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

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

ESTUDIO GEOTECNICO SECTOR MIRADOR DE MARRUECOS FASE II

CONVENIO INTERADMINISTRATIVO No. 017 DE DICIEMBRE DE 1993

Santafé de Bogotá D.C., Diciembre de 1995

INDICE

1.0 INTRODUCCIÓN 1

2.0 GENERALIDADES 1

2.1 LOCALIZACIÓN 1
2.2 DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA 1
2.3 COBERTURA DE SERVICIOS PÚBLICOS 1
2.4 TOPOGRAFÍA 2

3.0 INVESTIGACIÓN GEOTÉCNICA 2

3.1 GEOLOGÍA 2
3.1.1 Geología de Superficie 2
3.1.2 Geología Estructural 2
3.2 GEOMORFOLOGÍA 3
3.3 EXPLORACIÓN DEL SUBSUELO 3
3.3.1 Levantamiento Estructural del Macizo 3
3.3.2 Ensayos de Laboratorio 3

4.0 CARACTERÍSTICAS DEL SUBSUELO 4

4.1 MACIZO ROCOSO 4
4.1.1 Clasificación 4
4.1.2 Caracterización del Macizo Rocoso 4
4.2 SUELOS 4

5.0 ANÁLISIS HIDROLÓGICO E HIDRÁULICO 4

5.1 ANÁLISIS HIDROLÓGICO DE LAS SUBCUENCAS 5
5.1.1 Precipitación 5
5.1.2 Caudal Máximo 5
5.2 ANÁLISIS HIDRÁULICO 6
5.2.1 Diseño de la Cuneta: 6

6.0 ANÁLISIS DE ESTABILIDAD 6

6.1 GENERALIDADES 6
6.2 MODOS DE FALLA POR DISCONTINUIDADES 6
6.2.1 Análisis Cinemático - Falla Planar y en Cuña 6
6.2.2 Análisis Cinemático de Falla por Volteo 7
6.3 EVALUACIÓN DE ESTABILIDAD 7
6.3.1 Macizo Rocoso 7

7.0 MEDIDAS CORRECTIVAS 7

7.1 TALUD SUR 7
7.2 TALUD NORTE 8
7.3 OBRAS COMPLEMENTARIAS 8
7.4 OBRAS PAISAJÍSTICAS 8

FIGURAS
TABLAS
PLANOS
ANEXOS

LISTA DE FIGURAS

1. Localización General.
2. Localización de Estaciones y Líneas de Geofísica.
3. Levantamiento de Macizos Rocosos.
4. Análisis de Frecuencia.
5. Columna Estratigráfica BB´.
6. Histograma - Estación La Picota.
7. Diseño Sección Trapezoidal-de la Cuneta.
8. Perfil Recomendado Talud Sur.
9. Perfil Recomendado Talud Norte.

LISTA DE TABLAS

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

LISTA DE PLANOS

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

LISTA DE ANEXOS

1. Cantidades de obra
2. Presupuesto según medidas correctivas

1.0 INTRODUCCIÓN

De acuerdo a la Evaluación de Susceptibilidad y Amenaza Preliminar - Fase I (INGEOMINAS, 1995), el área de estudio se enmarca dentro de una zona definida en términos de categorías de estabilidad V con laderas 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, expuesto directamente al intemperismo y a la acción antrópica; y un alto grado de exposición de las viviendas que se encuentran en la inmediata vecindad a la pata del talud y a la cresta del mismo.

2.0 GENERALIDADES

2.1 Localización

El talud inestable se localiza en el suroriente de Bogotá, en la prolongación de la Avenida Décima, en un sector de Colinas, comprendido entre los barrios El Mirador, Ciudad Bochica, y Las Lomas; y corresponde a un antiguo frente de explotación minero. El talud se ubica a la altura de las cotas 2573 a 2600 msnm, y en las coordenadas 95400 a 95800 N y 95950 a 96200 E **(Figura 1)**.

2.2 Descripción del Problema

El sector denominado “Mirador de Marruecos” corresponde a un talud de 150 m de longitud y 15 m de altura máxima, conformado en rocas de la formación Regadera en unidades de arcillolitas grises claras con superficie muy meteorizada, orientadas N60E y NS.

Morfológicamente los taludes presentan pendientes verticales, y localmente en la pata pendientes negativas producto de la explotación. La acción del hombre como agente modificador del relieve y la ausencia de control en el drenaje repercuten en el alto grado de degradación en la zona, que aumenta así la amenaza por fenómenos de remoción en masa.

Los continuos deslizamientos que se presentan están ligados a la inadecuada práctica de explotación de arcillas y del manejo de aguas.

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 sanitario 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. La 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, cartografíar 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 trincheras y levantamiento del macizo rocoso.

3.1 Geología

3.1.1 Geología de Superficie

El sector estudiado está conformado por rocas sedimentarias de edad terciaria, pertenecientes a la Formación Regadera y depósitos no consolidados tipo suelo residual. Igualmente se presenta material de residuos de excavación.

Esta unidad está conformada por una secuencia interestratificada de areniscas y arcillolitas. Las areniscas son de color gris claro y amarillento por meteorización, de grano fino a muy fino, moderadamente duras, friables y superficialmente muy meteorizadas; en estratos de 5 cm a 2.0 m de espesor; las arcillolitas son de color gris claro y rojizo, violáceo y amarillo - anaranjado por meteorización, blandas y superficialmente muy meteorizadas, en estratos de 5 cm a 1.5 m de espesor.

Estos materiales son producto de la meteorización de las areniscas y arcillolitas, afloran en las partes superiores de las laderas, son de color amarillento y alcanzan espesores hasta de 2. 0 m; en la parte superior de la secuencia se presenta una capa vegetal de color gris oscuro y con espesores promedio de 30 cms. En algunos sectores y especialmente en la zona plana adyacente a la ladera, se presenta una delgada capa de material de residuo de excavaciones mineras antiguas.

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

3.1.2 Geología Estructural

El área se ubica en el flanco oriental de la estructura regional denominada sinclinal Usme-Tunjuelito. Los estratos en el sitio presentan un rumbo variable, así: en el sector oriental un rumbo promedio de N17W y buzamiento promedio de 20N; en el sector occidental donde se presenta una pequeña falla el rumbo oscila entre N60E y N75W, con buzamiento de 66 N y 38 N. La posición de los estratos es en general en dirección contraria a la pendiente topográfica de la ladera, es decir no favorable a los

movimientos de inestabilidad. Igualmente se presenta una pequeña falla de tipo normal con una dirección NNE-SSW e inclinación de 70 E.

3.2 Geomorfología

El área se ubica dentro de la unidad de origen estructural - denudacional, que corresponde a colinas y cerros de interfluvio, con laderas onduladas, de pendiente moderada a suave, intensamente disectadas y delineadas en rocas areno - arcillosas de la Formación Regadera.

Entre los procesos morfodinámicos más sobresalientes se presentan: la actividad antrópica correspondiente a explotaciones mineras antiguas; igualmente se presentan algunos deslizamientos y caídas de rocas en los taludes dejados por la actividad minera.

3.3 Exploración del Subsuelo

La exploración del subsuelo involucró: el levantamiento detallado de los afloramientos rocosos. La **Figura 2** muestra la localización de las estaciones para la toma de datos en el macizo rocoso.

3.3.1 Levantamiento Estructural del Macizo

Para el levantamiento estructural se tomó información de discontinuidades del talud. Se identificaron orientaciones, separación, abertura, tipo relleno y persistencia de los sistemas principales y secundarios. Por la dificultad de identificar este tipo de estructuras en rocas arcillosas altamente meteorizadas en total se tomaron 13 datos estructurales, se representaron en una red ciclográfica (**Figura 3 y 4**), Adoptando como, sistemas de discontinuidades representativas las siguientes

Estratificación	N25-45W / 18-24 NE
Diaclasa principal	N50-70E / 85-90 NW E-W / 80 N
Diaclasa secundaria	N25-40W / 55-85 N N-S / 90

Las diaclasas principales se caracterizan por presentar persistencia discontinua, espaciamiento de próximas entre 10 y 30 cm, cerradas a ligeramente abiertas con relleno arcilloso, de rugosidad planar rugosa.

Las diaclasa secundarias presentan una persistencia discontinua con espaciamiento próximo, entre 20 y 50 cm. En general, están ligeramente abiertas con relleno arcilloso, y de rugosidad planar rugosa a ondulada rugosa.

La estratificación en las areniscas es mediana a gruesa, con espesores de estratos entre 50 y 200 cm, y en las arcillolitas delgada a gruesa con espesores de 5 a 150 cm.**(Figura 5)**

3.3.2 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**). Igualmente se consultaron estudios de suelos del área.

4.0 CARACTERÍSTICAS DEL SUBSUELO

4.1 Macizo Rocoso

4.1.1 Clasificación

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:

Geological Strength Index (GSI) = 25 - 30

Estos índices representan macizos rocosos, con una estructura constituida por bloques cúbicos bien entrabados formados por tres 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.

La Evaluación de la resistencia del macizo rocoso contempla la determinación de los parámetros de resistencia (c, ø) y de la envolvente en función de los esfuerzos normales; la estimación del módulo de deformación (E) y de los parámetros adimencionales m_b, s y a de Hoek-Brown. En la **Tabla 2,** se presentan los parámetros de resistencia definidos para el macizo rocoso.

La arcillolita presenta un peso unitario de 1.91 t/m^3 y la arenisca un peso unitario de 1.99 t/m^3**.**

4.2 Suelos

Los suelos que se encuentran cubriendo el macizo corresponden al horizonte de meteorización físico - quimica de la arcillolita, formados por materiales arcillosos grises a pardos rojizos de plasticidad baja a media (LL = 38 - 42 %, Lp = 17 - 22, Wn = 13%) y consistencia media a firme.

5.0 Análisis Hidrológico e Hidráulico

El área de estudio se localiza en la zona baja de la subcuenca de la quebrada Chiguaza, su sistema de drenaje está conformado por dos sectores; el primero drena hacia el oeste y el segundo, hacia el este, en estas dos franjas 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. Para el análisis hidraúlico e hidrológico se estudiarán estos dos frentes por estar asociados 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 La Picota del IDEAM que es la más cercana a la zona de estudio y está ubicada en la subcuenca de la quebrada Chiguaza, los registros indican una precipitación media multianual de 632 mm (**Tabla 3**).

La característica general de la distribución anual de las lluvias se presenta en forma bimodal con períodos lluviosos entre los meses de octubre a noviembre y marzo a junio y períodos secos entre los meses de diciembre a febrero y de julio a septiembre (**Figura 6**).

La precipitación máxima mensual ocurre en el mes de Octubre con un valor de 86.4 mm.

5.1.2 Caudal Máximo

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

$$\mathbf{Q = c \cdot i \cdot A}$$

Donde **Q** es el caudal pico producido por un aguacero de intensidad **i**, uniformemente distribuido sobre el área de la cuenca **A**. El término **c** se denomina "coeficiente de escorrentía", su valor numérico se define entre 0 y 1, y depende de las características fisiográficas de la cuenca y de la cobertura del suelo. Para efectos de diseño se tomo c = 0.50 que corresponde a una zona suburbana.

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

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

Donde:

l = longitud de viaje km
s = pendiente m/km
tc = horas

entonces:

$$\mathbf{tc =} \; 0.9466 \left(\frac{0.06}{\sqrt{50}} \right)^{0.77}$$

Reemplazando encontramos tc = 1.44 min., para efectos de diseño se tomó tc=10 min. y con un Tr = 50 años obtenemos i = 115 mm/h

Por lo tanto:

$$\mathbf{Q =} \; 0.00278 \times 0.5 \times 115 \; \frac{mm}{h} \times 0.7 \; ha$$

$$\mathbf{Q = 0.11} \; m3/s$$

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 del muro 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 (m^2).
R = Radio hidráulico (m).
s = Pendiente (m/m).
Q = Caudal (m^3/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 7**.

6.0 ANÁLISIS DE ESTABILIDAD

6.1 Generalidades

Se consideró un talud expuesto al intemperismo, modelado de manera inadecuada por el hombre, con la acción directa del agua que actúa degradando el material rocoso y generando fuerzas externas desestabilizantes. Los análisis se realizaron con las direcciones preferenciales del talud, NS y N60E.

6.2 Modos de Falla por Discontinuidades

6.2.1 Análisis Cinemático - Falla Planar y en Cuña

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

Estratificación	N25-45W / 18-24 NE
Diaclasa principal	N50-70E / 85-90 NW E-W / 80 N
Diaclasa secundaria	N25-40W / 55-85 N N-S / 90

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 4 y 5** muestran los datos de entrada, y los resultados para diferentes condiciones.

6.2.2 Análisis Cinemático de Falla por Volteo

Para las direcciones e inclinaciones de los taludes se determinó que no hay posibilidad de falla por volteo a lo largo de las superficies estructurales (discontinuidades) establecidas en el talud norte. En tanto que en el talud sur la posibilidad de producirse volteo se presenta por las diaclasas seudoverticales orientadas N70E.

La **Tabla 6** registra las orientaciones y buzamientos tanto del talud como de las discontinuidades empleadas en el análisis y los resultados obtenidos con ellas.

6.3 Evaluación de Estabilidad

6.3.1 Macizo Rocoso

De acuerdo con los resultados presentados en los numerales 6.2.1 y 6.2.2, se establece que los taludes en condición natural 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, en cuña y por volteo localmente, y a la alteración del macizo por la infiltración de aguas que actuan meteorizando, el material e induciendo fuerzas externas a la masa rocosa.

El talud norte orientado N - S, presenta posibilidad de falla planar por los planos de diaclasas seudoverticales orientadas N30E, con el agravante de la pérdida de soporte en la base del talud. La viabilidad a que se presenten fallas en cuña se origina en las intersecciones orientadas NS con inclinaciones entre 15 y 17 grados y una intersección con buzamiento de 55 grados.

En el talud sur orientado N60E, no hay posibilidad de falla planar, y falla en cuña se presentaría por la intersecciones orientadas en forma semiparalela al talud, con buzamientos de 13 y 23 grados.

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. **Plano No. 3**.

7.1 Talud Sur

El talud sur de 80 metros de longitud y altura variable entre 12 y 15 metros, se conformará siguiendo el alineamiento actual, perfilando el talud según lo mostrado en la **Figura 8** y dejando una berma intermedia de 4.0 metros de ancho. Se construirá en la base de los cortes un muro en gaviones que cumplirá la doble función de confinar el macizo y protegerlo contra la erosión hídrica y antrópica. El ancho en planta del muro es de 9.0 a 10.0 metros, contados a partir de la cresta actual. En lo posible debe dejarse un espacio libre entre las edificaciones de la parte baja y la pata del muro en gaviones. Igualmente, se debe retirar el material deslizado que se encuentra en el área de aislamiento, llegando al nivel actual del terreno.

7.2 Talud Norte

El talud norte, de igual manera que el talud sur, se reconformará morfológicamente según lo mostrado en la **Figura 9** , con perfilado en escalones sobre los cuales se construirá un muro de confinamiento en gaviones. Debe dejarse un espacio libre entre las edificaciones de la parte baja y la pata del muro en gaviones. Igualmente, se debe retirar el material deslizado que se encuentra en el área de aislamiento, llegando al nivel actual del terreno.

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).

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 empradización de los taludes, y la siembra de especies nativas.

FIGURAS

FIGURA 1



LOCALIZACION GENERAL

FIGURA 2

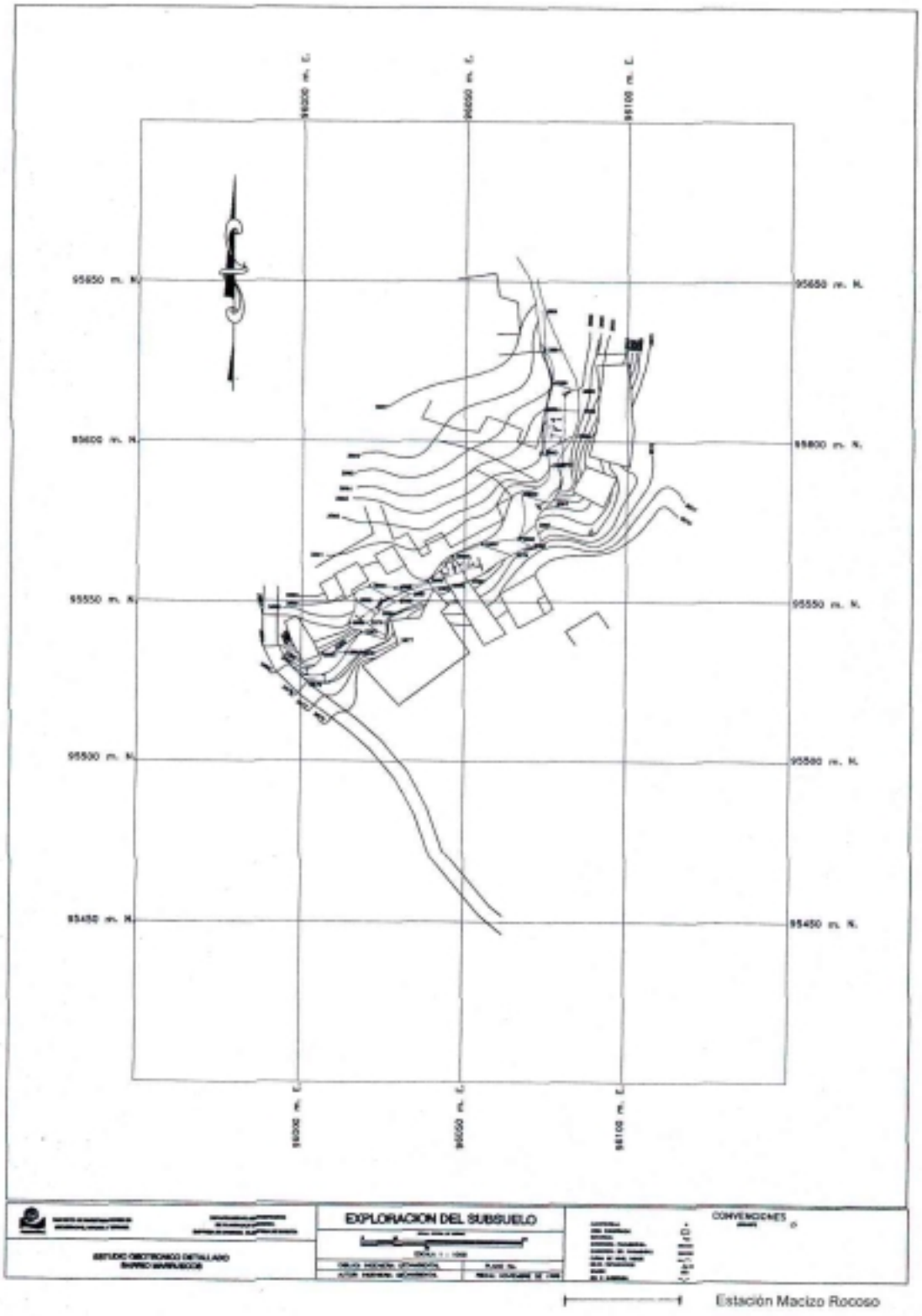

95200 m. E.
95250 m. E.
95100 m. E.
95650 m. N.
95600 m. N.
95550 m. N.
95500 m. N.
95450 m. N.
EXPLORACION DEL SUBSUELO
CONVENCIONES
Estación Macizo Rocoso

FIGURA 3

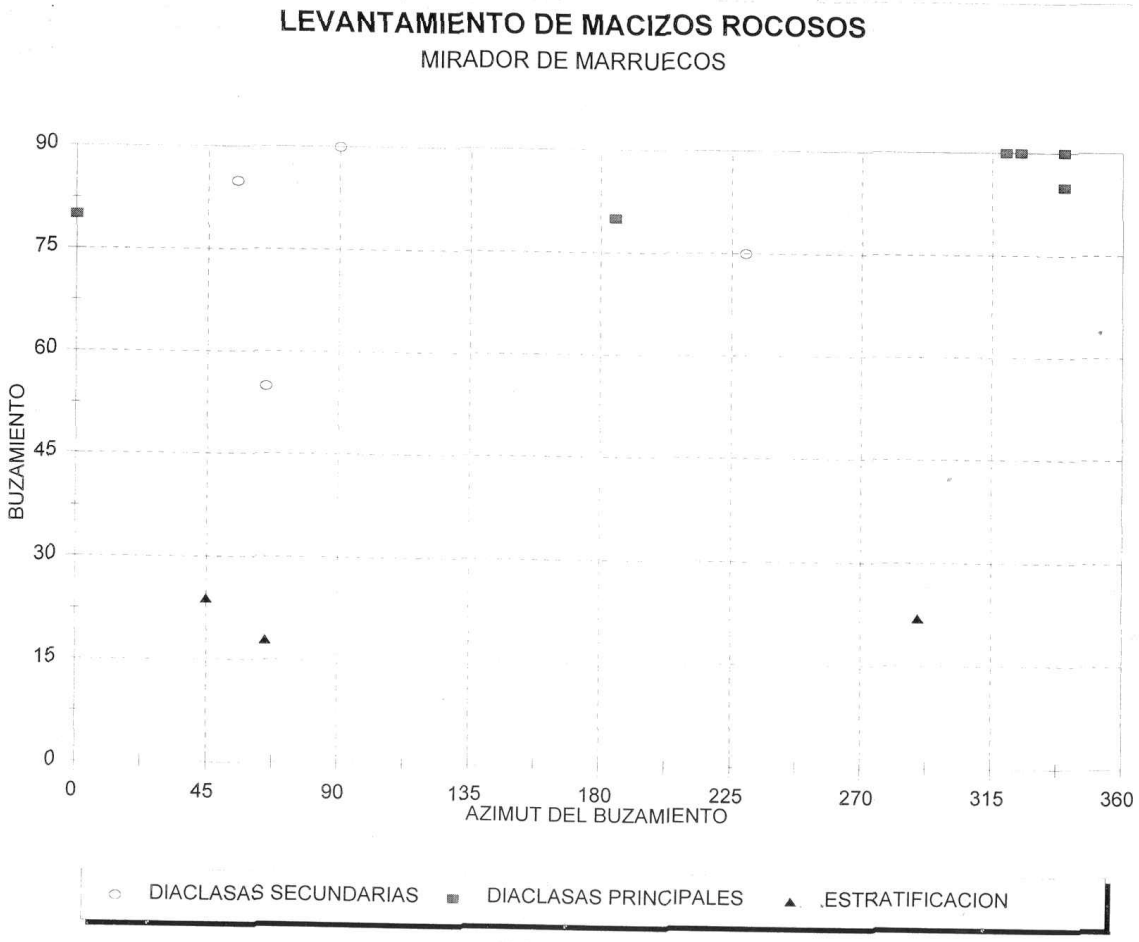
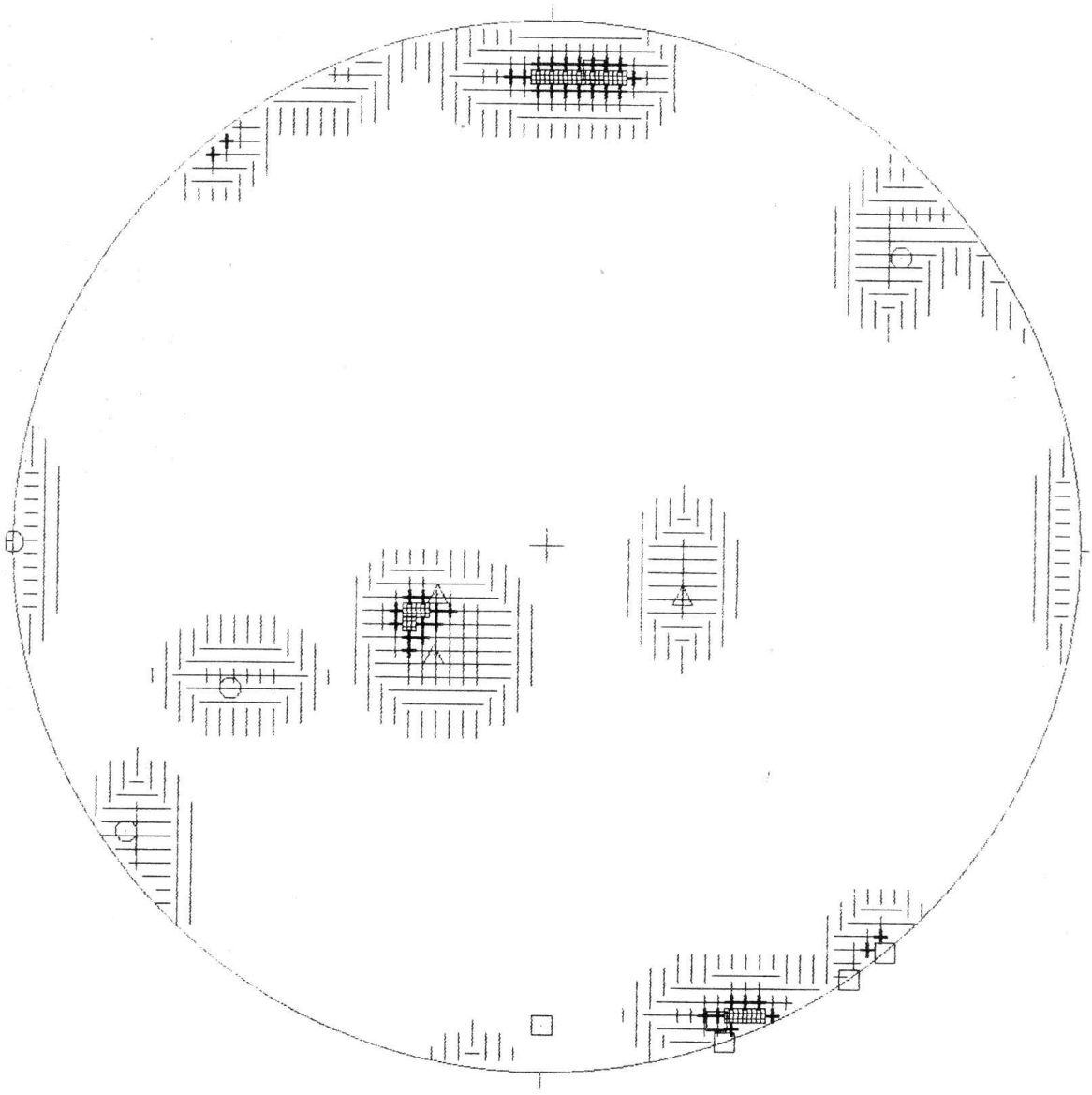

LEVANTAMIENTO DE MACIZOS ROCOSOS
MIRADOR DE MARRUECOS
BUZAMIENTO
90
75
60
45
30
15
0
0
45
90
135
180
225
270
315
360
AZIMUT DEL BUZAMIENTO
DIACLASAS SECUNDARIAS
DIACLASAS PRINCIPALES
ESTRATIFICACION

FIGURA 4

MIRADOR DE MARRUECOS

North



13 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: 15

NOTE: Contour Patterns Repeat Every 9 Intervals

FIGURA 5

SECTOR MIRADOR DE MARRUECOS
COLUMNA ESTRATIGRAFICA - B-B'

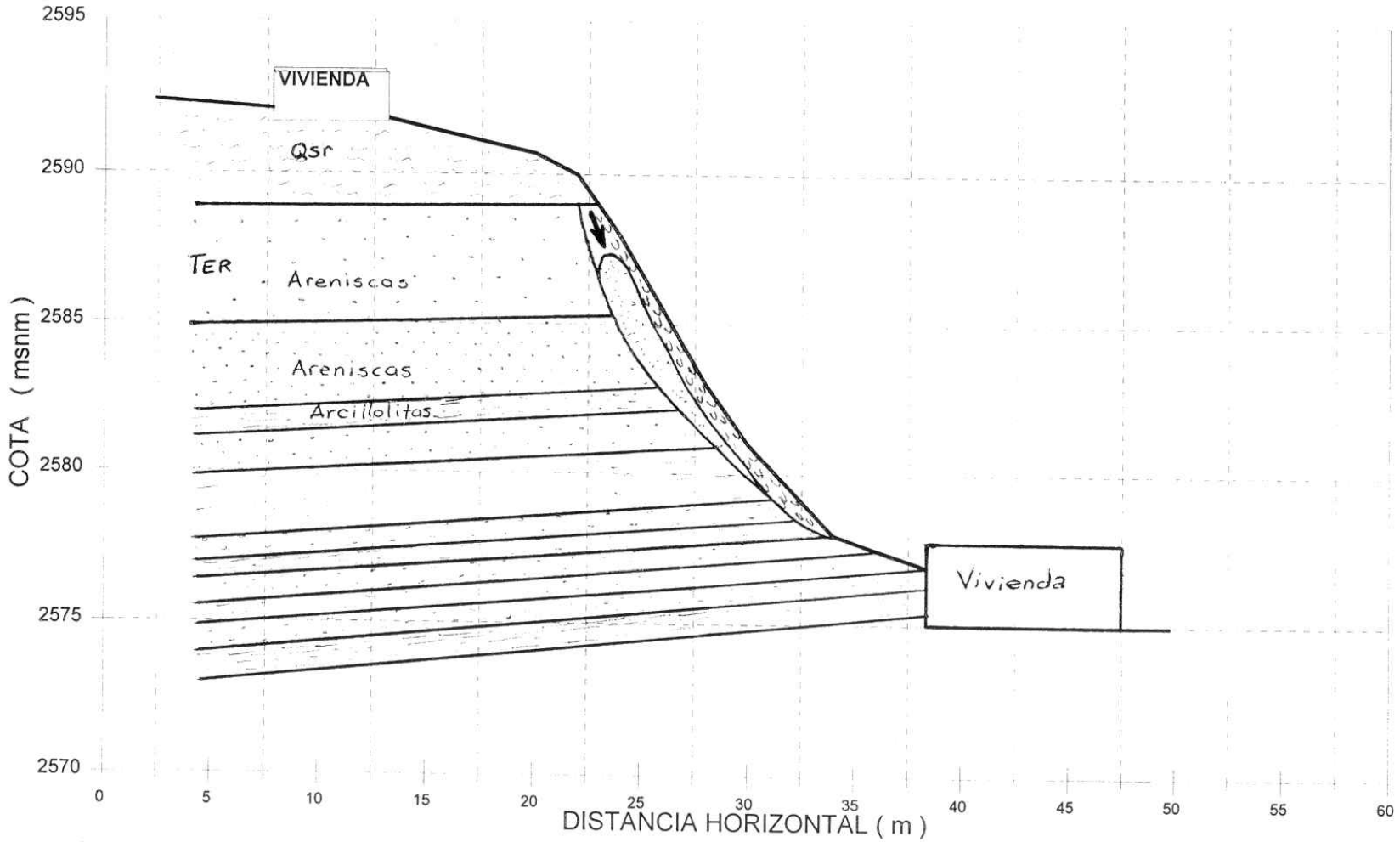


FIGURA 6

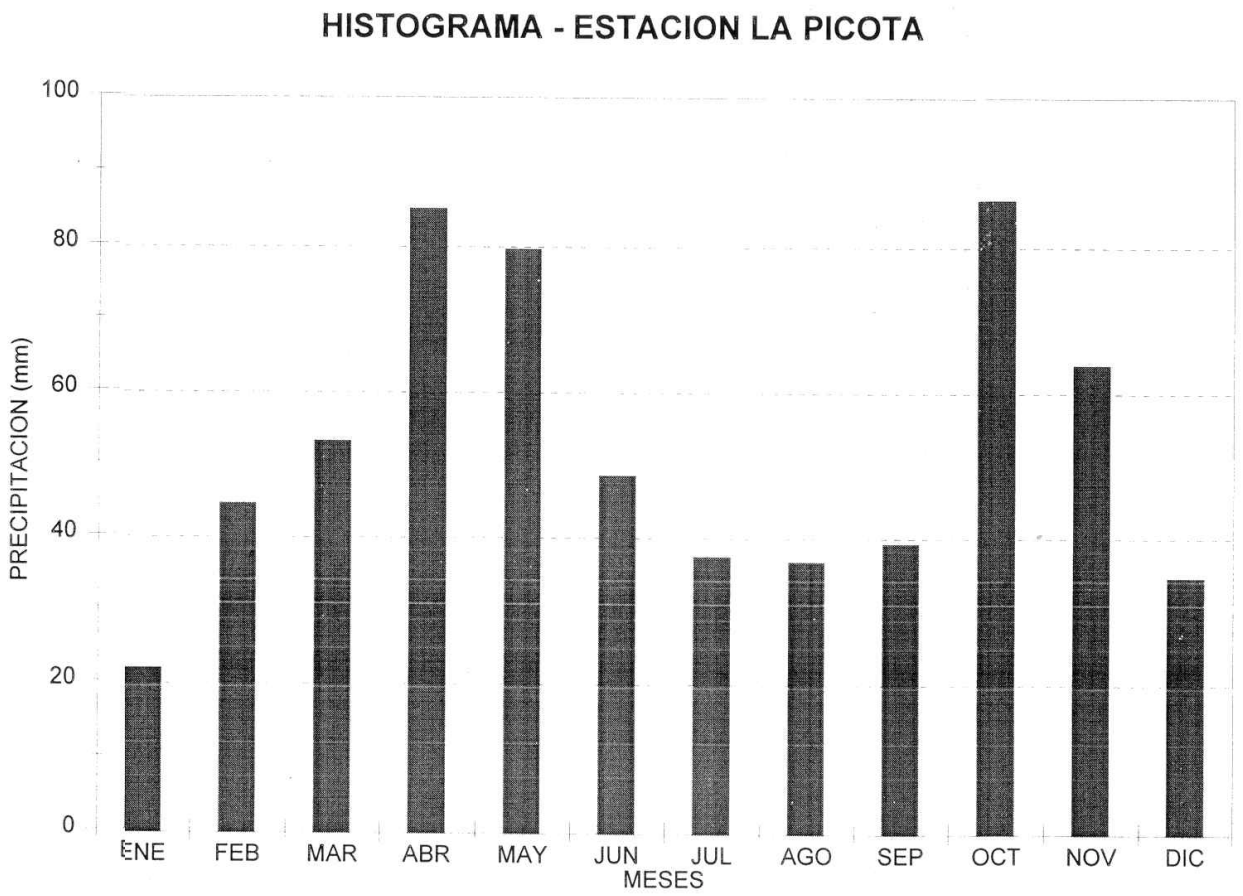
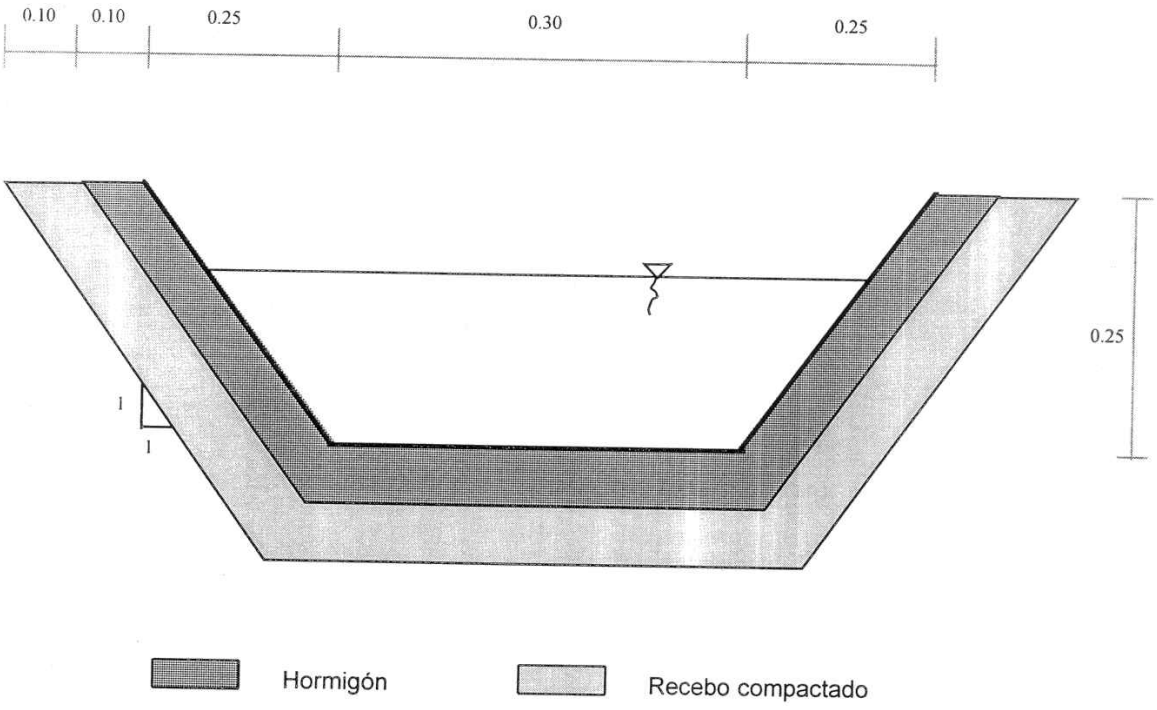

HISTOGRAMA - ESTACION LA PICOTA
PRECIPITACION (mm)
100
80
60
40
20
0
ENE
FEB
MAR
ABR
MAY
JUN
JUL
AGO
SEP
OCT
NOV
DIC
MESES

FIGURA No.7

DISEÑO SECCION TRAPEZOIDAL DE LA CUNETA



Esquema sin escala
Dimensiones en metros

FIGURA 8

MIRADOR DE MARRUECOS

TALUD SUR N 28 W

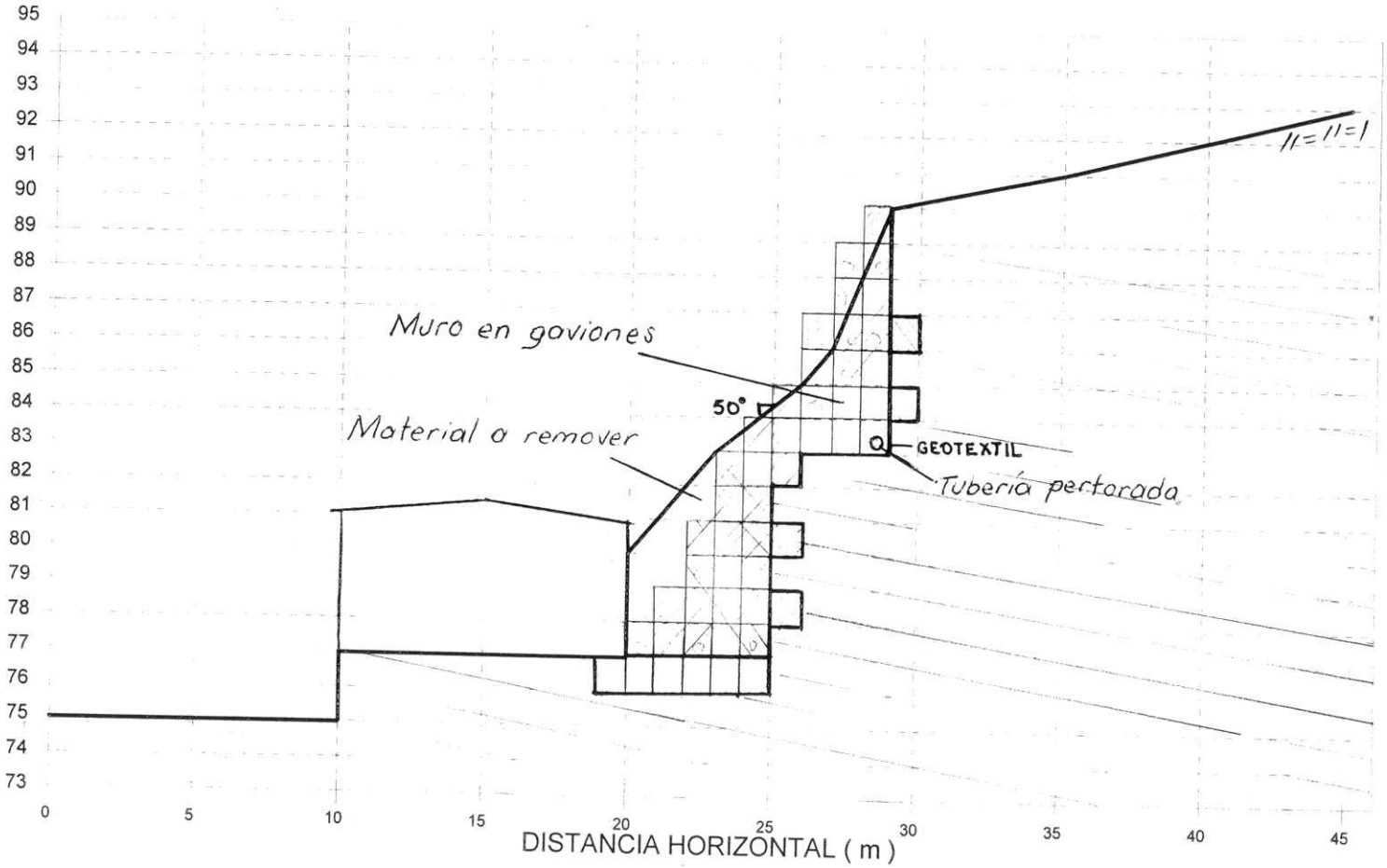
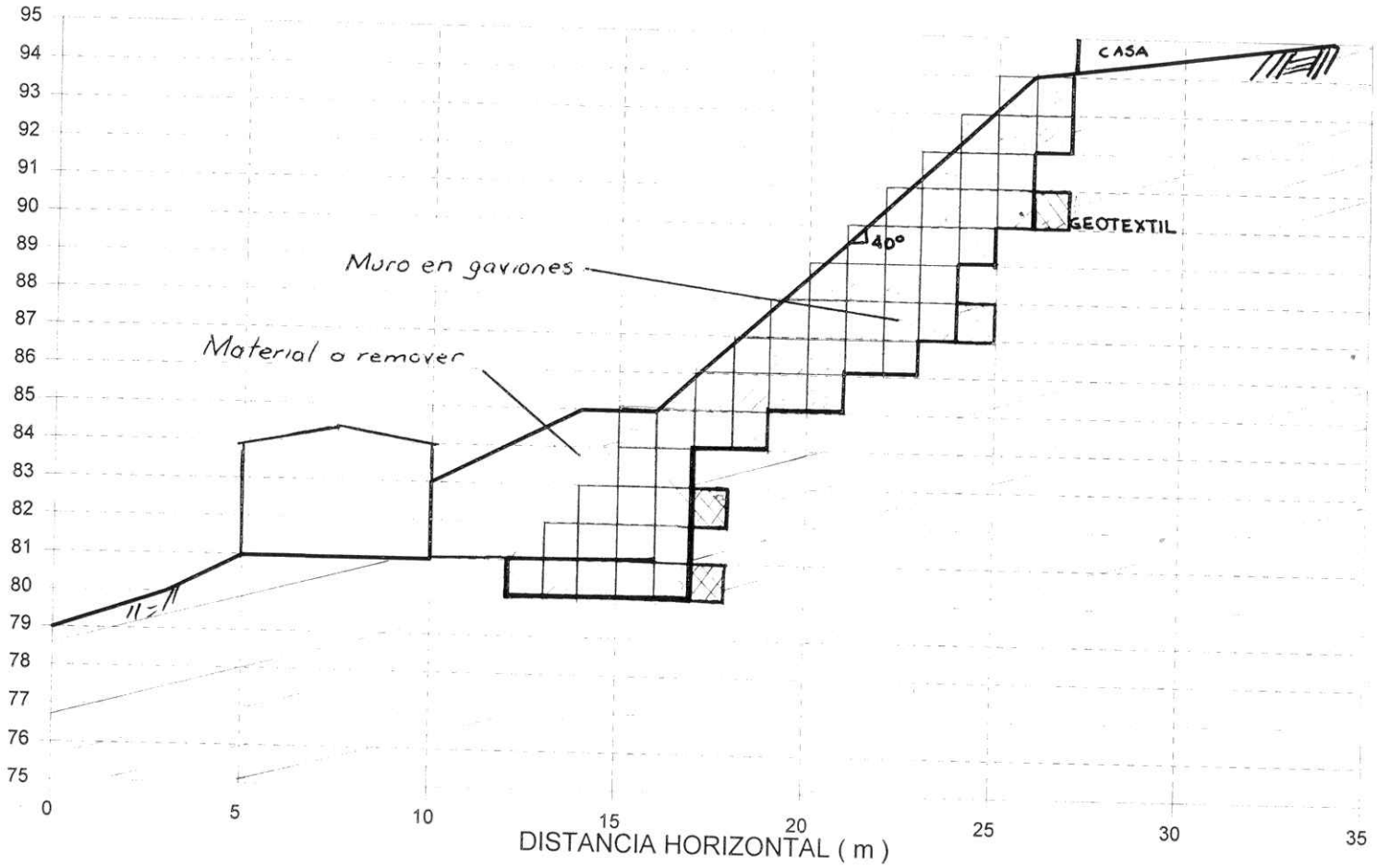


FIGURA 9

MIRADOR DE MARRUECOS

TALUD NORTE (E-W)



TABLAS

TABLA 1

PROYECTO CIUDAD BOLIVAR - FASE II

ENSAYOS DE CARGA PUNTUAL

SITIO: MIRADOR DE MARRUECOS.

ESTACION JP 1

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	1.91	4.5	7.4	6.4	1	102.041	6.056	2.783	1.090	3.033	3.446	79.263	Arcillolita de color gris claro y rojizo Algo meteorizada. De consistencia blanda.
		5.6	10.7	6.7	1.5	153.061	6.912	3.204	1.157	3.707			
		3.8	10.5	5.4	0.5	51.020	5.111	1.953	1.010	1.972			
		4.9	11	6.9	1.3	132.653	6.561	3.082	1.130	3.482			
		4.5	6.3	5.2	1	102.041	5.458	3.425	1.040	3.563			
3	1.99	5.3	13.6	12.5	7	714.286	9.184	8.468	1.315	11.133	16.734	384.880	Arenisca de color gris claro y amarillo. De grano fino a muy fino. Friables. De consistencia moderadamente blanda.
		4.4	11.4	5.6	6	612.245	5.601	19.515	1.052	20.538			
		3	9	5.8	4	408.163	4.707	18.424	0.973	17.929			
		5.2	8.5	6.3	6	612.245	6.458	14.678	1.122	16.470			
		4.2	7.8	6.4	5.5	561.224	5.850	16.398	1.073	17.599			

TABLA 2

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

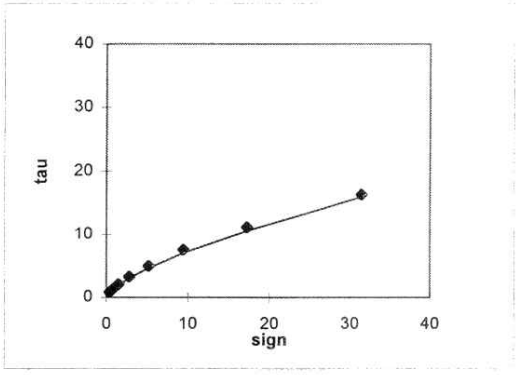
ADAPTADO DE HOEK, 1994

BARRIO MIRADOR DE MARRUECOS

DATOS: GSI = 30 sigci (Mpa) = 39 mi= 19 ARENISCAS

RESULTADOS

mb/mi = 0.08
mb = 1.560
s = 0.00042
a = 0.50
sigt= -0.010
A= 1.6
B= 0.68
E = 1975



MAR3HOEK.XLS

Angulo de friccion y cohesion para diferentes esfuerzos normales :

_n =	5	MPa
_ =	4.61	MPa
≻ =	32.0	degrees
c =	1.48	MPa
_n =	20	MPa
_ =	11.78	MPa
≻ =	21.7	degrees
c =	3.81	MPa

sig3	sig1	ds1ds3	sign	snd	tau	X	Y	XY	X^2	Taucalc
0.15	3.30	10.66	0.42	0.41	0.88	-0.39	-0.05	0.02	0.15	0.87
0.30	4.68	7.95	0.79	0.78	1.38	-0.11	0.14	-0.01	0.01	1.33
0.61	6.75	5.95	1.49	1.48	2.15	0.17	0.33	0.06	0.03	2.04
1.22	9.87	4.52	2.79	2.78	3.33	0.44	0.52	0.23	0.20	3.11
2.44	14.64	3.49	5.15	5.14	5.08	0.71	0.71	0.50	0.51	4.71
4.88	22.11	2.76	9.45	9.44	7.61	0.98	0.88	0.86	0.95	7.10
9.75	34.12	2.25	17.25	17.24	11.25	1.24	1.05	1.30	1.53	10.67
19.50	53.95	1.88	31.45	31.44	16.40	1.50	1.21	1.82	2.24	16.01
					Sums =	4.54	4.79	4.78	5.61	

TABLA 2

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

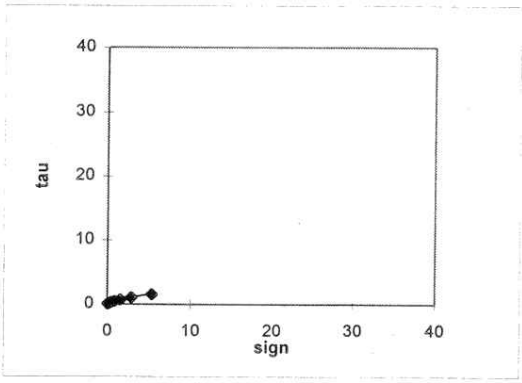
ADAPTADO DE HOEK, 1994

BARRIO MIRADOR DE MARRUECOS

DATOS: GSI = 30 sigci (Mpa) = 8 mi= 4 ARCILLOLITAS

RESULTADOS

mb/mi = 0.08
mb = 0.328
s = 0.00042
a = 0.50
sigt= -0.010
A= 0.6
B= 0.61
E = 894



MAR2HOEK.XLS

Angulo de friccion y cohesion para diferentes esfuerzos normales :

_n =	2	MPa
_ =	0.94	MPa
≻ =	16.1	degrees
c =	0.37	MPa
_n =	5	MPa
_ =	1.65	MPa
≻ =	11.4	degrees
c =	0.65	MPa

sig3	sig1	ds1ds3	sign	snd	tau	X	Y	XY	X^2	Taucalc
0.03	0.36	4.98	0.09	0.08	0.12	-1.12	-0.91	1.02	1.25	0.14
0.06	0.50	4.01	0.15	0.14	0.17	-0.86	-0.76	0.65	0.73	0.20
0.13	0.72	3.20	0.27	0.26	0.25	-0.59	-0.60	0.35	0.35	0.28
0.25	1.08	2.59	0.48	0.47	0.37	-0.33	-0.43	0.14	0.11	0.40
0.50	1.66	2.13	0.87	0.86	0.54	-0.07	-0.27	0.02	0.00	0.57
1.00	2.63	1.81	1.58	1.57	0.78	0.20	-0.11	-0.02	0.04	0.82
2.00	4.30	1.57	2.89	2.88	1.12	0.46	0.05	0.02	0.21	1.19
4.00	7.25	1.40	5.35	5.34	1.60	0.73	0.20	0.15	0.53	1.72
					Sums =	-1.57	-2.82	2.33	3.22	

TABLA 2

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

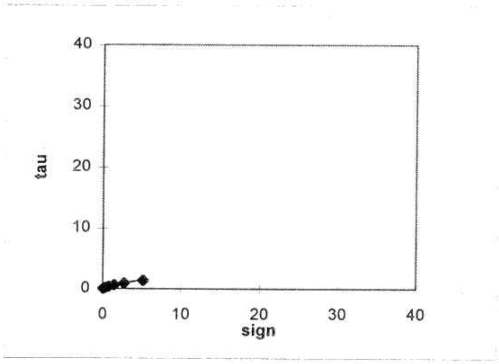
ADAPTADO DE HOEK, 1994

BARRIO MIRADOR DE MARRUECOS

DATOS: GSI = 25 sigci (Mpa) = 8 mi= 4 ARCILLOLITAS

RESULTADOS

mb/mi = 0.07
mb = 0.275
s = 0.00000
a = 0.53
sigt= 0.000
A= 0.5
B= 0.65
E = 671



MAR1HOEK.XLS

Angulo de friccion y cohesion para diferentes esfuerzos normales :

_n =	2	MPa
_ =	0.84	MPa
≻ =	15.4	degrees
c =	0.29	MPa
_n =	5	MPa
_ =	1.53	MPa
≻ =	11.3	degrees
c =	0.53	MPa

sig3	sig1	ds1ds3	sign	snd	tau	X	Y	XY	X^2	Taucalc
0.03	0.25	4.71	0.07	0.07	0.08	-1.16	-1.08	1.24	1.33	0.09
0.06	0.38	3.67	0.13	0.13	0.13	-0.88	-0.88	0.78	0.78	0.14
0.13	0.58	2.92	0.24	0.24	0.20	-0.62	-0.70	0.43	0.38	0.21
0.25	0.91	2.38	0.44	0.44	0.30	-0.35	-0.52	0.18	0.12	0.32
0.50	1.45	1.99	0.82	0.82	0.45	-0.09	-0.35	0.03	0.01	0.47
1.00	2.36	1.72	1.50	1.50	0.66	0.18	-0.18	-0.03	0.03	0.70
2.00	3.96	1.51	2.78	2.78	0.96	0.44	-0.02	-0.01	0.20	1.04
4.00	6.82	1.37	5.19	5.19	1.39	0.72	0.14	0.10	0.51	1.57
					Sums =	-1.76	-3.59	2.74	3.37	

TABLA 3

REGISTRO HISTORICO DE PRECIPITACION MENSUAL
ESTACION LA PICOTA IDEAM
P (mm)

AÑO / ME	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	TOTAL
1980	7,1	64,7	6,4	59,3	47,9	83,3	21,5	56,4	56,4	52,1	66,1	62,1	583,3
1981	2,2	9,1	46,5	101,5	131,0	55,0	14,4	38,4	47,3	84,1	104,4	47,9	681,8
1982	62,6	44,7	55,9	154,1	32,2	21,0	34,3	29,6	20,9	81,6	59,7	19,2	615,8
1983	1,2	46,2	88,8	143,7	65,3	16,3	41,8	30,8	27,3	70,2	45,8	37,0	614,4
1984	69,0	77,2	53,2	60,0	76,6	94,0	31,7	65,6	45,3	54,6	90,4	16,2	733,8
1985	29,5	2,7	36,8	29,1	106,7	31,4	43,0	37,9	64,5	101,0	47,8	48,8	579,2
1986	9,5	76,9	49,9	87,4	94,0	80,3	62,6	25,2	52,4	178,8	107,3	11,2	835,5
1987	22,2	28,8	27,7	127,0	132,1	19,8	64,1	38,7	34,5	127,1	40,1	23,1	685,2
1988	21,2	35,9	28,1	88,3	27,2	49,1	42,3	20,0	0,2	5,7	33,6	3,9	355,5
1989	0,7	61,1	118,9	14,4	91,6	52,6	30,7	16,3	56,0	72,6	66,4	40,6	621,9
1990	17,9	42,8	74,2	70,8	72,1	32,2	26,6	46,2	27,3	122,3	41,8	72,0	646,2
PROMEDIO	22,1	44,6	53,3	85,1	79,7	48,6	37,5	36,8	39,3	86,4	63,9	34,7	632,1

TABLA 4

ANALISIS CINEMATICO DE TALUDES EN MACIZOS ROCOSOS

BARRIO MIRADOR DE MARROCOS

TALUD No NORTE **ORIENTACION** N - S

Plano No	Az. de Buz.	*Buzamiento*	*Posibilidad Cinemática*			*Posibilidad*
	ab	*b*	*b>Ø*	*|at-ab| <=20*	*b < t*	*falla planar*
E	65	18	no	no	si	no
E	45	24	si	no	si	no
D11	320	90	si	no	no	no
D12	340	85	si	no	no	no
D13	0	90	si	no	no	no
D21	65	55	si	no	si	no
D22	90	80	si	si	si	si
D23	60	85	si	no	no	no
Cuña No						**falla en cuña**
I1	97	15	no	si	si	si
I2	140	5	no	no	si	no
I3	344	12	no	no	si	no
I4	50	54	si	no	si	no
I5	15	84	si	no	no	no
I6	138	23	si	no	si	no
I7	50	17	no	no	si	no
I8	360	8	no	no	si	no
I9	320	2	no	no	si	no
I10	50	85	si	no	no	no
I11	360	85	si	no	no	no
I12	360	31	si	no	si	no
I13	68	18	no	no	si	no
I14	50	24	si	no	si	no
I15	360	17	no	no	si	no
I16	0	90	si	no	no	no
I17	76	55	si	si	si	si
I18	360	82	si	no	no	no
I19	87	17	no	si	si	si
I20	68	22	no	no	si	no
I21	50	76	si	no	si	no
I22	52	74	si	no	si	no
I23	349	80	si	no	si	no
I24	335	0	no	no	si	no
I25	87	18	no	si	si	si
I26	50	75	si	no	si	no

MMESTB1

D: Diaclasa
E: Estratos

Buzamiento t 80
Azimut: at 90
Friccion 22

TABLA 5

ANALISIS CINEMATICO DE TALUDES EN MACIZOS ROCOSOS

BARRIO MIRADOR DE MARROCOS

TALUD No SUR **ORIENTACION** N 60 E

Plano No	Az. de Buz.	*Buzamiento*	*Posibilidad Cinemática*			*Posibilidad*
	ab	*b*	*b>Ø*	*|at-ab| <=20*	*b < t*	*falla planar*
E	65	18	no	no	si	no
E	45	24	si	no	si	no
D11	320	90	si	no	no	no
D12	340	85	si	no	no	no
D13	0	90	si	no	no	no
D21	65	55	si	no	si	no
D22	90	80	si	no	si	no
D23	60	85	si	no	no	no
Cuña No						**falla en cuña**
I1	97	15	no	no	si	no
I2	140	5	no	si	si	si
I3	344	12	no	no	si	no
I4	50	54	si	no	si	no
I5	15	84	si	no	no	no
I6	138	23	si	si	si	si
I7	50	17	no	no	si	no
I8	360	8	no	no	si	no
I9	320	2	no	no	si	no
I10	50	85	si	no	no	no
I11	360	85	si	no	no	no
I12	360	31	si	no	si	no
I13	68	18	no	no	si	no
I14	50	24	si	no	si	no
I15	360	17	no	no	si	no
I16	0	90	si	no	no	no
I17	76	55	si	no	si	no
I18	360	82	si	no	no	no
I19	87	17	no	no	si	no
I20	68	22	no	no	si	no
I21	50	76	si	no	si	no
I22	52	74	si	no	si	no
I23	349	80	si	no	si	no
I24	335	0	no	no	si	no
I25	87	18	no	no	si	no
I26	50	75	si	no	si	no

MMESTB1

D: Diaclasa
E: Estratos

Buzamiento t 80
Azimut: at 150
Friccion 22

TABLA 6

ANALISIS CINEMATICO DE TALUDES EN MACIZOS ROCOSOS

FALLA POR VOLTEO

BARRIO LA FISCALA - SECTOR LA ESCUELA

TALUD No SUR **ORIENTACION** N 60 E

Plano No	Az. de Buz. ab	*Buzamiento b*	*Posibilidad Cinemática*		*Posibilidad de falla por Volteo*
			(at+150) < ab < (at+210)	*t > (90-b+ø)*	
E	65	18	no	no	no
E	45	24	no	no	no
D11	320	90	si	si	si
D12	340	85	si	si	si
D13	0	90	no	si	no
D21	65	55	no	si	no
D22	90	80	no	si	no
D23	60	85	no	si	no

D: Diaclasa
E: Estratos

Buzamiento t 80
Azimut: at 150
Friccion 22

TALUD No NORTE **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+ø)*	
E	65	18	no	no	no
E	45	24	no	no	no
D11	320	90	no	no	no
D12	340	85	no	no	no
D13	0	90	no	no	no
D21	65	55	no	no	no
D22	90	80	no	no	no
D23	60	85	no	no	no

FI2ACIN.XLS

D: Diaclasa
E: Estratos

Buzamiento t 80
Azimut: at 90
Friccion 22

ANEXOS

MEDIDAS DE CANTIDAD DE OBRA

OBRA: MIRADOR DE MARRUECOS.
PLANO: No. 3
EJECUTANTE: INGENIERIA GEOAMBIENTAL.
FECHA: ABRIL 1996

INGEOMINAS

HOJA No DE

1	2	3	4
			1) GAVIONES.
			• Talud Sur.
1	50		
	85	4250	m3
			• Talud Norte.
1	54		
	85	4590	m3
		8840	m3
			2) EXCAVACION EN ROCA.
			• Gaviones talud sur.
1	46		
	85	3910	m3
			• Gaviones talud norte
1	52		
	85	4420	m3
			• Cunetas interceptoras
1	0.725		
	122	88.5	m3
			• Cunetas Seccion triangular
1	0.03		
	380	11.40	m3
			• Cajas A.LL.
4	1.2	4.8	m3
		8435	m3
			3) CONCRETO f'c = 2500 psi
			• Cunetas Seccion triangular.
1	0.48		
	0.05		
	380	9.12	m3
			• Cunetas interceptoras.
1	1.70		
	0.15		
	122	31.1	m3
		40.2	m3
			4) RECEBO COMPACTADO.
			• Cuneta sección triangular.
1	0.48		
	0.05		
	380	9.12	m3
			• Cunetas interceptoras.
1	1.70		
	0.10		
	122	21.0	m3
		30.1	m3
			5) MATERIAL A REMOVER
			• Talud Sur.
1	6.5		
	50	325	m3
			• Talud Norte
1	12		
	20	240	m3
		565	m3

1	2	3	4
			3) CONCRETO f'c = 2500 psi (continuación)
		40.2	m3
			• Cajas A.LL.
4	0.5	2.0	m3
		42.20	m3
			6) GEOTEXTIL
			• Talud Sur
1	30		
	85	2550	m2
			• Talud Norte
1	40		
	85	3400	m2
		5950	m2
			7) TUBERIA PERFORADA PVC Ø 4" - Sin filtro
1	170	170	m

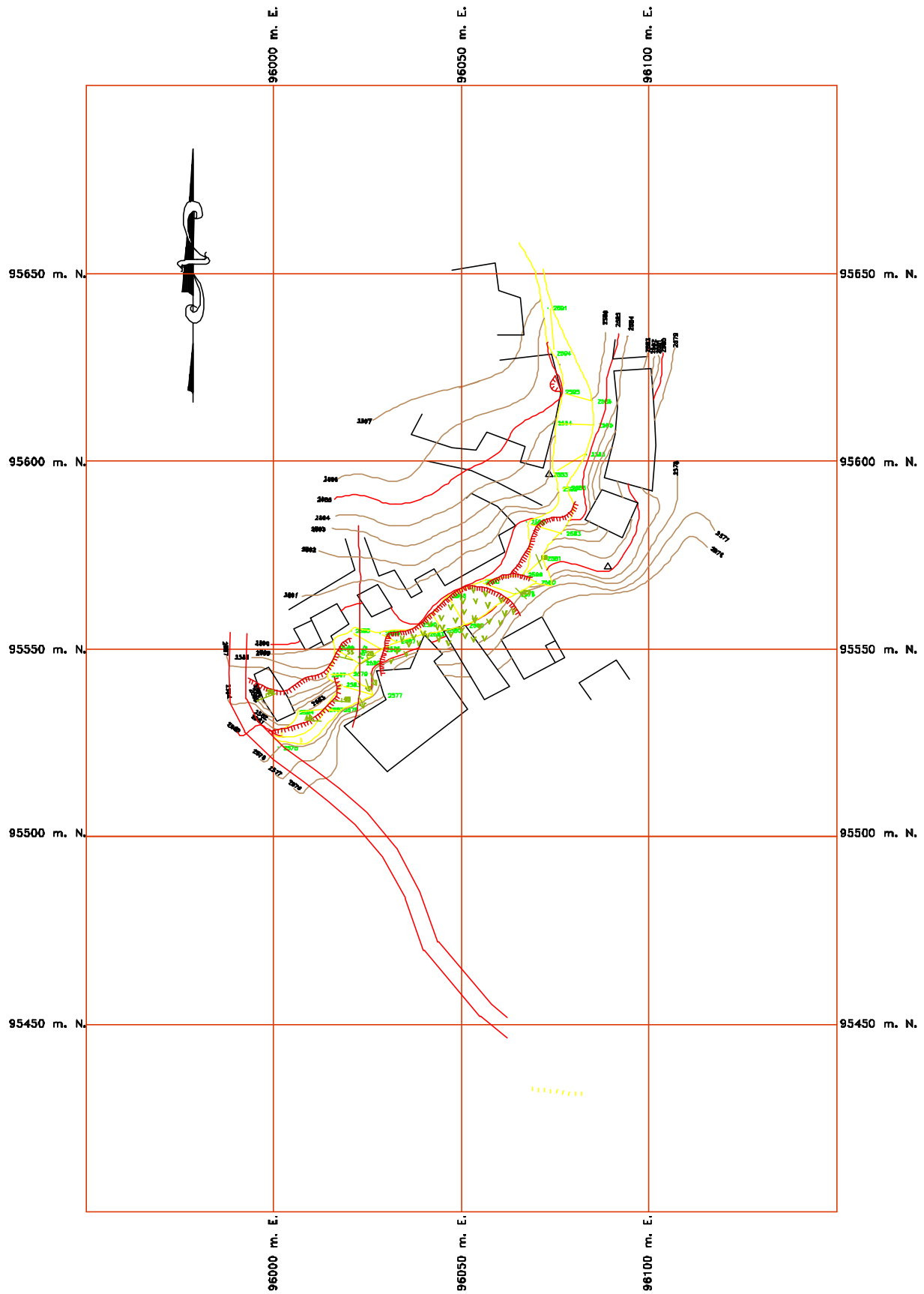
PROYECTO CIUDAD BOLIVAR FASE II
SITIO MIRADOR DE MARRUECOS
Presupuesto Aproximado según Medidas Correctivas

ITEM	MATERIAL	UNIDAD	CANTIDAD	Precio Unitario	SUBTOTAL (Millones de $)
1	Gaviones	m^3	8,840.00	72,015.00	636.61
2	Excavación en roca	m^3	8,435.00	14,071.00	118.69
3	Concreto 2500 psi	m^3	42.20	104,748.00	4.42
4	Recebo Compactado	m^3	30.10	14,798.00	0.45
5	Excavación en material común	m^3	565.00	12,589.00	7.11
6	Geotextil no tejido 1600 PAVCO	m^2	5,950.00	795.60	4.73
7	Tubería de drenaje D=4"	m	170.00	3,584.00	0.61
	SUBTOTAL				772.62
	A.I.U.(25%)				193.16
	TOTAL				965.78

PRE-MARR.XLS

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

PLANOS



UNIVERSIDAD DISTRITAL FRANCISCO JOSE DE CALDAS
FACULTAD DE CIENCIAS, INGENIERIA Y TECNOLOGIA

DEPARTAMENTO ADMINISTRATIVO DE PLANEACION DISTRITAL
GERENCIA DE GESTION CATASTRAL BOGOTA

ESTUDIO GEOTECNICO DETALLADO
BARRIO MARRUECOS

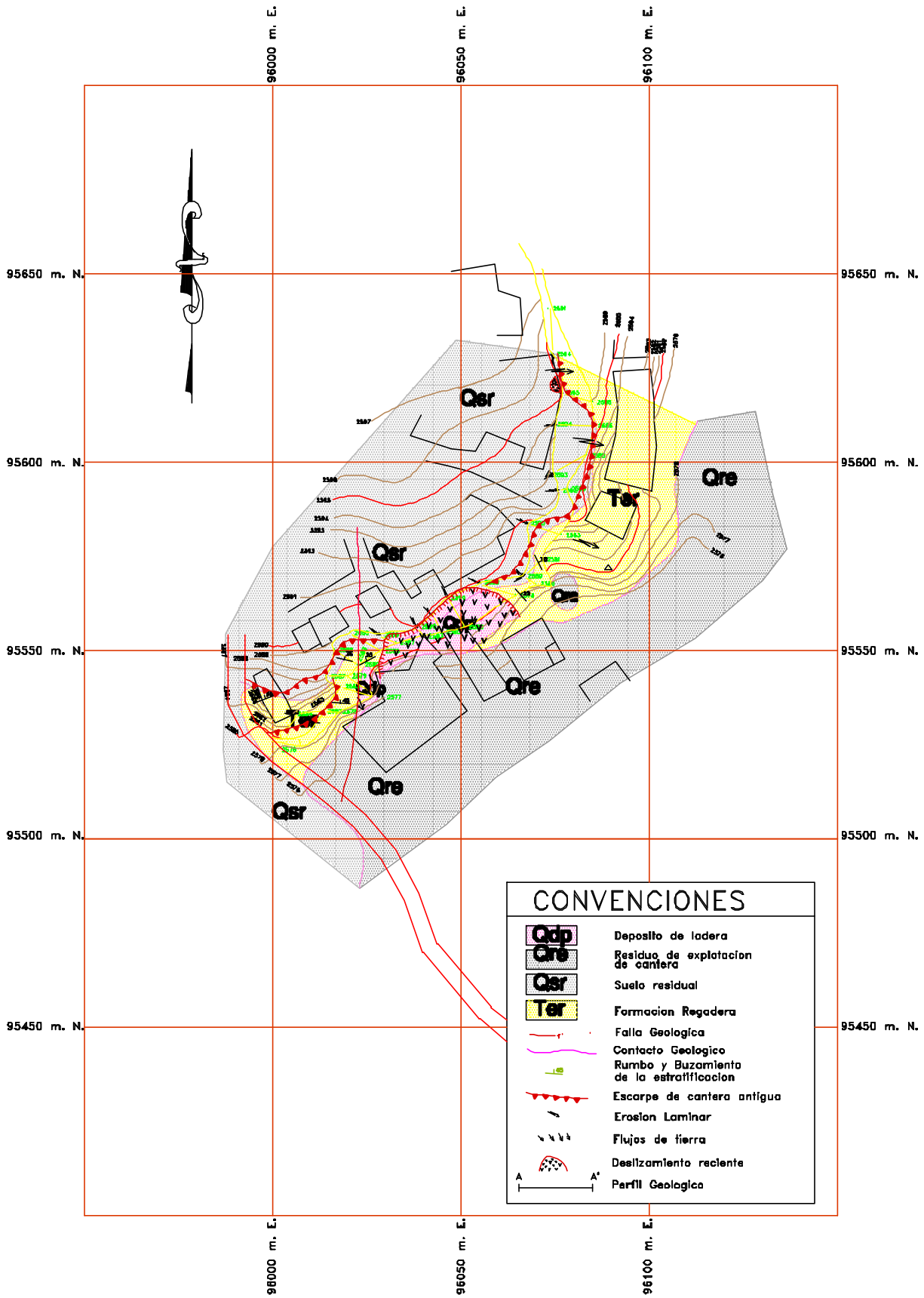
TOPOGRAFIA

ESCALA 1 : 500

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

CONVENCIONES

ALCANTARILLA
AREA CONSTRUIDA
EXCAVACION
CARRETERA PAVIMENTADA
CARRETERA SIN PAVIMENTAR
CURVA DE NIVEL INDICE
DELTA TOPOGRAFICO
GAVION
RIO O QUEBRADA



ESTUDIO GEOTECNICO DETALLADO
BARRIO MARRUECOS

MAPA GEOLOGICO Y GEOMORFOLOGICO

ESCALA 1 : 1000

DIBUJO: INGENIERIA GEOAMBIENTAL | PLANO No.

AUTOR INGENIERIA GEOAMBIENTAL | FECHA: NOVIEMBRE DE 1995

CONVENCIONES

ALCANTARILLA
AREA CONSTRUIDA
BOCATOMA
CARRETERA PAVIMENTADA
CARRETERA SIN PAVIMENTAR
CURVA DE NIVEL MENOR
DELTA TORRENCIAL
DIQUE
RIO o QUEBRADA

PLANO Nº 3
(No se encuentra disponible en formato digital)