras de bloque ensayos de peso unitario e índice de carga puntual (**Tabla 1**), y para la caracterización del suelo se realizaron sobre muestras obtenidas del sondeo mecánico ensayos de comportamiento esfuerzo - deformación, cuyos resultados se presentan en la **Tabla 2**.

4.0 CARACTERÍSTICAS DEL SUBSUELO

4.1 Macizo Rocoso

4.1.1 Clasificación

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

Los bancos de arenisca se clasificaron con:

Geological Strength Index (GSI)	30-35
Esfuerzo a la Compresión Simple	190 kg/cm ²
Índice de Carga Puntual	8 kg/cm ²
Peso Unitario	2.1 T/m ³

En la arcillolita los parámetros de clasificación adoptados fueron:

GSI	25-30
Resistencia a la Compresión Simple	7 kg/cm ²
Peso Unitario	2.2 T/m ³

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

4.1.2 Caracterización del Macizo Rocoso

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 encuentran depósitos cuaternarios, originados por alguno de los agentes de formación y propios del paisaje geológico; tipo aluviales, que inicialmente fueron mantos continuos y están conformados por fragmentos líticos heterométricos redondeados en matriz arcillo-arenosa con gravas.

El complejo de Conos Aluviales corresponde al mismo tipo de material que conforma las áreas de canteras del Tunjuelito, este tipo de material se caracteriza por presentar resistencia al corte alta, es estable en cortes pseudoverticales. Su resistencia a la erosión hídrica es baja; donde es escasa la cobertura vegetal se evidencian procesos de erosión intensos que generan fenómenos de inestabilidad local.

El espesor del depósito varía en el área de estudio de pocos decímetros hasta espesores máximos de 10 metros en la parte alta de la ladera.

5.0 ANÁLISIS HIDROLÓGICO E HIDRÁULICO

La red de drenaje del sector está conformada exclusivamente por la microcuenca de la Quebrada Curí, localizada sobre la margen izquierda de la Quebrada Santa Librada y en la parte baja de la cuenca. La Quebrada Curí ha sido afectada por la contaminación con aguas negras y residuos sólidos provenientes de asentamientos urbanos que carecen de servicios públicos. En la microcuenca actúa la escorrentía superficial, la cual contribuye a la formación de frentes erosivos y ablandamiento de la masa superficial del suelo.

5.1 Precipitación

Para el cálculo de la precipitación media multianual y máxima mensual se utilizó el método de las Isoyetas, presentadas en el anexo de este estudio; se obtuvo los siguientes resultados: $P_{mm} = 690$ mm, $P_{máxm} = 91$ mm. Para el cálculo de la intensidad se consultó las "Normas de Diseño de Alcantarillas", (EAAB, 1990).

5.2 Cálculo de Caudales

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

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

Donde Q es el caudal pico 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 $c = 0.30$ 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

ESTUDIO GEOTÉCNICO SECTOR EL PEDREGAL - SANTA FE DE BOGOTÁ D.C

s = pendiente m/km
 tc = horas

Con $t_c = 4.23$ min., para efectos de diseño se tomó $t_c = 10$ min. y para un $Tr = 50$ años, obtenemos $i = 115$ mm/h de acuerdo con las gráficas de Intensidad - Duración - Periodo de Retorno, que Hidroestudios (1988) determinó para la zona.

Para el cálculo de caudales se consideraron las respectivas áreas de aporte, para el posterior diseño de cunetas.

5.3 Análisis Hidráulico

En esta sección se calculan y recomiendan las dimensiones mínimas necesarias de las cunetas interceptoras dispuestas en las vías, en la corona y base de los taludes para los caudales determinados en el numeral anterior (Plano 3).

5.3.1 Diseño de Cunetas:

Para el diseño de las secciones se utilizó la ecuación de Manning:

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

donde:

n : Coeficiente adimensional de rugosidad de Manning.

n = 0.013 para hormigón

n = 0.040 para hormigón con disipadores en el mismo material

A : Área de la sección (m^2).

R : Radio hidráulico (m).

S : Pendiente longitudinal (m/m).

Q : Caudal transportado (m^3/s).

Se diseñaron 4 tipos de cunetas que se ubican en el Plano 3 y se muestran en las Figuras 7 y 8, según la distribución del caudal, condiciones espaciales particulares y la pendiente longitudinal.

DISEÑO DE CUNETAS

Tipo	S %	n	b	h	z	Q (m^3/s)
I	9.2	0.013	0.3	0.3	1	0.35
II	60.0	0.040	0.3	0.3	1	0.35
III	9.3	0.013	0.3	0.3	0	0.25
IV	26.0	0.013	0.2	0.2	0	0.12

6.0 ANÁLISIS DE ESTABILIDAD

6.1 Generalidades

Teniendo en cuenta las características geométrica de la ladera y la condición in-situ del macizo y del depósito aluvial, se evaluaron en el macizo rocoso diferentes modos de falla controlados por las superficies de las discontinuidades como: falla planar y en cuña; y sobre los depósitos cuaternarios se contemplaron fallas de tipo traslacional, las cuales son producto de la infiltración del agua por las grietas de tracción y pérdida de material de soporte.

6.2 Modos de Falla por Discontinuidades

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

Estratificación	N44W / 44 SW
Diaclasa principal	N72W / 70 SW N52W / 73 SW
Diaclasa secundaria	N68W / 58 NE N61E / 22 NW

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, muestran los datos de entrada, y los resultados para diferentes condiciones.

El análisis se realizó con las orientaciones de los taludes definidos así:

Ladera Natural	N40W / 27SW
Afloramiento	N25W / 37-52SW
Talud Vía	N30W / 31SW N - S / 26 W

En general, los buzamientos de los taludes o laderas son menores que el buzamiento de la estratificación (44°), por lo tanto, no hay posibilidad cinemática de falla planar y en cuña del macizo. Con el trabajo de campo no se observaron problemas de estabilidad por volteo de bloques, por lo tanto no se consideró en el análisis.

6.3 Modos de Falla en depósitos Cuaternarios

La falla de los depósitos (Conos Aluviales) se asocia a la acción del agua, por un lado erosionando en forma intensa el material, y por otro como acción desestabilizadora que ejerce en las grietas de tracción formadas por desconfinamiento.

6.4 Evaluación de Estabilidad

6.4.1 Macizo Rocoso

De acuerdo con los resultados presentados en el numeral 6.2.1, se establece que los taludes son estables, y su deterioro en la estabilidad está asociado con sectores donde se ha excavado en forma inadecuada dejando taludes con inclinaciones mayores de 45°.

Los taludes presentan una condición de buzamiento de los estratos desfavorable a la estabilidad; la posibilidad de falla planar o en cuña es mínima, y solo se presenta cuando las pendientes de los mismos sean menores a 45°.

6.4.2 Materiales Inconsolidados

La condición natural de estabilidad de estos depósitos es buena, y se pueden observar donde lo intervención del hombre ha sido nula.

Los problemas de estabilidad se generan a partir de la pérdida de cobertura vegetal y de soporte en la base de los mismos bien sea por erosión o por excavaciones.

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.

El diseño de medidas correctivas se orienta al control de erosión, identificando este como el principal agente desestabilizador en el área, y en la recuperación morfológica de las laderas que han presentado problemas de estabilidad. Para el planteamiento de medidas correctivas el área se sectorizó en:

- Parte alta ladera, área urbanizada.
- Talud en roca, antigua zona de explotación
- Talud vial
- Parte baja de la ladera, ronda quebrada El Curí.

7.1. Parte alta ladera.

En este sector aunque actualmente no se evidencian problemas de estabilidad, se hace necesario construir un sistema de recolección de aguas lluvias y de escorrentía que conduzca las aguas de forma controlada hacia la red de drenaje del sector. Igualmente, es necesario el retiro o rotura de los grandes bloques que se encuentran dispuestos en forma errática en el área, los cuales presentan un nivel de amenaza alto para la población y sus viviendas.

En el **Plano No 3** se muestran las obras de drenaje definidas para el manejo de las aguas superficiales. Es decir, cunetas interceptoras en la parte alta y cunetas laterales paralelas a los alineamientos de las viviendas (**Figuras 7 y 8**). En general al área se le debe dotar de un sistema de alcantarillado de aguas servidas y de aguas lluvias que eviten el vertimiento directo e incontrolado sobre la ladera.

7.2 Talud en Roca

Sobre este sector se debe realizar el perfilado del talud buscando pendientes menores a los 45 grados; la operación de perfilado se realizará por franjas, manteniendo las pendientes actuales siempre y cuando sean menores a 45 grados y retirando los bloques inestables o potencialmente inestables.

En la base del talud deberá limpiarse o retirar el material movido, especialmente al costado sur del talud, donde el material movido se encuentra contra las viviendas. El diseño final del talud debe contemplar un espacio libre como mínimo igual a la altura del talud entre la pata y la parte posterior de las viviendas. Para las viviendas adyacentes una vez perfilado el talud realizar una evaluación de estabilidad y de riesgo con el fin de determinar su evacuación u obras necesarias para mitigar un desastre.

Teniendo en cuenta que el retiro parcial del material de terraza fluvio-terrestre que se encuentra colgado en la cresta del talud no es muy conveniente, primero por la misma estabilidad del material, y porque su retiro parcial significa desproteger el macizo rocoso, mucho más vulnerable a los agentes de intemperismo que el material de terraza, se propone realizar un perfilado sobre el material de terraza, retirando los grandes bloques embebidos, construyendo una cuneta interceptora en la cresta del talud, y dejando un patio de acumulación limitado con una estructura en gaviones de dos metros de altura como se muestra en el **Plano 3**; igualmente la cara expuesta de material de terraza debe protegerse contra la erosión hídrica mediante su revegetalización.

7.3 Talud Vía

El talud definido por la construcción de la vía, está entallado al costado sur en roca arcillosa y al norte por el material de terraza, los fenómenos de estabilidad identificados en este sector son producto de los cortes viales y acelerados por los procesos erosivos.

La zona conformada por rocas arcillosas se perfilará por tramos homogéneos con pendientes actuales, buscando perfilados uniformes en sentido vertical. El resto del talud se conformará por tramos de similar pendiente buscando remover el mínimo material posible y retirando los bloques de gran tamaño embebidos en el depósito.

La conformación de los taludes se complementará con obras de protección de erosión como corta corrientes, cunetas de coronación y en la base del talud, y la empradización de las caras de los mismos mediante pastos y/o arbustos. **Plano No 3 y Figuras No 9, 10, 11 y 12.**

Como obra complementaria se deberá conformar en forma adecuada la vía de acceso que se localiza justamente en la cresta del talud sur.

7.4 Parte Baja de la Ladera

Corresponde al área localizada entre la vía de acceso y el cauce de la quebrada El Curí, este sector presenta una morfología suave, y los problemas de estabilidad están asociados a la socavación lateral del cauce. El sector se ha convertido en una zona de disposición de basuras y de desechos de construcción, presencia de olores pestilentes, ausencia de fauna, alteración morfológica. Además, de la contaminación del agua de la quebrada, produciendo un deterioro negativo de la calidad del paisaje.

Teniendo en cuenta que el paisaje es un recurso renovable, se recomienda darle al sector un tratamiento paisajístico, que empezaría por la limpieza del área recogiendo los materiales de escombros y de basuras, una reconfiguración morfológica, empradización y reforestación del sector, y darle un uso recreativo, ya sea como parque o zona verde que garantice el uso adecuado del suelo.

7.5 Obras Complementarias

En general, el área debe dotarse de un sistema de acueducto y alcantarillado adecuado, como de la construcción de la red vial con accesos vehiculares y peatonales debidamente conformados a nivel geométrico de captación y conducción de las aguas de escorrentía. Para el manejo de las aguas de escorrentía superficial se deberán construir cunetas a lo largo de las vías, y conducir las hacia el drenaje natural en forma controlada bien sea por estructuras de caída o entubadas.

7.6 Obras Paisajísticas

Las siguientes 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 reforestación de taludes y áreas adyacentes. La siembra se debe realizar con especies vegetales nativas a aquellas que se adapten a las condiciones locales.

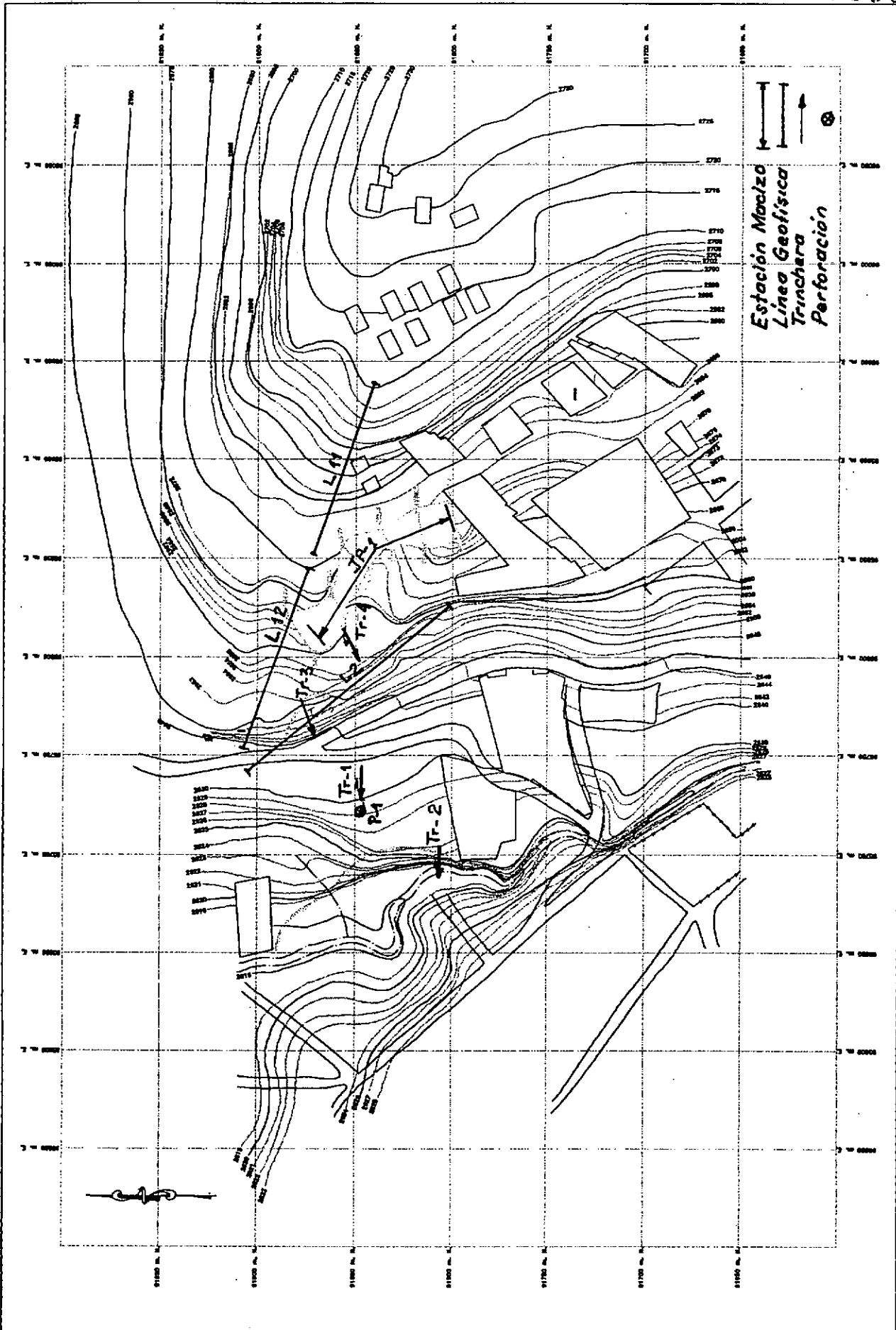
Para garantizar la implementación y conservación de las obras mencionadas se requiere de la participación comunitaria, mediante la implementación de programas de educación ambiental, logrando una identificación de la comunidad con su medio ambiente. Esto se reflejaría con el adecuado manejo de los desechos de construcción, basuras, y permanente cuidado y mantenimiento de las obras realizadas, especialmente hacia las obras de recuperación vegetal.



LOCALIZACION GENERAL.

FIGURA No. 2.

000017



CONVENCIONES

- ADQUIRIDA
- AREA CONSTRUIDA
- BOVEDON
- BOVEDON INACABADA
- CANALIZACION EN PRESENTE
- CANAL DE RIVEL INDEB
- CURVA DE CONCRETO
- NO O QUINQUA

EXPLORACION DEL SUBSUELO

ESCALA 1 : 1000

DIBUJO: INGENIERIA GEOMECANICAL

AUTORE: INGENIERIA GEOMECANICAL

PLANO No. _____

FECHA: NOVIEMBRE DE 1999

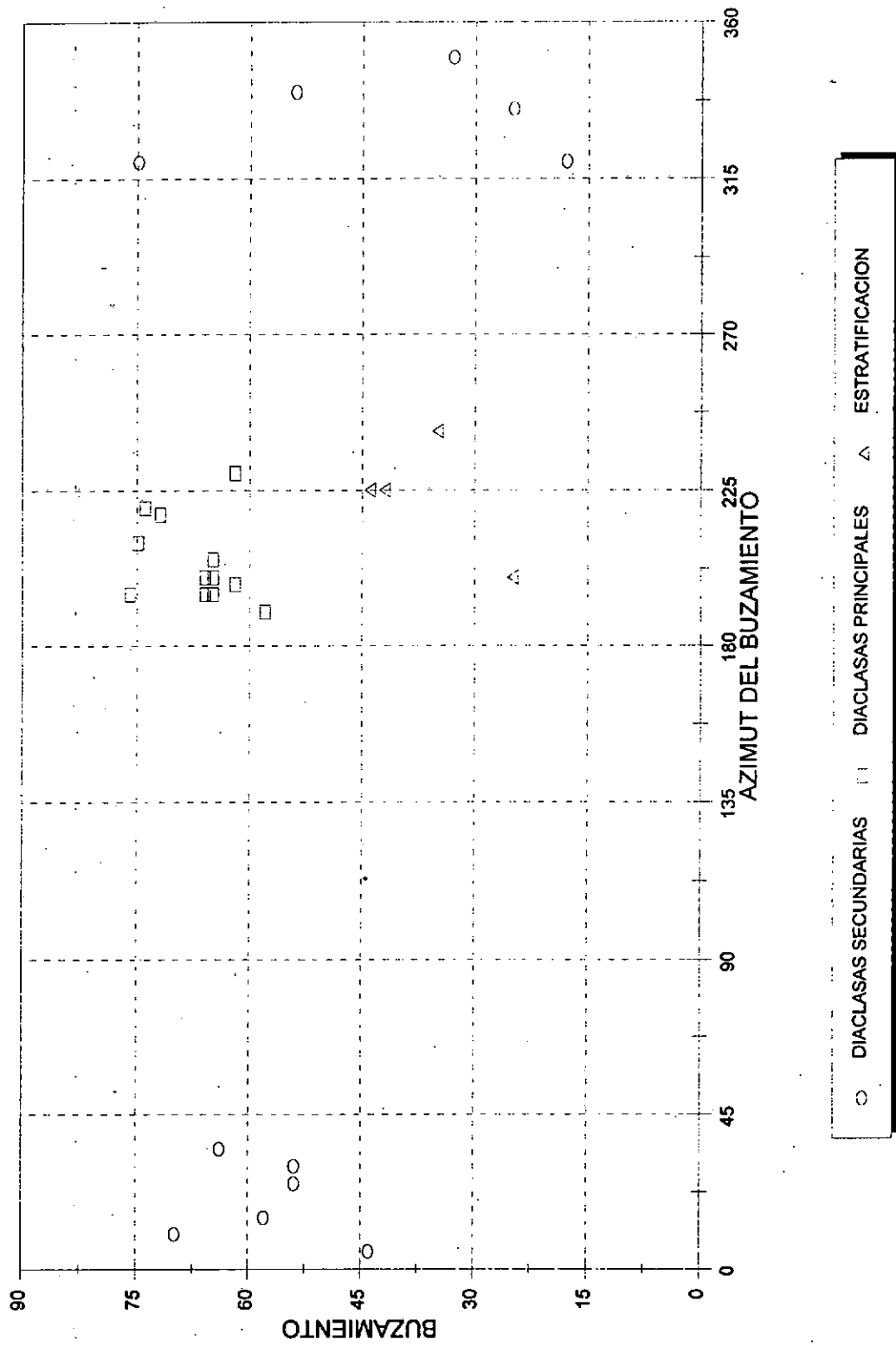
DEPARTAMENTO ADMINISTRATIVO DE PLANEACION URBANISTICA

INSTITUTO DE INVESTIGACIONES EN INGENIERIA CIVIL Y URBANISTICA

ESTUDIO GEOTECNICO DETALLADO BARRIO EL PEDREGAL

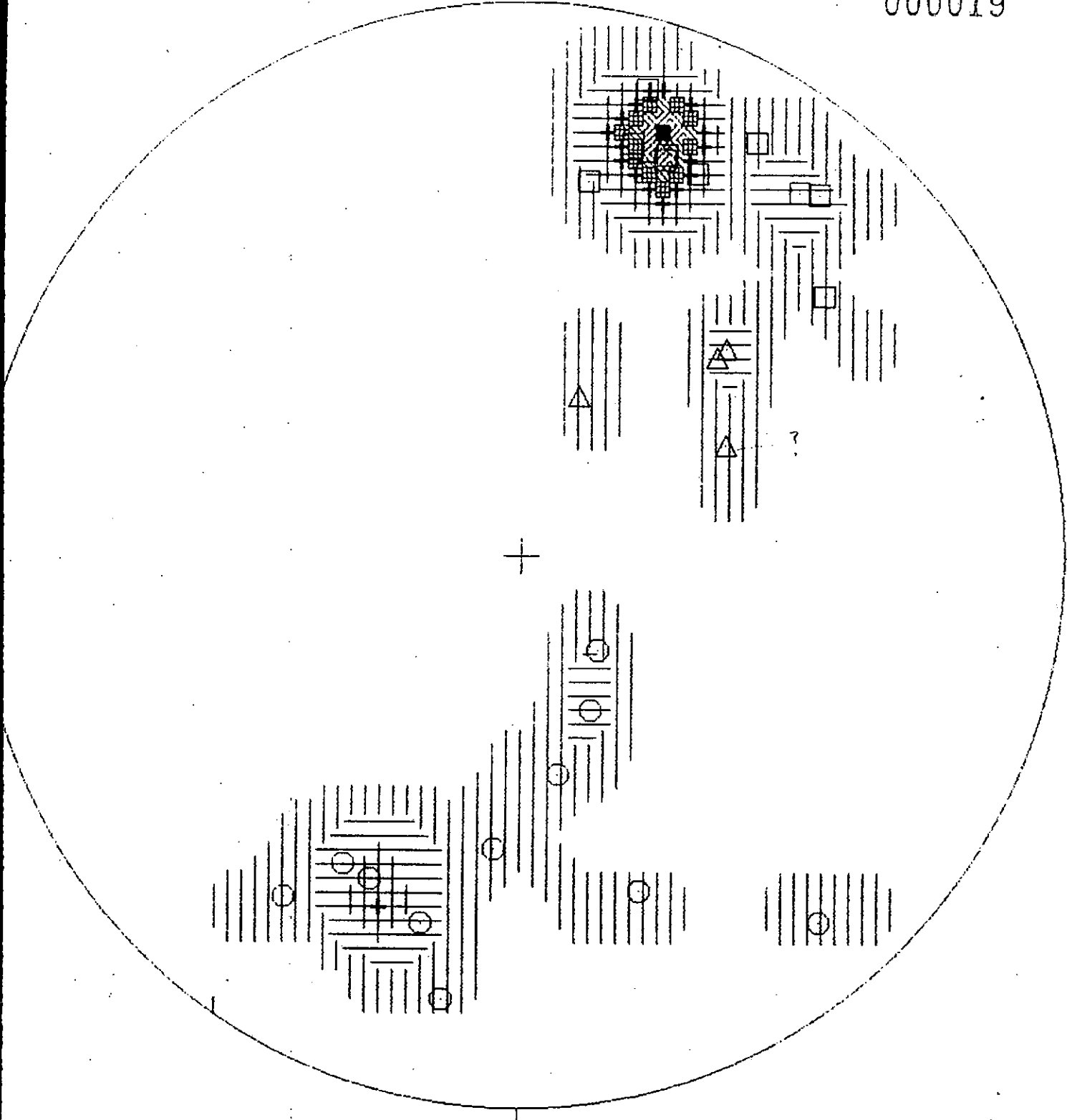
FIGURA No. 3

LEVANTAMIENTO DE MACIZOS ROCOSOS EL PEDREGAL



EL PEDREGAL
North

000019



27 Points

LEGEND (for first 9 intervals)

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

Contour Method: Schmidt (1925)
 Counting Area: 0.010
 Contour Interval: 3% Points per 1% Area
 Maximum Contour: 27

NOTE: Contour Patterns Repeat Every 9 Intervals

FIGURA No. 5

CORTE GEOLOGICO A-A'
EL PEDREGAL

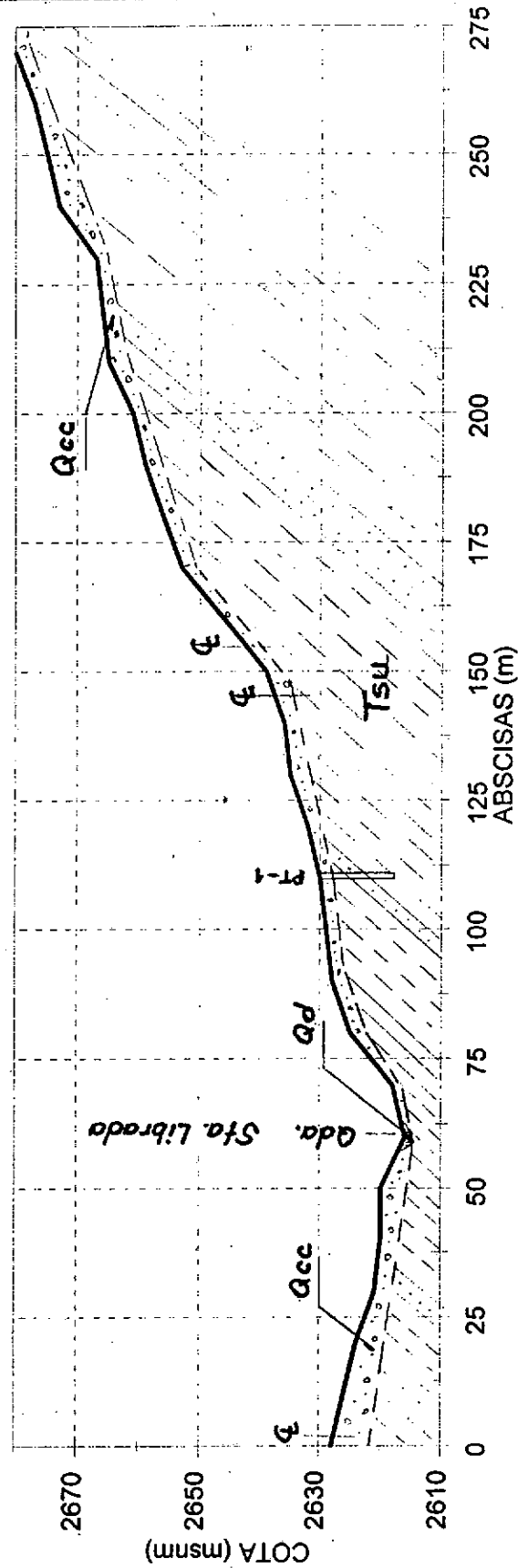


FIGURA No. 6

CORTE GEOLOGICO B-B' EL PEDREGAL

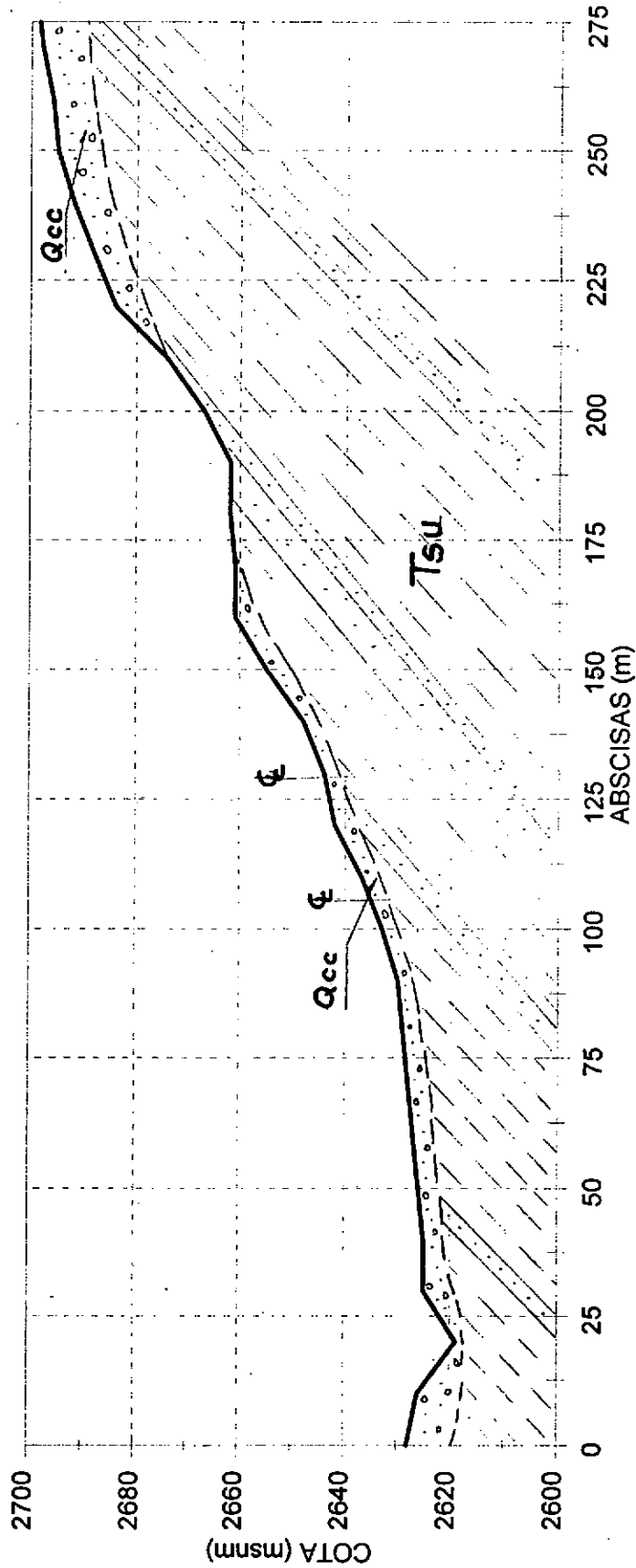
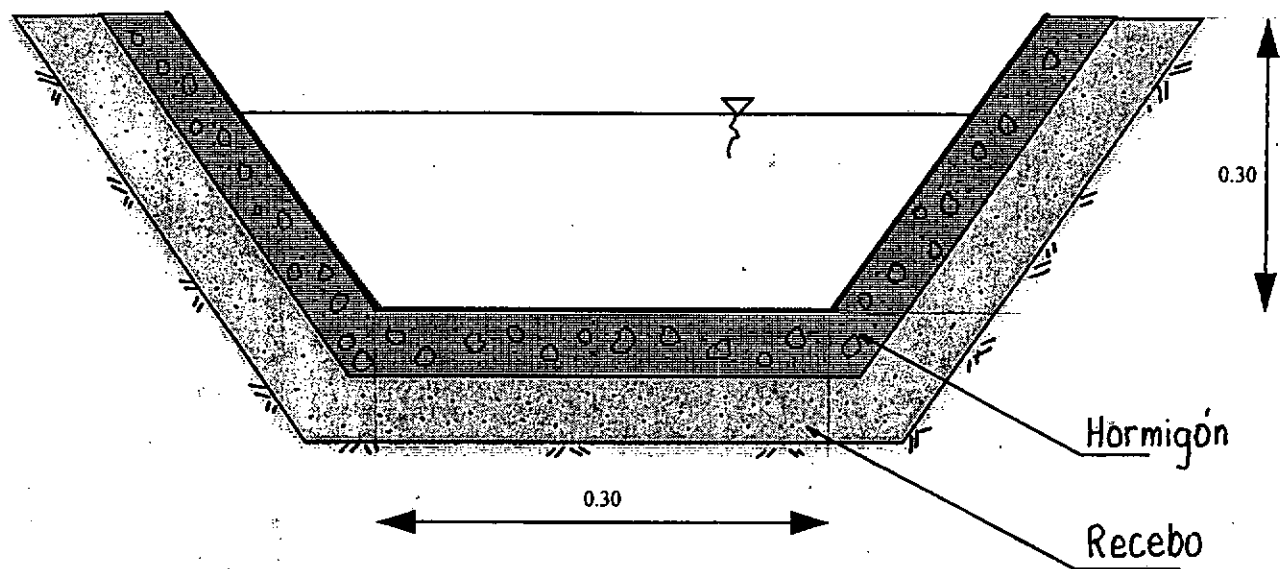
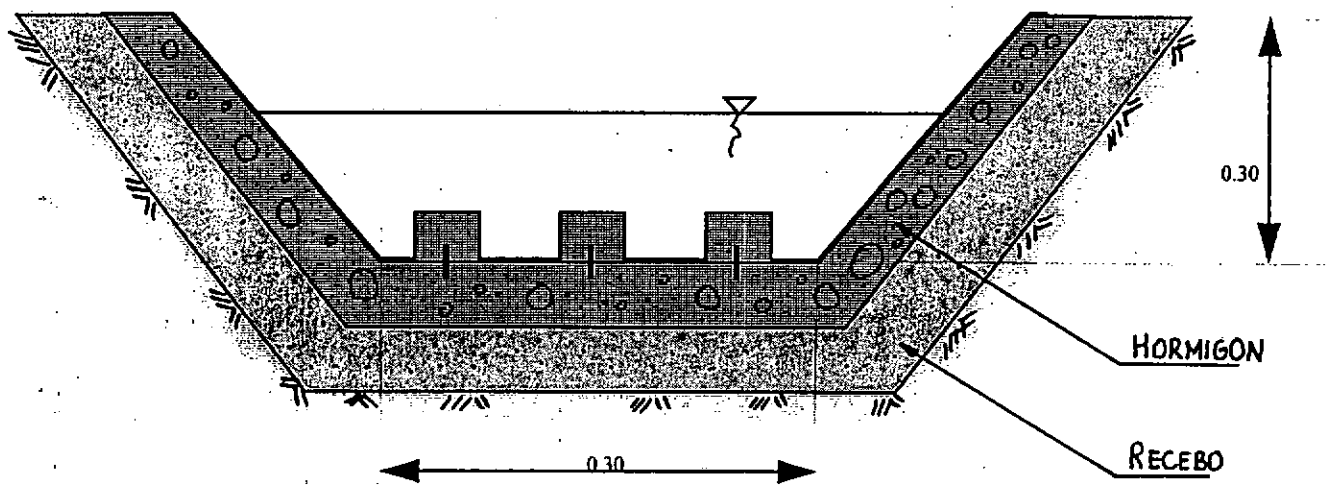


FIGURA No.7

CUNETETA TIPO I



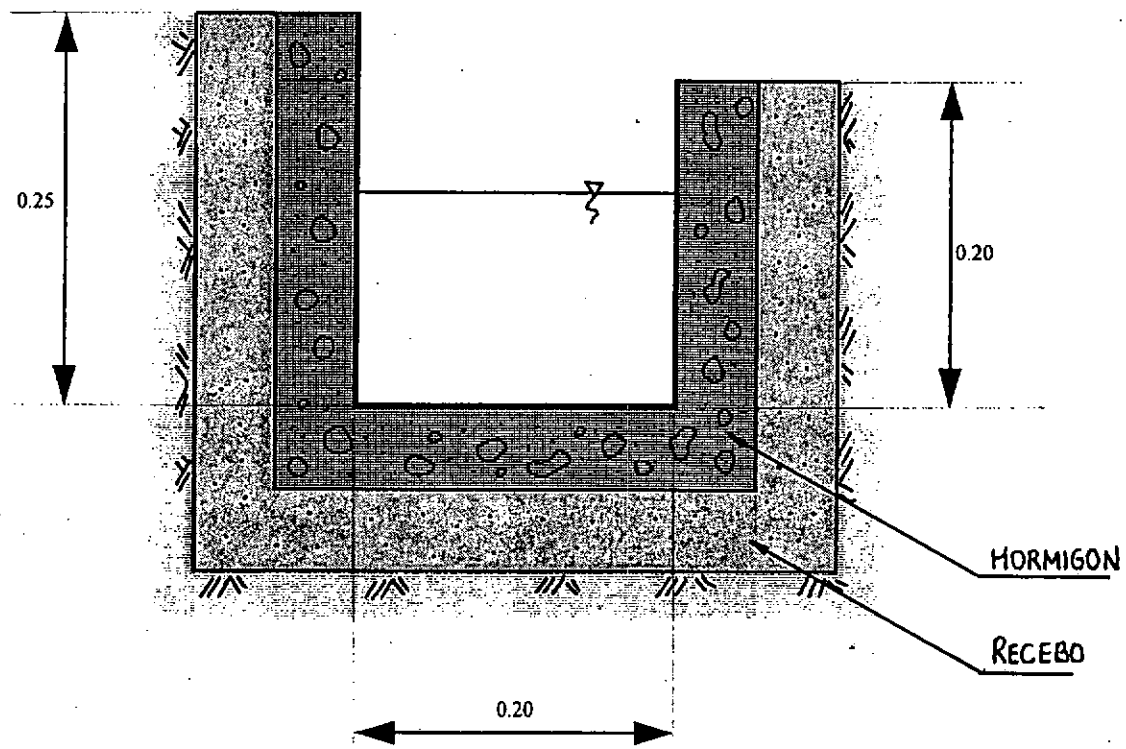
CUNETETA TIPO II



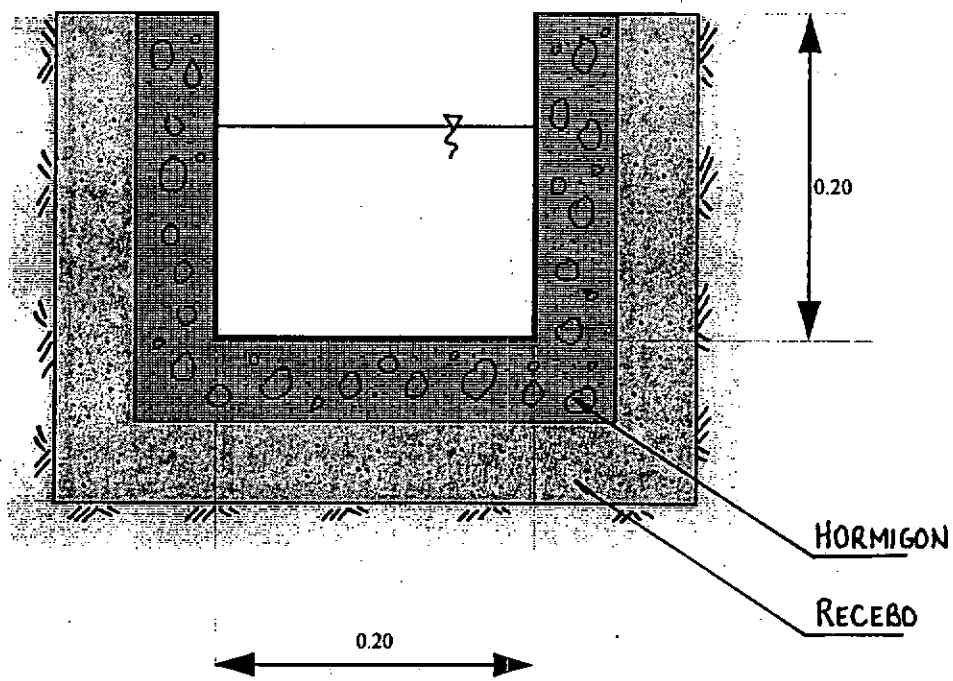
Esquema sin escala Dimensiones en metros

FIGURA No. 8

CUNETETA TIPO III



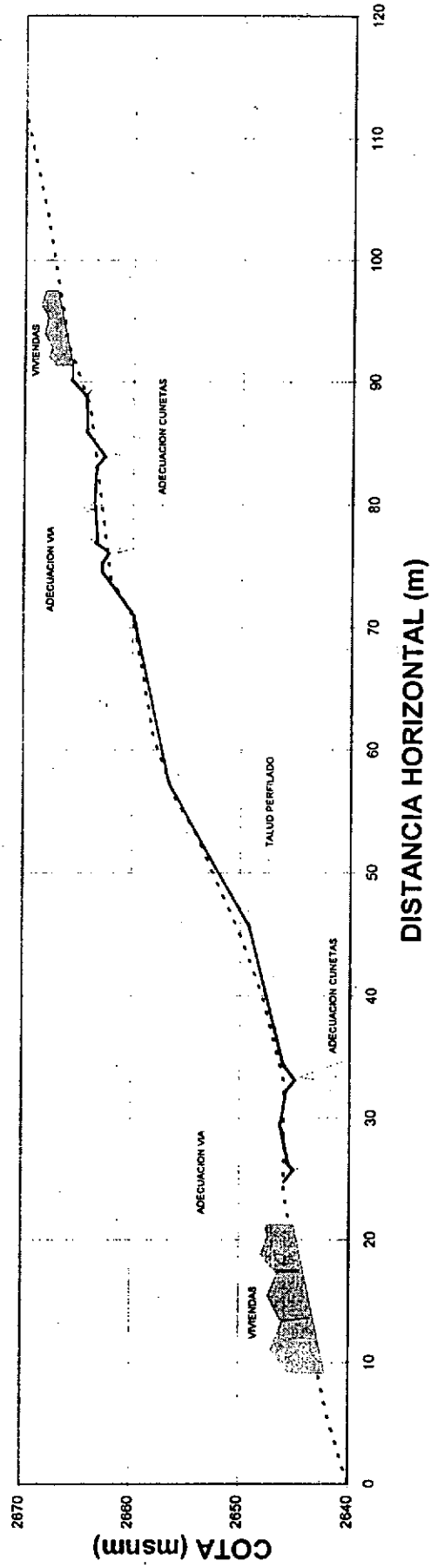
CUNETETA TIPO IV



Esquema sin escala Dimensiones en metros

FIGURA No. 9.
EL PEDREGAL

MEDIDAS CORRECTIVAS - SECCION 1



000024

FIGURA No. 10.
EL PEDREGAL

MEDIDAS CORRECTIVAS - SECCION 2

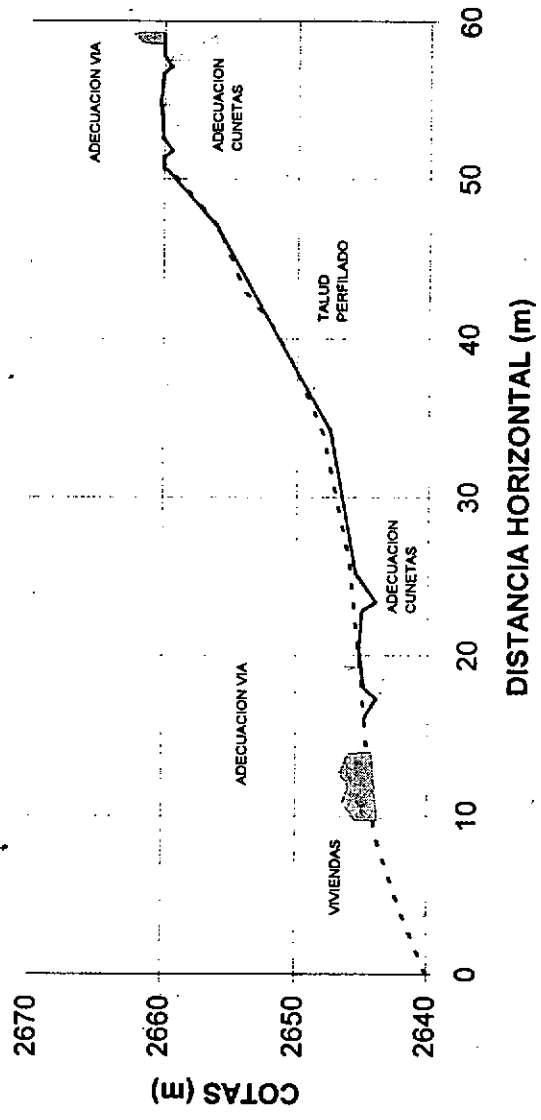


FIGURA No. 11
EL PEDREGAL

MEDIDAS CORRECTIVAS - SECCION 3

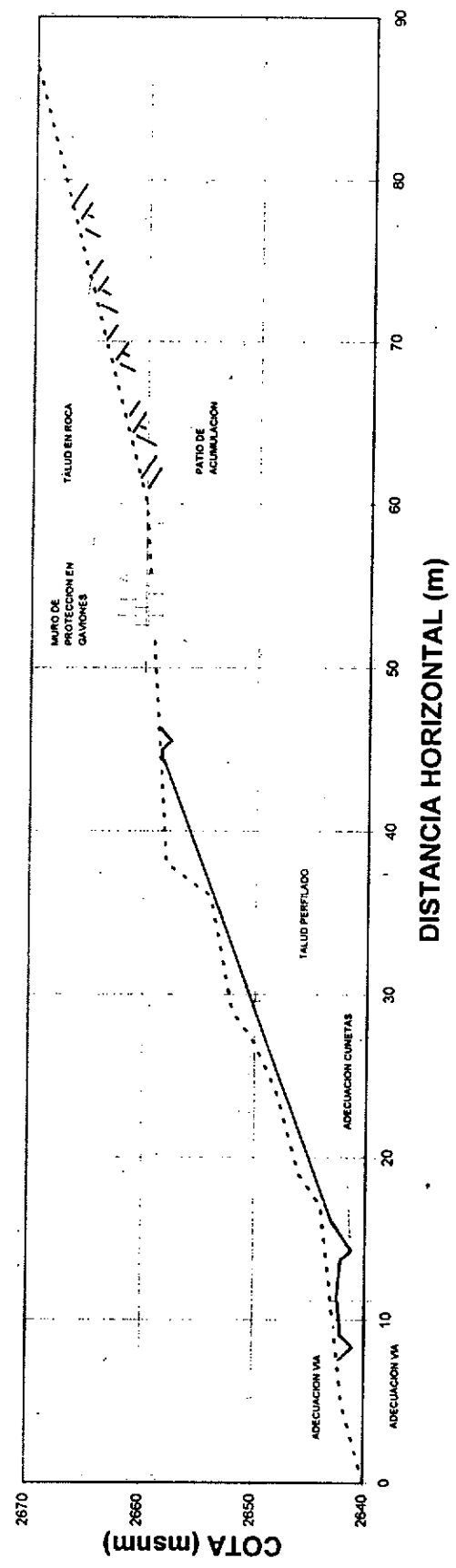


FIGURA No. 12.
EL PEDREGAL

MEDIDAS CORRECTIVAS - SECCION 4

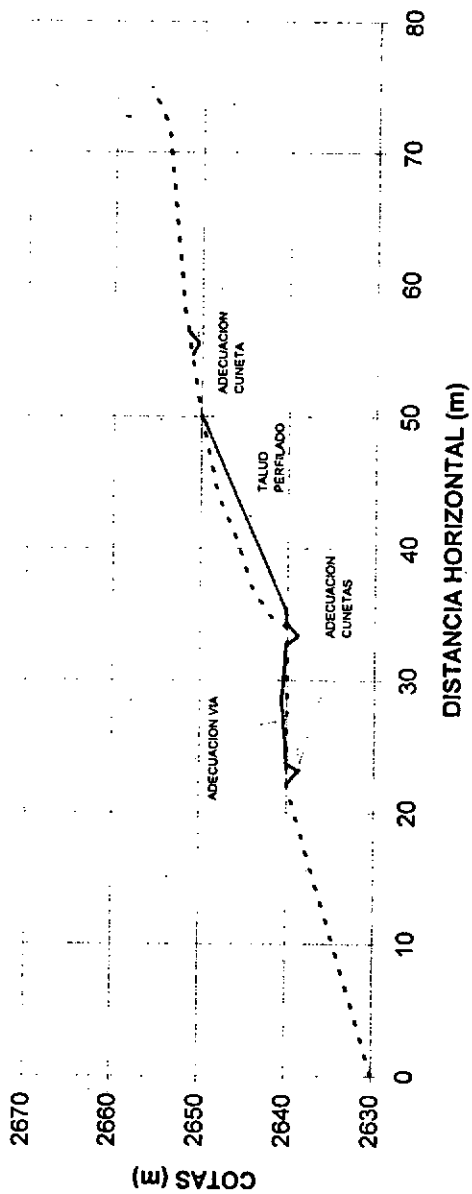


TABLA No. 1
PROYECTO CIUDAD BOLIVAR - FASE II
ENSAYOS DE CARGA PUNTUAL
SITIO: EL PEDREGAL

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)	$\bar{\sigma}_c$ (kg/cm ²)	DESCRIPCION
JP1 - M1		7.1	10.5	6.3	2.5	255.102	7.547	4.479	1.204	5.391			Arenisca gris clara y amarilla.
		5.0	6.4	4.4	3.6	367.347	5.293	13.114	1.026	13.454	8.139	187.207	De grano fino a medio. Friable.
	2.1	6.8	7.1	4.7	1.0	102.041	6.379	2.508	1.116	2.798			De consistencia blanda.
		6.3	8.0	5.1	2.0	204.082	6.396	4.989	1.117	5.573			

000028

TABLA No. 2
RESUMEN DE RESULTADOS DE ENSAYOS DE LABORATORIO
SITIO: EL PEDREGAL

Perforación No.	Muestra No.	rofundida (m)	Wn (%)	γ_s (t/m^3)	q_u (kg/cm^2)	E_u (kg/cm^2)	E_{60} (kg/cm^2)	DESCRIPCION
1	1	2.60 - 3.08	17.9	2.21	8.1	290	290	Arcillolita gris clara oxidada.
1	2	3.08 - 4.06	11.4	2.27	5.38	270	270	Arcillolita gris muy oxidada, algo arenosa.
1	3	5.02 - 6.60	11.6	2.31	6.95	217	173	Arcillolita gris clara oxidada, tonos cafés.

TABLA No. 3

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

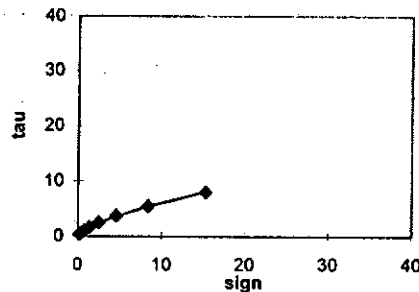
ADAPTADO DE HOEK, 1994

BARRIO EL PEDREGAL

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

RESULTADOS

mb/mi = 0.08
 mb = 1.560
 s = 0.00042
 a = 0.50
 sigt = -0.005
 A = 1.3
 B = 0.68
 E = 1378



POREHOEK.XLS

Angulo de friccion y
cohesion para diferentes
esfuerzos normales :

$\mu_n = 0.5$ MPa
 $\mu = 0.78$ MPa
 $\gamma = 46.9$ degrees
 $c = 0.25$ MPa

$\mu_n = 1$ MPa
 $\mu = 1.26$ MPa
 $\gamma = 40.5$ degrees
 $c = 0.40$ MPa

sig3	sig1	ds1ds3	sign	snd	tau	X	Y	XY	X^2	Taucalc
0.07	1.61	10.66	0.21	0.20	0.43	-0.70	-0.37	0.26	0.49	0.43
0.15	2.28	7.95	0.39	0.38	0.67	-0.42	-0.17	0.07	0.17	0.66
0.30	3.29	5.95	0.73	0.72	1.05	-0.14	0.02	0.00	0.02	1.02
0.59	4.81	4.52	1.36	1.35	1.62	0.13	0.21	0.03	0.02	1.55
1.19	7.13	3.49	2.51	2.51	2.47	0.40	0.39	0.16	0.16	2.35
2.38	10.77	2.76	4.61	4.60	3.71	0.66	0.57	0.38	0.44	3.55
4.75	16.62	2.25	8.40	8.40	5.48	0.92	0.74	0.68	0.85	5.33
9.50	26.28	1.88	15.32	15.32	7.99	1.19	0.90	1.07	1.40	8.01
Sums =						2.04	2.30	2.64	3.56	

TABLA No. 4.

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

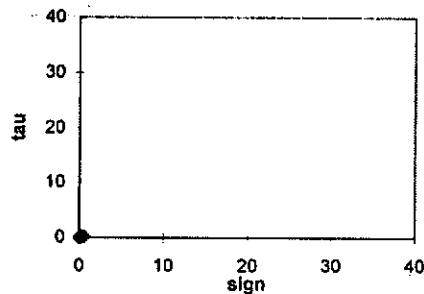
ADAPTADO DE HOEK, 1994

BARRIO EL PEDREGAL

DATOS: GSI = 30 sigci (Mpa) = 0.8 mi = 4 ARCILLOLITAS

RESULTADOS

mb/mi = 0.08
 mb = 0.328
 s = 0.00042
 a = 0.50
 sigt = -0.001
 A = 0.3
 B = 0.61
 E = 283



PDREHOEK.XLS

Angulo de friccion y
 cohesion para diferentes
 esfuerzos normales :

σ_n = 1 MPa
 σ_c = 0.28 MPa
 γ = 9.6 degrees
 c = 0.11 MPa

σ_n = 1.5 MPa
 σ_c = 0.36 MPa
 γ = 8.2 degrees
 c = 0.14 MPa

sig3	sig1	ds1ds3	sign	snd	tau	X	Y	XY	X^2	Taucalc
0.00	0.04	4.98	0.01	0.01	0.01	-2.12	-1.91	4.04	4.49	0.02
0.01	0.05	4.01	0.01	0.01	0.02	-1.86	-1.76	3.26	3.44	0.02
0.01	0.07	3.20	0.03	0.03	0.03	-1.59	-1.60	2.54	2.53	0.03
0.03	0.11	2.59	0.05	0.05	0.04	-1.33	-1.43	1.90	1.76	0.04
0.05	0.17	2.13	0.09	0.09	0.05	-1.07	-1.27	1.35	1.14	0.06
0.10	0.26	1.81	0.16	0.16	0.08	-0.80	-1.11	0.89	0.65	0.09
0.20	0.43	1.57	0.29	0.29	0.11	-0.54	-0.95	0.51	0.29	0.13
0.40	0.72	1.40	0.53	0.53	0.16	-0.27	-0.80	0.22	0.07	0.19
Sums =						-9.57	-10.82	14.72	14.37	

TABLA No.7
ANALISIS CINEMATICO DE TALUDES EN MACIZOS ROCOSOS
BARRIO EL PEDREGAL

Plano No	Az. de Buz. ab	Buzamiento b	Posibilidad Cinemática			Posibilidad falla planar
			$b > 0$	$ at-ab \leq 20$	$b < t$	
E	226	44	si	no	no	no
D1	198	70	si	no	no	no
D11	218	73	si	no	no	no
D2	22	58	si	no	no	no
D21	331	22	si	no	si	no

Cuña No	falla en cuña					
I1	5	33	si	no	no	no
I2	35	11	no	no	si	no
I3	31	14	no	no	si	no
I4	26	18	no	no	si	no
I5	272	69	si	si	no	no
I6	199	4	no	no	si	no
I7	12	15	no	no	si	no
I8	33	17	no	no	si	no
I9	32	19	si	no	si	no
I10	35	20	si	no	si	no

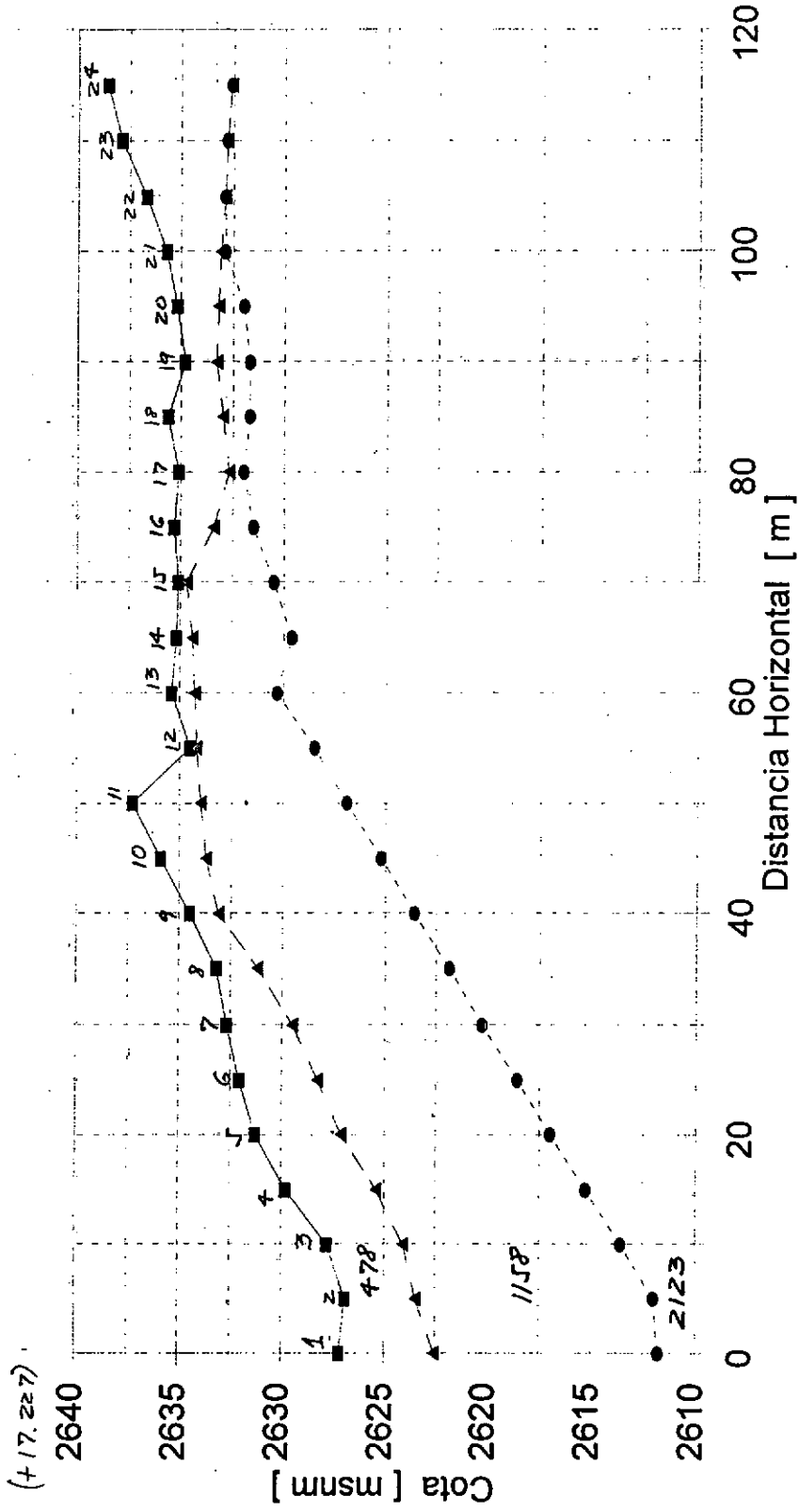
D: Diaclasa
E: Estratos

Buzamiento t 26
Azimut: at 270
Friccion 18

PEDRECIN.XLS

ANEXOS

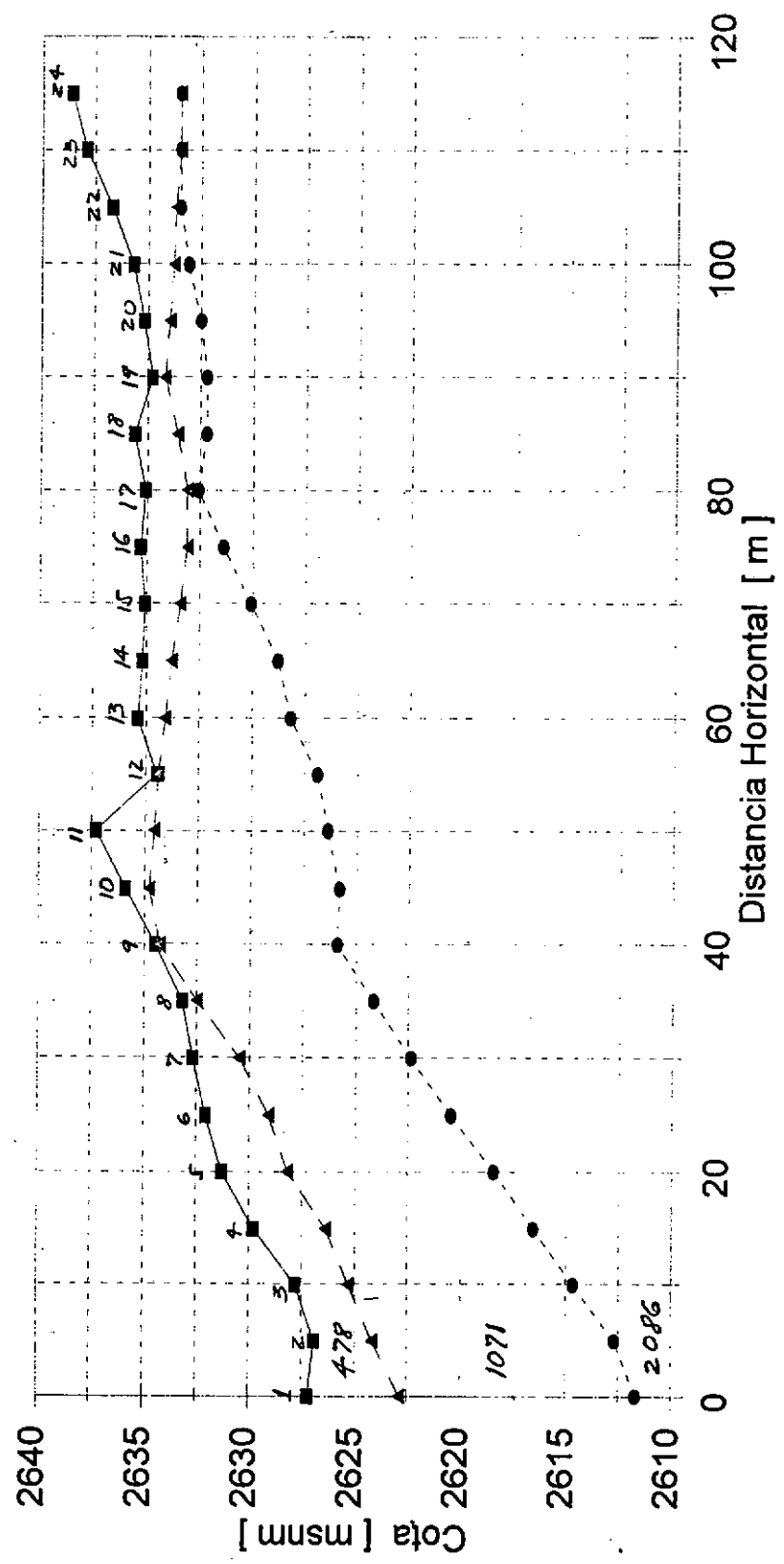
EL PEDREGAL GEOFISICA - LINEA 2



(1^a Alternativa)

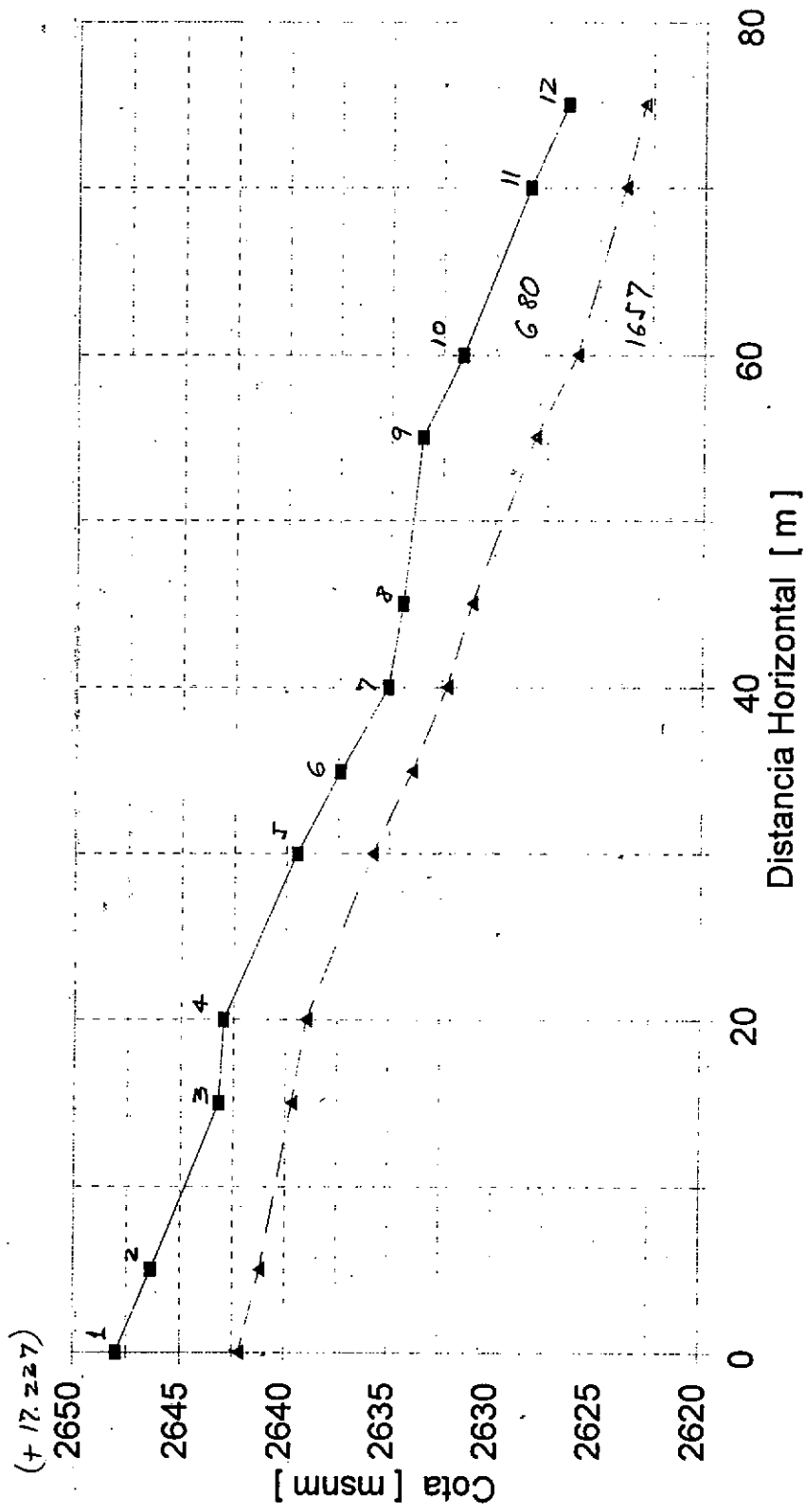
000037

EL PEDREGAL GEOFISICA - LINEA 22



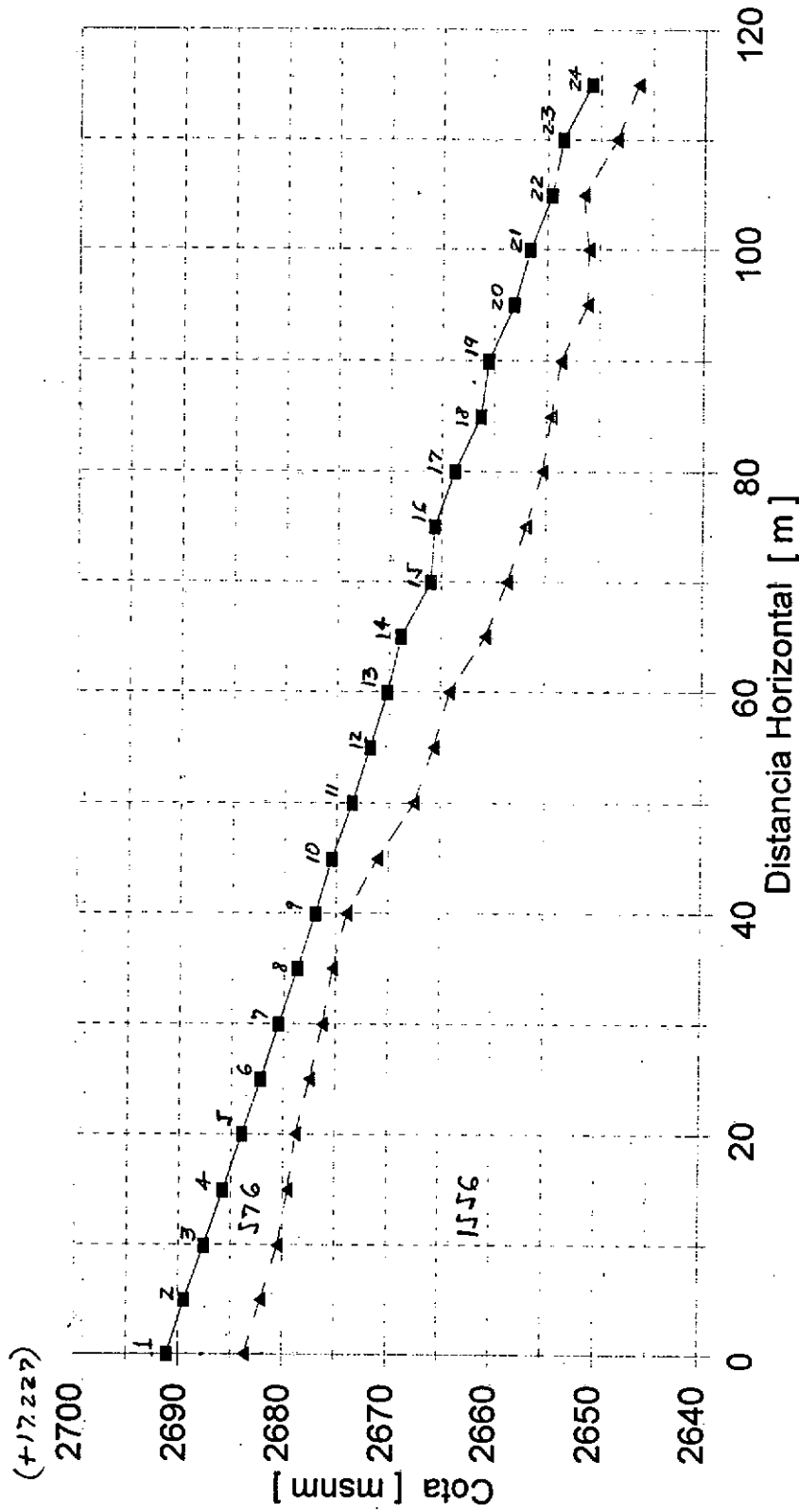
(2ª Alternativa)

EL PEDREGAL GEOFISICA - LINEA 12



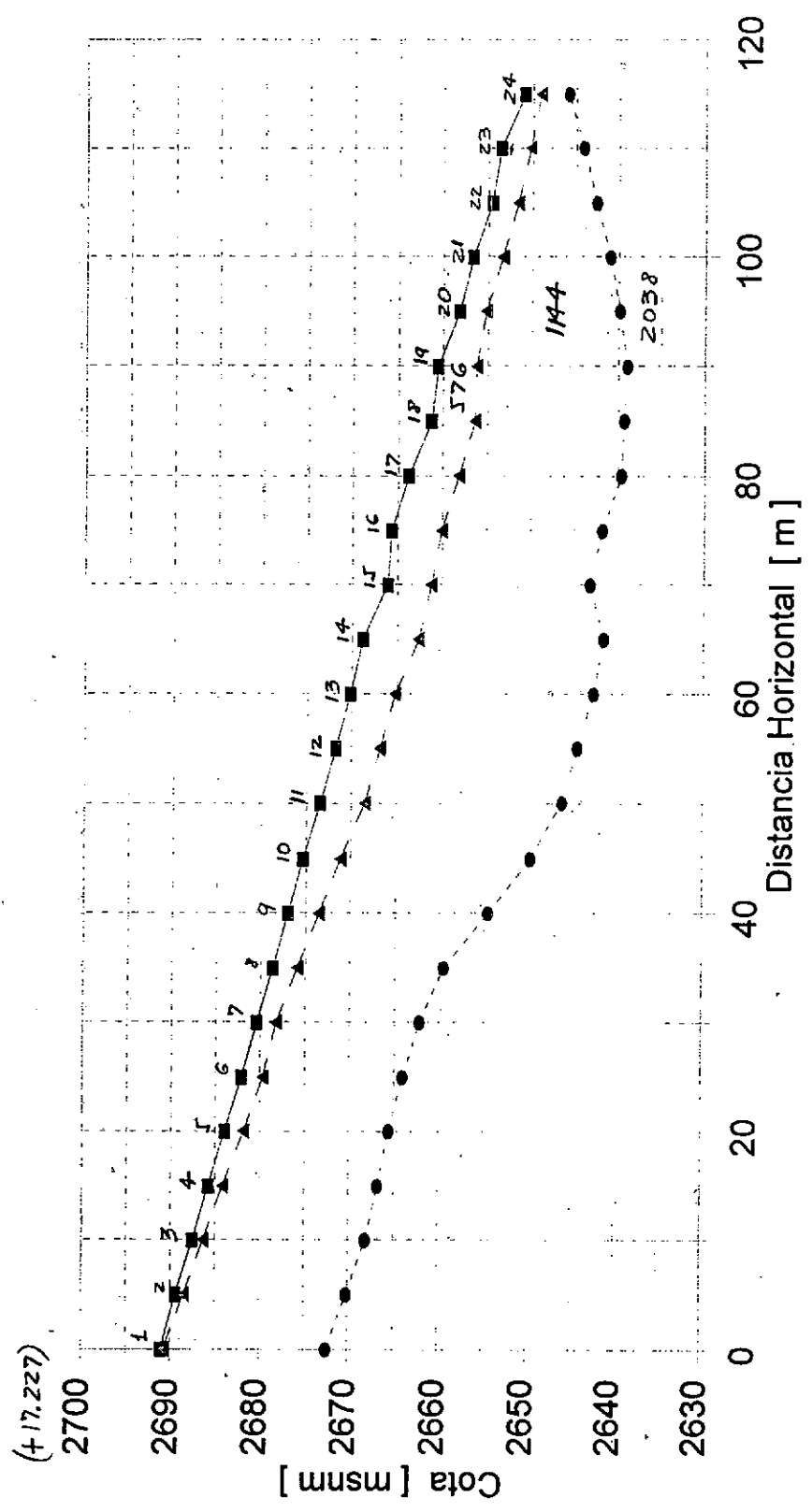
000039

EL PEDREGAL GEOFISICA - LINEA 11



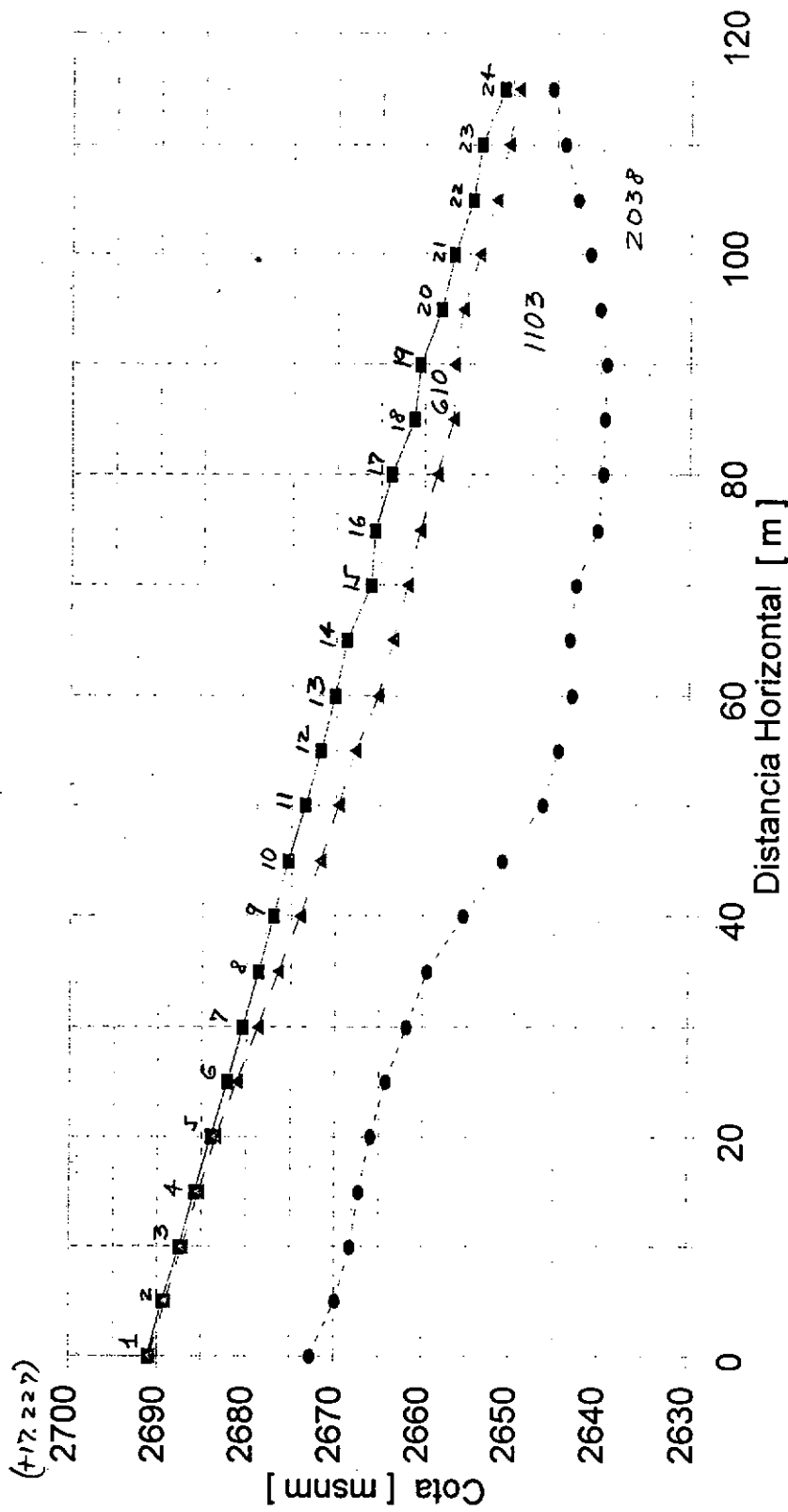
(1^a Alternativa)

EL PEDREGAL GEOFISICA - LINEA 112



(2ª Alternativa)

EL PEDREGAL GEOFISICA - LINEA 113



000042

(3^a Alternativa)

000043

PROF (m)	U.S.C	MUESTRA No.	DESCRIPCION	LP	Wn	LL	PESO UNITARIO (Ton/m ³)	R.P.I (Kg/cm ³)
0.25			Limo gris oscuro seco, capa vegetal, raíces.					
0.50			0.20 m Relleno heterogeneo limoso, fragmentos de areniscas, humedad media a baja, raices algunos bloques muy redondeados.					
0.75								
1.00								
1.25			1.20 m					
1.50			FIN DE EXCAVACION					
1.75								
2.00								

SITO: EL PEDREGAL

TRINCHERA: 1

FECHA: DIC 13/95

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

PROF (m)	U.S.C	MUESTRA No.	DESCRIPCION	LP	Wn	LL	PESO UNITARIO (Ton/m ³)	R.P.I. (Kg/cm ³)
0.25			Limo gris oscuro seco, contaminado, capa vegetal. 0.10 m					
0.50			Repleno limo arenoso color café claro amarillento, presenta algunos bloques de areniscas redondeados, seco, raices, desechos.					
0.75			0.60 m					
1.00			Aluvion compuesto de bloques de arenisca muy redondeados en matriz limosa amarillenta grisacea, humedad media, algo oxidado.					
1.25								
1.50								
1.75								
2.00								
			FIN EXCAVACION					

SITO: EL PEDREGAL

TRINCHERA: 2

FECHA: Dic 13/95

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

PROF (m)	U.S.C	MUESTRA No.	DESCRIPCION	LP	Wn	LL	PESO UNITARIO (Ton/m ³)	R.P.I. (Kg/cm ³)
0.50			<p>Releño heterogéneo limoso gris oscuro, fragmentos angulares de arenisca, capa vegetal escasa, seco, raíces. 0.40 m</p> <p>Aluvión compuesto de bloques de arenisca muy redondeados y subangulares de grano fino algo meteorizados en matriz limo-arcillosa amarillenta, condición seca, bloques de $\phi_{m\acute{a}x} = 1.20$ aprox.</p>		0			
1.00								
1.50								
2.00								
2.50								
3.00								
3.50								
4.00								
			3.40 m					
			FIN EXCAVACION					

SITO: EL PEDREGAL

TRINCHERA: 3

FECHA: 20/13/95

INGEOMINAS - INGENIERIA GEOAMBIENTAL

PROYECTO CIUDAD BOLIVAR - FASE II

REGISTRO DE EXPLORACION DEL SUBSUELO - LEVANTAMIENTO DE TRINCHERAS

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

PROF (m)	U.S.C	MUESTRA No.	DESCRIPCION	LP	Wn	LL	PESO UNITARIO (Ton/m ³)	R.P.I. (Kgr/cm ³)
0.50			Limo gris oscuro con fragmentos subangulares de arenisca, capa vegetal escasa, seco. 0.20m Aluvion muy meteorizado color cafe' claro rojizo, oxidado, no se observan bloques grandes.					
1.00								
1.50								
2.00								
2.50								
3.00								
3.50								
4.00								
			2.20m					
			FIN DE EXCAVACION					

CONVENCIONES

SITO: EL PEDREGAL

TRINCHERA: 4

FECHA: DIC 13/95

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

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

SITIO EL PEDREGAL

POZO No: 1

UBICACIÓN

CAJA No: PG-1 y PG-2

000047

FECHA	TIPO DE AVANCE	PROF. INICIAL (m)	PROF. FINAL (m)	LONG. RECUPERAD (m)	MUESTRA NUMERO	TIPO MUESTRA	DESCRIPCION	SPT			OSERVACIONES
								N1 6"	N2 6"	N3 6"	
Dic/13/94	R-S	0.00	0.70	0.10		BQ	Material limoso gris claro amarillento muy suelto.				Seco totalmente.
	R-S	0.70	1.19	0.40		BQ	Arcillolita muy meteorizada gris oscura, condición seca y oxidada.				Muy fragmentada.
	R-W	1.19	1.30	0.05		BQ	Idem.				
	R-w	1.30	1.99	0.47		BQ	Arcillolita gris clara oxidada y firme. Al principio intercalación de arenisca aprox. 13 cm de grano fino bien cementada color gris claro.				
	R-w	1.99	2.60	0.28		BQ	Arenisca gris clara de grano fino algo friable y oxidada.				
	R-w	2.60	3.08	0.48	1	BQ	Arcillolita gris clara oxidada y firme.				Recuperación total, algo arenosa localmente.
	R-w	3.08	4.06	0.88	2	Barreno	Idem, altamente oxidada				Algunos fragmentos de arenisca. Inicio Caja No. PG-2
	R-w	4.06	4.67	0.07		Barreno	Arenisca gris clara de grano fino algo friable y oxidada.				Recuperación muy fragmentada.

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

SITIO
 UBICACIÓN

EL PEDREGAL

POZO No: 1

CAJA No: PG-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"	
20/13/95	R-W	4.67	5.02	0.10		Barreno	Idem, presencia de material arcilloso.				Recuperación muy fragmentada.
	R-W	5.02	6.60	1.58	3	Barreno	Arcillolita gris clara tonos café's oxidada y firme.				Recuperación total.
	R-W	6.60	6.73	0.10		Barreno	Idem.				
	R-W	6.73	7.12	0.18		Barreno	Idem, algunos fragmentos de areniscas.				
			7.12				FIN PERFORACION				

000048

SUELOS Y PAVIMENTOS

G. ROJAS ROJAS

CALLE 80 No. 51 - 64

TELEFAX : 2 - 25 - 47 - 60

000049

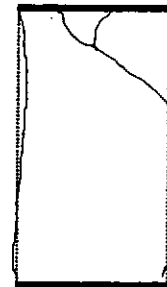
COMPRESION INCONFINADA

PROYECTO:	CIUDAD BOLIVAR II	LUGAR	PEDREGAL	FECHA:	ENERO - 5 - 95
CLIENTE:	INGEOMINAS				
PERFORACION	1	MUESTRA:	1	PROFUNDIDAD:	2.6 - 2.8 m.
DESCRIPCION:	ARCILLOLITA GRIS CON OXIDACIONES				9.68
OBSERVACIONES					

DIAMETRO	Do	5.85	cm
ALTURA	Ho	13.15	cm
AREA INICIAL	Ao	26.88	cm ²
VOLUMEN	Vo	353.45	cm ³
PESO SUELO	Wt	782.40	g
PESO UNIT. TOTAL		2.214	g/cm ³
PESO UNIT. SECO		1.878	g/cm ³

Wn
B - 94
367.20
317.00
36.50
17.9%

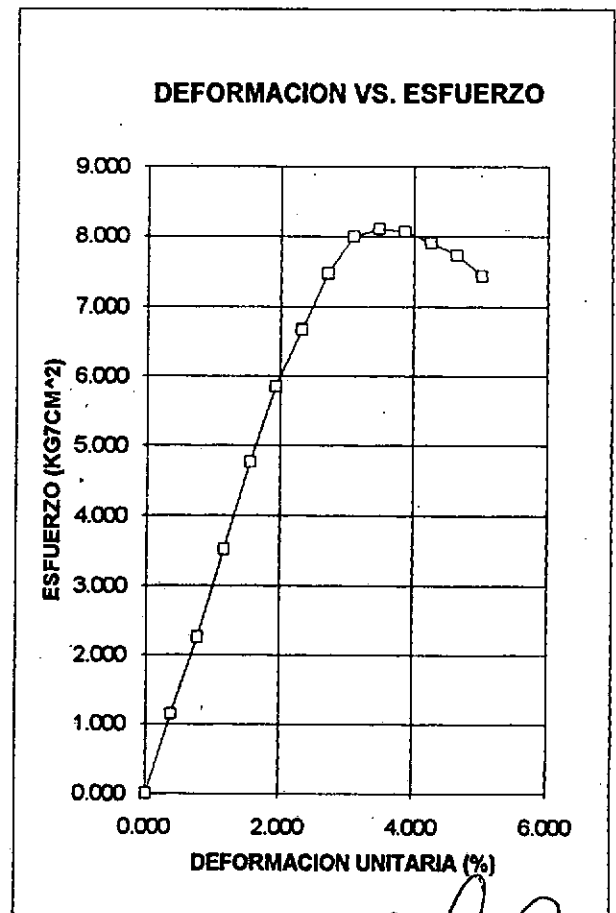
ESQUEMA DE FALLA



RESISTENCIA CON PENETROMETRO _____ kg/cm²

LECT ANILLO	CARGA	LECT. DEF.	DEF. UNIT.	AREA CORREG	ESFUERZ NORMAL
*10E-4 in	kg	*10E-3 in	(%)	cm ²	kg/cm ²
0	0.00	0	0	26.88	0.000
8	30.58	20	0.39	26.98	1.133
16	61.17	40	0.77	27.09	2.258
25	95.58	60	1.16	27.19	3.515
34	129.98	80	1.55	27.30	4.761
42	160.57	100	1.93	27.41	5.858
48	183.50	120	2.32	27.52	6.669
54	206.44	140	2.70	27.63	7.473
58	221.73	160	3.09	27.74	7.995
59	225.56	180	3.48	27.85	8.100
59	225.56	200	3.86	27.96	8.068
58	221.73	220	4.25	28.07	7.899
57	217.91	240	4.64	28.18	7.731
55	210.27	260	5.02	28.30	7.430

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



LABORATORISTA

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

000050

COMPRESION INCONFINADA

PROYECTO:	CIUDAD BOLIVAR II	LUGAR	PEDREGAL	FECHA:	ENERO - 5 - 95
CLIENTE:	INGEOMINAS				
PERFORACION	1	MUESTRA:	2	PROFUNDIDAD:	3.08 - 4.06 m.
DESCRIPCION:	ARCILLOLITA CON OXIDACIONES Y ALGUNA INCLUSIONES DE ARENA				
OBSERVACIONES					

DIAMETRO Do	3.4	cm
ALTURA Ho	8.2	cm
AREA INICIAL Ao	9.08	cm ²
VOLUMEN Vo	74.45	cm ³
PESO SUELO Wt	169.00	g
PESO UNIT. TOTAL	2.270	g/cm ³
PESO UNIT. SECO	2.038	g/cm ³

Wn
B - 97
250.00
228.40
39.00
11.4%

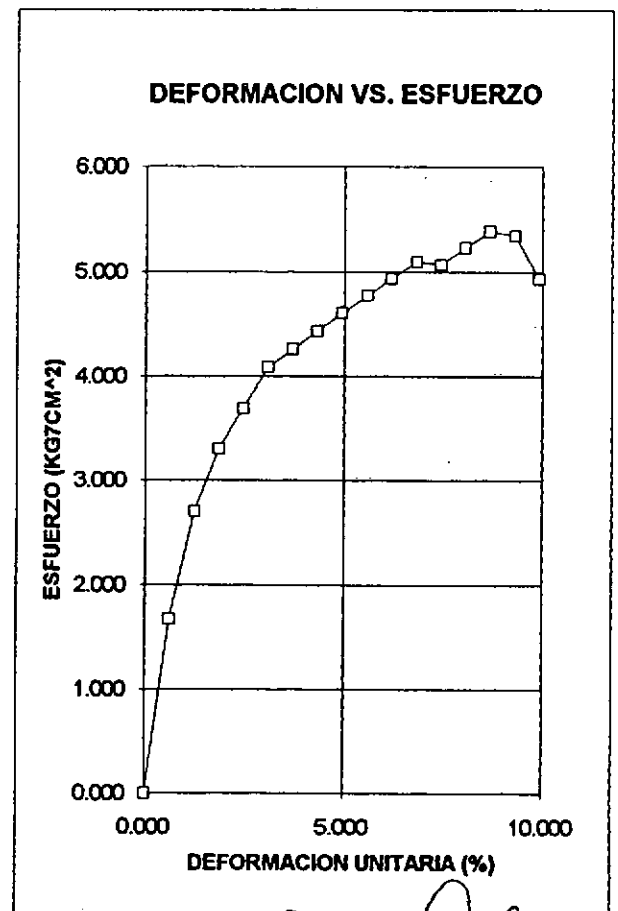
ESQUEMA DE FALLA



RESISTENCIA CON PENETROMETRO _____ kg/cm²

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

LECT ANILLO	CARGA	LECT. DEF.	DEF. UNIT.	AREA CORREG	ESFUERZ NORMAL
*10E-4 ln	kg	*10E-3 in	(%)	cm ²	kg/cm ²
0	0.00	0	0	9.08	0.000
4	15.29	20	0.62	9.14	1.674
6.5	24.85	40	1.24	9.19	2.703
8	30.58	60	1.86	9.25	3.306
9	34.41	80	2.48	9.31	3.696
10	38.23	100	3.10	9.37	4.080
10.5	40.14	120	3.72	9.43	4.257
11	42.05	140	4.34	9.49	4.431
11.5	43.96	160	4.96	9.55	4.602
12	45.88	180	5.58	9.62	4.771
12.5	47.79	200	6.20	9.68	4.937
13	49.70	220	6.81	9.74	5.101
13	49.70	240	7.43	9.81	5.067
13.5	51.61	260	8.05	9.87	5.227
14	53.52	280	8.67	9.94	5.384
14	53.52	300	9.29	10.01	5.347
13	49.70	320	9.91	10.08	4.931



LABORATORISTA

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

COMPRESION INCONFINADA

PROYECTO:	CIUDAD BOLIVAR II	LUGAR	PEDREGAL	FECHA:	ENERO - 5 - 95
CLIENTE:	INGEOMINAS				
PERFORACION	1	MUESTRA:	3	PROFUNDIDAD:	5.02 - 6.6 m.
DESCRIPCIÓN:	ARCILLA GRIS CON OXIDACIONES DE PLASTICIDAD ALTA , CONSISTENCIA DURA				
OBSERVACIONES					

DIAMETRO	Do	3.58	cm
ALTURA	Ho	8.32	cm
AREA INICIAL	Ao	10.07	cm ²
VOLUMEN	Vo	83.75	cm ³
PESO SUELO	Wt	193.20	g
PESO UNIT. TOTAL		2.307	g/cm ³
PESO UNIT. SECO		2.068	g/cm ³

Wn
B- 38
249.00
227.40
40.40
11.6%

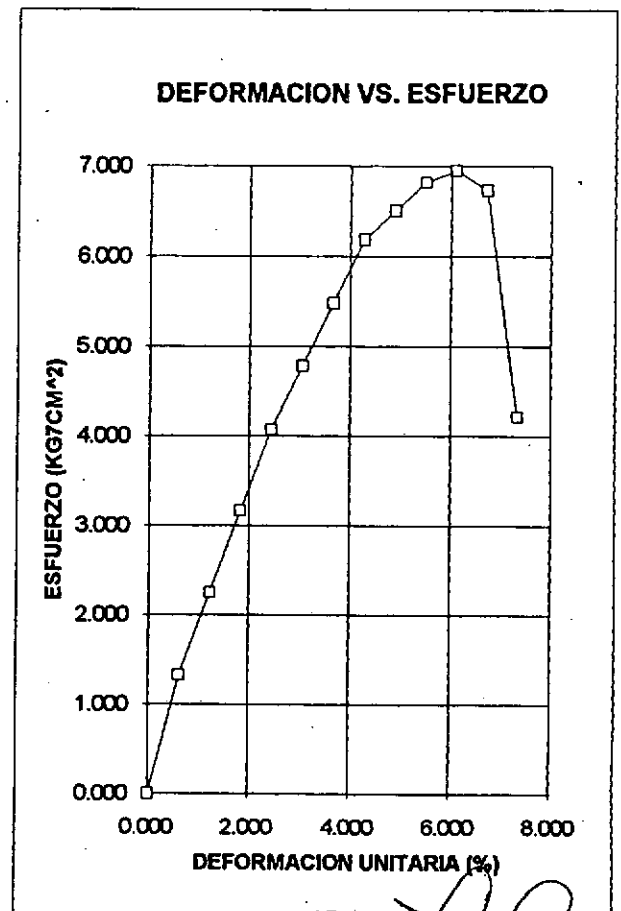
ESQUEMA DE FALLA



RESISTENCIA CON PENETROMETRO _____ kg/cm²

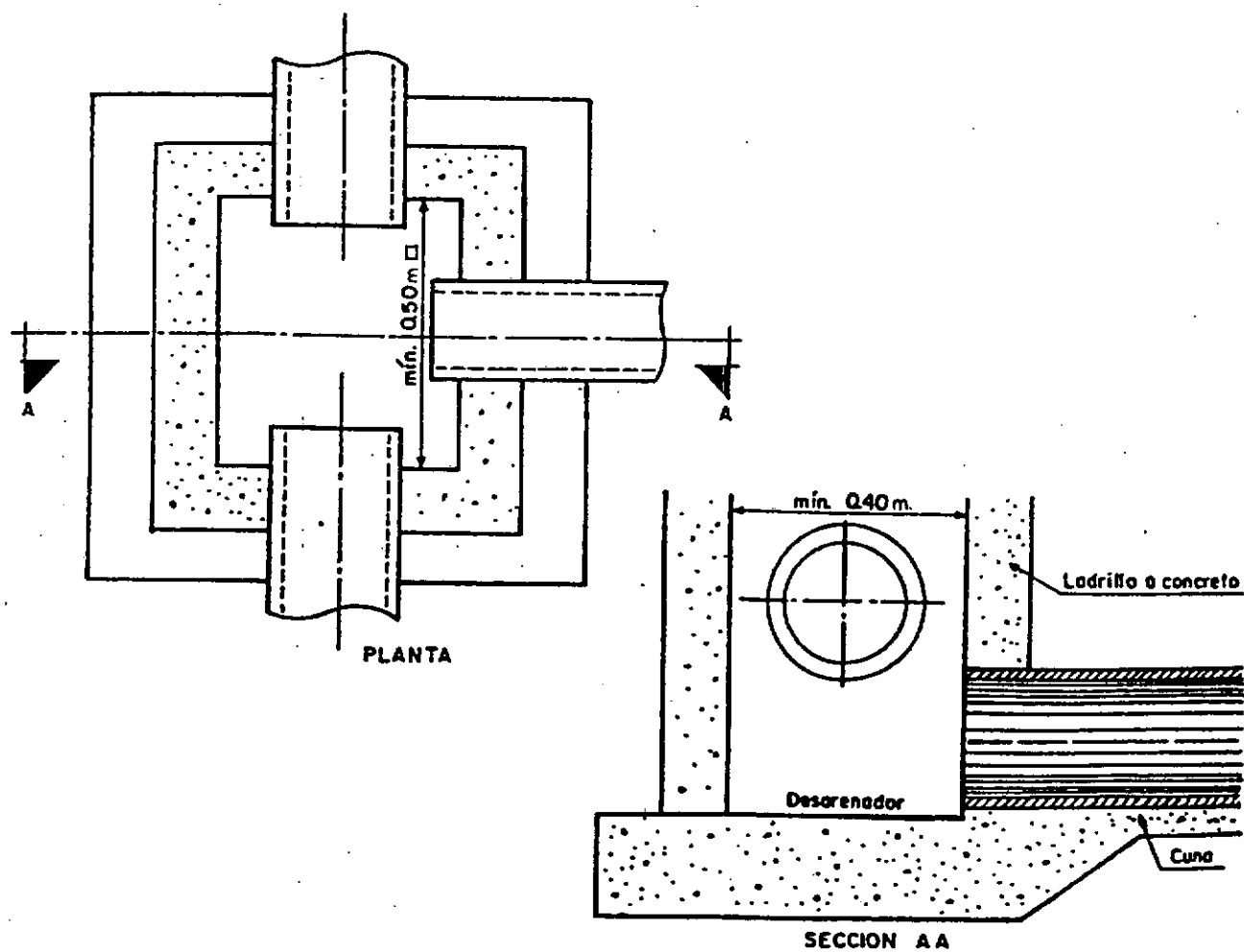
LECT ANILLO	CARGA	LECT. DEF.	DEF. UNIT.	AREA CORREG	ESFUERZ NORMAL
*10E-4 in	kg	*10E-3 in	(%)	cm ²	kg/cm ²
0	0.00	0	0	10.07	0.000
3.5	13.38	20	0.61	10.13	1.321
6	22.94	40	1.22	10.19	2.251
8.5	32.50	60	1.83	10.25	3.169
11	42.05	80	2.44	10.32	4.076
13	49.70	100	3.05	10.38	4.787
15	57.35	120	3.66	10.45	5.488
17	64.99	140	4.27	10.52	6.181
18	68.81	160	4.88	10.58	6.502
19	72.64	180	5.50	10.65	6.820
19.5	74.55	200	6.11	10.72	6.954 ✓
19	72.64	220	6.72	10.79	6.731
12	45.88	240	7.33	10.86	4.224

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



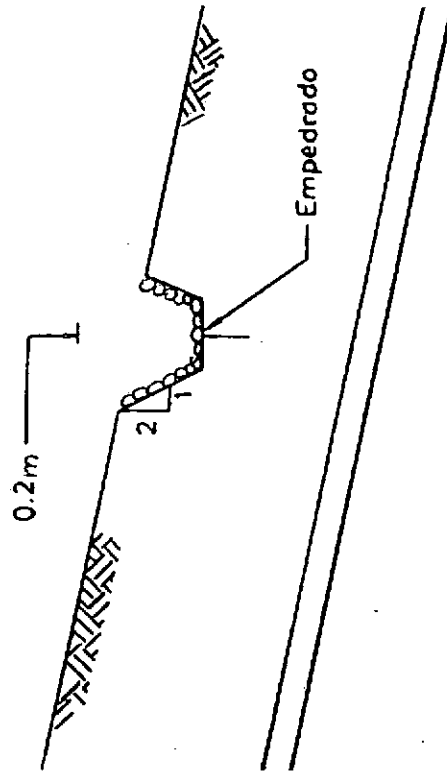
LABORATORISTA

Detalle de cajas



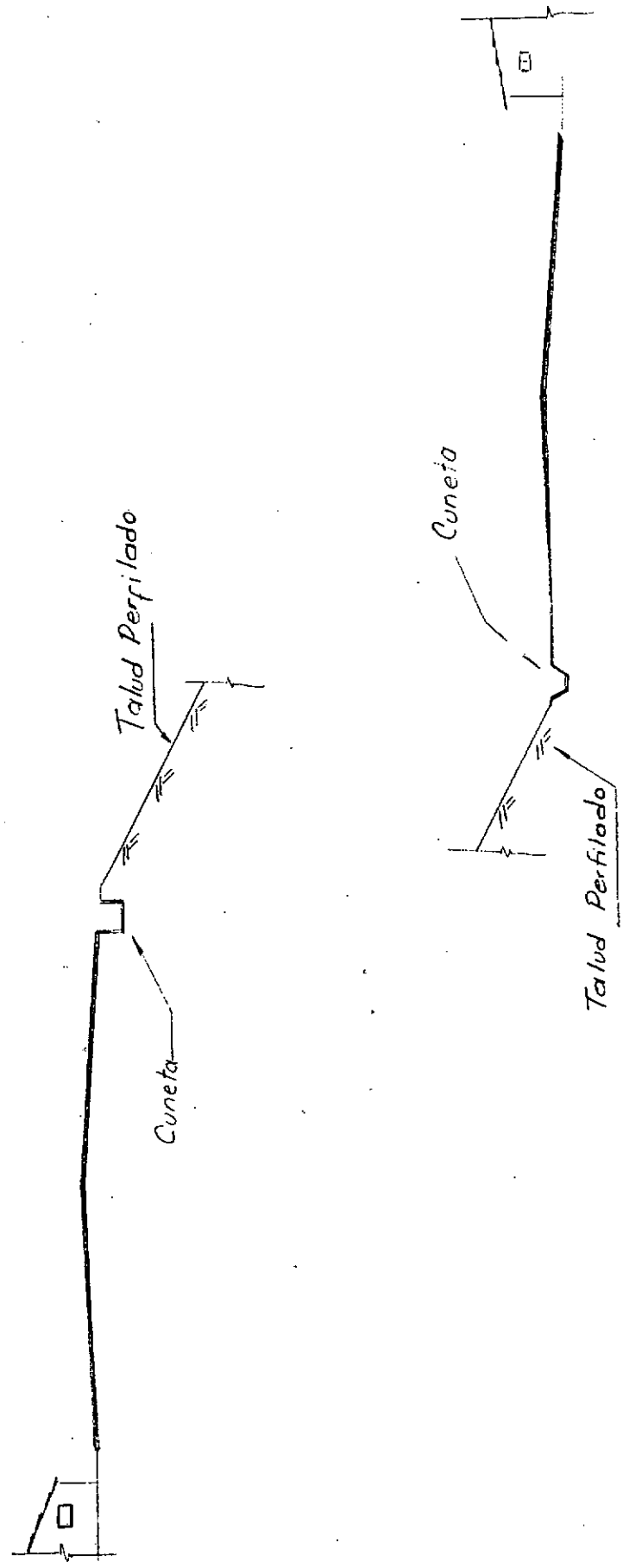
Tomado de "Criterios y normas para el diseño geométrico de carreteras"
La Vialidad Ltda. 1988

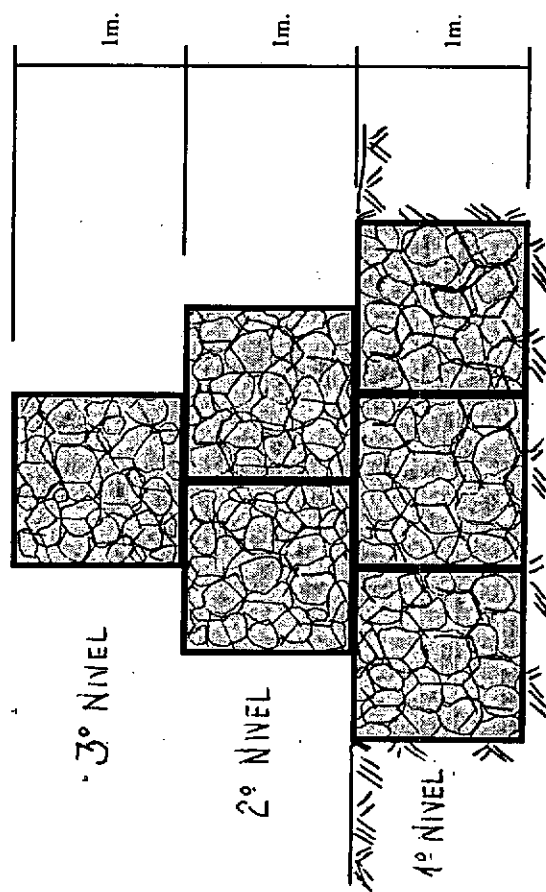
Detalle de cortacorrientes



Tomado de "Ingeniería de Oleoductos", AICUN 1994.

EL PEDREGAL
Adecuación de Vías. Secciones típicas





DETALLE MURO DE GAVION

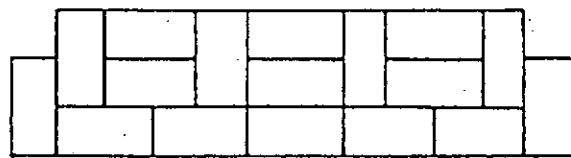
Detalle longitudinal del muro de gavión



3º nivel



2º nivel



1º nivel

Tomado de "Manual de Ingeniería para el control de erosión".
Jaime Suárez Díaz. 1992



TÍTULO: MEDIDAS DE CANTIDAD DE OBRA
 OBRA: EL PEDREGAL
 AÑO: No 3
 EJECUTANTE: INGENIERIA GEOAMBIENTAL
 FECHA: ABRIL 1996

HOJA No DE

1	2	3	4	1	2	3	4
			1) EXCAVACION EN MATE- RIAL COMUN				3) EXCAVACION EN ROCA
			• Cunetas				- Perfilado Talud
			- Tipo I	1		85.50	m ³
1	0.18		m ³				4) CONCRETO 2500 psi
	280	50.4	- Tipo II				• Cunetas
1	0.18		m ³	1	0.051		- Tipo I
	150	27	- Tipo III		280	14.28	m ³
1	0.14		m ³	1	0.051		- Tipo II
	230	32.2	- Tipo IV		150	7.65	
1	0.12		m ³	1	2.94/10 ³		Dissipadores (Tipo II)
	740	88.8	• Gaviones		150	0.44	m ³
1	3		m ³	1	0.0375		- Tipo III
	210	630	• Cortacorrientes		230	8.63	m ³
1	0.18		m ³	1	0.025		- Tipo IV
	435	78.3	• Adecuación vía		740	18.5	m ³
1	8		m ³	3	0.15	0.45	• Cajas A.L.L.
	0.30						m ³
	135	324	• Cajas			49.95	m ³
3	0.34	1.03	m ³	1	6		5) GAVIONES
		1231.73	m ³		210	1260	m ³
			2) RECEBO COMPACTADO				6) ENROCADO
			• Cunetas	1	1.15		• Cortacorrientes
			- Tipo I		0.10		
1	0.051		m ³		435	500.3	m ³
	280	14.28	- Tipo II				
1	0.051		m ³				
	150	7.65	- Tipo III				
1	0.045		m ³				
	230	10.35	- Tipo IV				
1	0.03		m ³				
	740	22.2	• Adecuación vía				
1	8		m ³				
	0.30						
	135	324	m ³				
		378.5	m ³				

PROYECTO CIUDAD BOLIVAR FASE II
SITIO EL PEDREGAL
 Presupuesto Aproximado según Medidas Correctivas

ITEM	MATERIAL	UNIDAD	CANTIDAD	Precio Unitario	valor total (Millones de \$)
1	Gaviones	m ³	1,260.00	72,015.00	90.74
2	Excavación en material común	m ³	1,231.73	12,589.00	15.51
3	Concreto 2500 psi	m ³	49.95	104,748.00	5.23
4	Recebo Compactado	m ³	378.50	14,798.00	5.60
5	Excavación en roca	m ³	8,550.00	14,071.00	120.31
6	Enrocado	m ³	500.30	27,500.00	13.76
SUBTOTAL					251.14
A.I.U.(25%)					62.79
TOTAL					313.93

PRE-PEDR.XLS

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

000058