E 110

000001

INGEOMINAS

DEPARTAMENTO ADMINISTRATIVO DE PLANEACION DISTRITAL
EMPRESA DE ENERGIA ELECTRICA DE BOGOTA

ESTUDIO GEOTECNICO BARRIO JERUSALEN SECTOR NUEVA ARGENTINA 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

18

INDICE

	Página
1.0 INTRODUCCION.	1
2.0 GENERALIDADES.	1
2.1 Localización.	1
2.2 Descripción del Problema.	1
2.3 Servicios públicos	2
2.4 Topografia.	2
3.0 INVESTIGACION GEOTECNICA.	2
3.1 Geología.	3
3.1.1 Geología de Superficie.	3
3.1.2 Geología Estructural.	3
3.2 Geomorfología.	4
3.3 Exploración del Subsuelo.	4
3.3.1 Levantamiento Estructural del Macizo.	5
3.3.2 Prospección geofísica	5
3.3.3 Trincheras.	5
3.3.3 Ensayos de Laboratorio	5
4.0 CARACTERISTICAS DEL SUBSUELO.	6
4.1 Macizo Rocoso.	6
4.1.1 Clasificación.	6
4.1.2 Caracterización Macizo Rocoso.	6
4.2 Suelos.	6
5.0 ANALISIS HIDROLOGICO E HIDRAULICO.	7
5.1 Precipitación.	7
5.1.2 Características Morfométricas.	8
5.1.3 Cálculo de Caudales Máximos.	8
5.2 Análisis Hidráulicos de la Cuenca.	9
5.2.1 Diseño de la Red.	9
5.2.2 Diseño de Disipadores de Energía.	10
6.0 ANALISIS DE ESTABILIDAD	10
6.1 Generalidades.	10
6.2 Modos de Falla por Discontinuidades.	10
6.2.1 Análisis Cinemático - Falla Planar y en Cuña.	10
6.2.2 Análisis Cinemático de Falla por Volteo.	11
6.3 Evaluación de Estabilidad.	11
6.3.1 Macizo Rocoso.	11
6.3.2 Materiales Inconsolidados.	11

7.0 MEDIDAS CORRECTIVAS. 11

7.1 Taludes Mineros. 12
7.2 Quebrada Nueva Argentina. 12
7.3 Obras Complementarias. 12
7.4 Obras Paisajisticas. 13

FIGURAS
TABLAS
PLANOS
ANEXOS

LISTA DE FIGURAS

1. Localización General.
2. Localización de Estaciones, Apiques, Lineas de Geofísica.
3. Levantamiento de Macizos Rocosos.
4. Análisis de Frecuencia.
5. Columna Estratigráfica AA'.
6. Columna Estratigráfica BB'
7. Red Hidrográfica.
8. Histograma - Estación Casa Blanca.
9. Diseño de Recuperación del Área del Cauce.
10. Diseño Sección Trapezoidal y Disipadores.

LISTA DE TABLAS

1. Ensayos de Carga Puntual y Peso Unitario.
2. Resumen resultados de Ensayos de Laboratorio.
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.
5. Estimación de los Parámetros de Hoek - Brown y envolvente equivalente de Mohr.
6. Estimación de los Parámetros de Hoek - Brown y envolvente equivalente de Mohr.
7. Estimación de los Parámetros de Hoek - Brown y envolvente equivalente de Mohr.
8. Registro Histórico de Precipitación Mensual, Estación Casa Blanca.
9. Análisis Cinemático de Taludes en Macizos Rocosos, Falla Planar y en Cuña.
10. Análisis Cinemático de Taludes en Macizos Rocosos, Falla por Volteo.

LISTA DE PLANOS

1. Topografia.
2. Geología.
3. Medidas Correctivas.

ANEXOS

1. Secciones Transversales.
2. Cantidades de obra
3. Presupuesto aproximado según medidas correctivas

ESTUDIO GEOTÉCNICO BARRIO JERUSALEN - SECTOR NUEVA ARGENTINA

1.0 INTRODUCCIÓN

De acuerdo con el proyecto 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 entre IV y 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.

Este sector se consideró como uno de los sitios críticos a estudiar, con base en el alto grado de deterioro ambiental que presenta la zona. Las laderas, con alto grado de exposición del macizo rocoso al intemperismo y de morfología muy vertical junto a la intervención antrópica sobre los cauces naturales; definen a la zona con un nivel de amenaza local media a alta, y el tipo de construcciones combinado con su ubicación con respecto a las laderas y/o cauces. un grado de vulnerabilidad alto.

El estudio geotécnico del sector; presenta un análisis de estabilidad teniendo en cuenta los aspectos geológicas, geomorfológicas, hidrológicas, que afectan directamente la estabilidad del área, y presenta soluciones que permiten mitigar o minimizar el grado de amenaza de la zona.

2.0 GENERALIDADES

2.1 Localización

El Sector Nueva Argentina se localiza en la parte baja del Barrio Jerusalén, en el costado sur oriental de la intersección Avenida Ciudad Villavicencio con la Avenida Jorge Gaitan Cortes **(Figura 1).** El área se caracteriza por presentar como límite geográfico entre la parte media y baja del barrio, taludes verticales en roca correspondientes a frentes mineros de la antigua zona de explotación.

El área colinda con el sector Canteras, y para efectos del estudio se definió el talud de la margen izquierda incluyendo el cauce que descarga sobre el mismo como zona de evaluación.

2.2 Descripción del Problema

En el Sector Nueva Argentina se definieron 2 zonas como centros de atención. Uno corresponde al talud minero vertical de altura variable entre 15 y 20 m, entallado en rocas areniscas y arcillolitas, en el que se presenta caída de bloques y fallas locales de tipo planares, gobernados por las discontinuidades verticales y la perdida de soporte en la base por socavación.

La segunda zona se establece en el área del cauce denominada como quebrada Canteras que drena sobre el talud. Las márgenes están conformadas por depósitos de estériles, desechos de construcción y basuras, arrojados directamente sobre el talud, y sobre los que se han construido unidades de vivienda en las riberas.. Generalmente, son estos depósitos los que presentan

frecuentes problemas de estabilidad de carácter retrogresivo; en ellos se evidencian flujos de detritos, pequeños movimientos rotacionales, y problemas de erosión y socavación a lo largo del cauce; y han puesto en alto riesgo a los moradores del sector.

En general el área se caracteriza por presentar un acelerado proceso de erosión hídrica en forma de surcos en la parte alta y cárcavas sobre los taludes, y especialmente con gran intensidad en la zona de caída del cauce.

2.3 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 alcantariilldo de aguas servidas y lluvias es deficiente o no existe.

En general el cauce de la quebrada presenta altos índices de contaminación, resultado del vertimiento directo de aguas servidas de las viviendas y de la disposición de residuos sólidos domésticos a lo largo del mismo. La ausencia de red de acueducto pluvial configura condiciones propicias para la generación de frentes erosivos y ablandamiento de los materiales superficiales.

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 propios para este tipo de vías ni con un sistema de drenaje que encauce las aguas de escorrentia 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 GEOTECNICA

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 dedudativos 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.

Igualmente se consultaron estudios similares en el área de estudio, "Estudio Específico de Niveles de Amenaza Geológica en los Sectores Tanque Laguna y Nueva Argentina - Barrio Jerusalem", INGEOMINAS (1993); "Estudio Geológico y Geotécnico - Barrio Jerusalem", Secretaria de Obras Públicas (1990).

3.1 Geología

3.1.1 Geología de Superficie.

En el área estudiada afloran rocas sedimentarias de edad Cretácia-Terciaría, pertenecientes a la **Formación Guaduas** - Conjunto Medio (**KTgm**), constituida en la parte inferior por una secuencia de areniscas que conforman los taludes de las canteras, de color gris claro y amarillo, oxidadas, cuarzosas, de grano fino a muy fino, localmente grano medio a grueso, duras, en general friables y de fracturadas a muy fracturadas. La estratificación es laminar a muy gruesa (5 cm a 6 m de espesor); y se presentan intercalaciones lenticulares de arcillolitas de color gris amarillento con espesores entre 2 y 10 cm.

Hacia la parte superior del área y suprayaciendo la secuencia anterior afloran arcillolitas y lodolitas grises amarillentas, con bandas grises-verdosas, con delgadas intercalaciones de areniscas de grano de fino; la secuencia arcillolítica-aflorante en la parte superior de los taludes de las canteras alcanzan espesores hasta de 5m.

Suprayaciendo discordantemente a las rocas de la Formación Guaduas se encuentran depósitos de suelo residual (**Qsr**), coluviales (**Qc**), y materiales de desechos y/o de explotaciones mineras (**Qre**).

Los suelos residuales (**Qsr**), afloran en la parte más alta del área estudiada, son el resultado de la meteorización de las arcillolitas de la Formación Guaduas, y su espesor oscila entre pocos centímetros y 2.0 m.

Los depósitos de ladera y coluviales (Qc), afloran en algunos sectores de la parte media-alta del área y corresponden a antiguos suelos residuales traslocados, con algún contenido de fragmentos y, a bloques líticos de areniscas, lodolitas y limolitas, en matriz areno-limosa; estos materiales alcanzan espesores hasta de 2.5 m.

Los materiales de desechos y/o de explotaciones mineras antiguas (**Qre**), se presentan en la pata de los taludes de las antiguas zonas de explotación a lo largo de los cauces y en algunos sitios aislados.

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

3.1.2 Geología Estructural

Los estratos del macizo rocoso presentan datos estructurales muy variables, el rumbo y buzamiento promedio indican: N50E/12°S, N30E/15N, N-S/15W y N35W/5S; como se puede apreciar, los ángulos de buzamiento son bajos y los estratos tienen dirección contraria a la pendiente de la laderas y de los taludes mineros.

El macizo rocoso se encuentra moderadamente fracturado, y presenta dos familias preferenciales de discontinuidades cuya condición "promedio" es: N70E/88NW, N64W/84NE (Diaclasas principales), las inclinaciones menores de las discontinuidades se encontraron en el orden de 65°

Entre los factores tectónicos más sobresalientes se distinguen tres (3) fallas locales aparentemente de poco desplazamiento, así: Sector Canteras, orientación y buzamiento de N70°E/90; Sector Intermedio N60°E/70-90S y Sector Nueva Argentina N60E/75SE.

3.2 Geomorfología

El sector estudiado se ubica en el flanco occidental del Sinclinal Usme-Tunjuelito, y forma parte de la Unidad Geomorfologica de origen denudacional-estructural que ocupa las partes media-baja de los cerros sur-occidentales. Las laderas con pendientes topográficas de moderada a escarpadas (>30°), están desarrolladas en rocas de composición areno-arcillosa de la Formación Guaduas.

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 25 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 translacionales, caida de bloques, y flujo de detritos (en el nivel basal arcilloso), 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 tronco-cónicas en la base de los cortes.

El patrón de drenaje se muestra errático; las secciones hidráulicas de los drenajes son heteromorfos con variaciones entre V abierta a U cerrada; las pendientes longitudinales son altas (pendiente promedio 18 %) y espacialmente presentan saltos hidráulicos. La lamina de agua bajo tales condiciones alcanza velocidades altas, que producen no sólo el arrastre lateral de material (socavación lateral), sino la profundización del mismo cauce. Asociado a los procesos de socavación se presenta reptación en las márgenes, flujos de tierras y detritos, deslizamientos traslacionales y rotacionales de carácter retrogresivo, todos ellos de pequeña magnitud y alta frecuencia que afectan depósitos recientes inconsolidados (esteriles, desechos de construcción y basuras).

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. 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 tomo información de discontinuidades en dos sectores del talud orientado N58E a N30W. Se identificaron orientaciones, separación, abertura, tipo relleno y persistencia de los sistemas principales y secundarios. En total se tomaron 168 datos estructurales, que se representaron en una red ciclográfica **(Figuras 3 y 4)**, de cuyo análisis resultaron tres familias de discontinuidades, contando con la estratificación, orientadas:

Estratificación	NS / 3NW N50W / 5SW
Diaclasa principal	N64W / 84 NE
Diaclasa sencundaria	N70E / 88NW

Las diaclasas principales se caracterizan por presentar persistencia de poco continuas, próximas (5-30 cm), abiertas, rugosidad planar, relleno arcilloso y secas.

Las diaclasa secundarias presentan una persistencia poco continua, con espaciamiento bastante próximo, entre 5 y 30 cm. En general, están abiertas, relleno arcilloso y rugosidad planar.

La estratificación en la arenisca es gruesa con espesor de estrato del orden del metro, y localmente laminar con estratos del orden de 5cm. Los niveles de arcillolita presentan una estratificación laminar con espesores menores a 20 cm.

3.3.2 Prospección Geofísica

Se realizaron 3 líneas de prospección geofisica, que permitió definir la geometria 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 Trincheras

Se aprovecharon los taludes pseudoverticales, sobre los cuales se levantaron dos (2) columnas estratigráficas detalladas identificando tipo, espesores y condición local de la roca (**Figuras 5 y 6**).

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**).

La clasificación y caracterización de los depósitos superficiales que se encuentran cubriendo la estratos rocosos, se compiló la información de campo del "Estudio Específico de Niveles de Amenaza Geológica en el Barrio Jerusalén" - INGEOMINAS, 1993. La **Tabla 2** presenta los resultados de los ensayos de clasificación obtenidos en dicho proyecto.

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, 1976).

Los bancos de arenisca se clasificaron con:

Rock Mass Rating (RMR) = 30
Geological Strength Index (GSI) = 35- 40

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

RMR = 25 - 30
GIS = 30

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

4.1.2 Caracterización 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 variaciones locales 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, 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 las **Tabla 3 a 5**, 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 suelos coluviales, que inicialmente fueron mantos continuos y están conformados por fragmentos líticos heterométricos de arenisca en matriz arcillo-arenosa con

gravas. Localmente se encuentran cubriendo discordantemente capas delgadas de arcillas negras expansivas.

La matriz de los depósitos es de baja plasticidad, consistencia firme, presenta las siguientes características (INGEOMINAS, 1993):

Peso Específico	= 2.67
Peso Unitario Total (Ton/m^3)	= 1.97
Humedad natural (%)	= 4 - 27
Límite Líquido (%)	= 19 - 22
Límite Plástico (%)	= 8 - 12
% PT 200	= 52 - 64

Dentro del segundo grupo se engloban suelos recientes como esteriles, desechos de construcción y basuras, depositados, en forma aleatoria y sin ningún tratamiento, especialmente en las márgenes de los cauces existentes. Estos suelos no se caracterizaron geotécnicamente debido a su origen y heterogeneidad; su estudio se enfocó hacia la determinación de su geometría y la ubicación espacial para ser tenidos en cuenta en los diseños.

5.0 Análisis Hidrológico e Hidráulico

La red de drenaje del sector de Jerusalén está conformada por dos subcuencas cuyos cauces principales, que adelante se denominaran Quebrada Nueva Argentina y Canteras; están localizadas sobre la margen izquierda de la quebrada Limas y en la parte baja de su cuenca.

En la **Figura 7** aparece la localización y aéreas de aporte de dichas subcuencas. Las subcuencas han presentado durante los últimos 15 años una creciente intervención urbana debido al desarrollo de barrios de invasión en sus laderas, hasta consolidar zonas totalmente urbanizadas en el 90% de su extensión; en la parte baja, entre las cotas 585 y 600 msnm se encuentra la cantera abandona de Jerusalén, la cual presenta taludes verticales en roca fracturada.

Por encima de la cota 615 msnm la zona esta urbanizada sin ninguna planificación lo cual permitió la perdida total de los cauces normales.

En la zona media, aún existen parcialmente los cauces principales como colectores de agua residuales y lluvias, presentando un alto grado de contaminación que en épocas de invierno causan inundaciones en la zona baja.

5.1 Análisis Hidrológico de las Subcuencas

5.1.1 Precipitación

Para el análisis de la precipitación se utilizo la estación pluvio métrica de Casa Blanca de la E.A.A.B. que es la más cercana a la zona de estudio, la cual registra una precipitación media multianual de 575mm (**Tabla 6**).

La característica general de la distribución anual de las lluvias se presenta en forma bimudal con períodos lluviosos entre los meses de abril a mayo y octubre a noviembre y períodos secos entre los meses de diciembre a marzo y de junio a septiembre (**Figura 8**).

La precipitación máxima mensual ocurre en el mes de octubre con un valor de 86.1 mm.

5.1.2 Características Morfométricas

La quebrada Nueva Argentina drena en forma parcial un área de 17 Ha, su cauce tiene una longitud aproximada de 300 m, desciende 56 m hasta la confluencia con la quebrada Canteras, tiene una pendiente ponderada de 10.7%, su comportamiento hidrológico es torrencial debido a su alta pendiente en la mayor parte de su cauce; las aguas crecen súbitamente con la lluvia para casi desaparecer con los periodos secos.

La quebrada Nueva Argentina además de ser el drenaje natural de las aguas lluvias, también es colector de aguas negras. La problematica ambiental de la quebrada se puede resumir en los siguientes puntos:

- Socavación pronunciación en las márgenes
- Disposición inadecuada de residuos solidos que son arrojados sobre los cauces y riberas.
- Invasión de las rondas por núcleos habitacionales, producto de un escaso desarrollo urbano y social generando zonas inestables.

5.1.3 Cálculo de Caudales Máximos

Para el calculo del caudal máximo esperado, se utilizó la fórmula racional. Esta fórmula se identifica con la ecuación

$$Q = c \times i \times A$$

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 escorrentia" y su valor numérico se define entre 0 y 1.0, 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.

- **Caudal Máximo**

Para determinar la intensidad de lluvia, se utilizó la curva de intensidad frecuencia de la E.A.A.B, esta a su vez depende del tiempo de concentración y del periodo de retorno. Para el calculo del tiempo de concentración se utilizo la formula de Kirpich.

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

Donde:

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

reemplazando valores:

$$tc = 8.3 \text{ min}$$

Con este valor y para un periodo de retorno de 50 años, se obtiene una intensidad i = 115 mm/h (Gráfica de la Zona 5, Normas de Diseño de Alcantarillado EAAB). De esta manera el caudal será:

$$Q = 2.7 \ m^3/s$$

5.2 Análisis Hidráulicos de la Cuenca

En esta sección se calculan y se recomiendan las dimensiones mínimas necesarias para las obras de manejo de los caudales calculados en el numeral anterior.

5.2.1 Diseño de la Red

De acuerdo con el análisis geotécnico de la quebrada, en la cual se recomienda entubarla entre las abscisas K0+000 a K0+148 (**Figura 9**); a continuación se resume el análisis hidráulico para la solución propuesta.

Para el dimensionamiento de la tubería, se utilizó la ecuación de Manning modificada por Brater y King (1976):

$$D = (Q^{*}n / K^{*}S^{1/2})^{3/8}$$

Donde:

D: diámetro de la Tubería (m)
Q: Caudal m^3/s
n: Coeficiente de rugosidad de Manning
K: Coeficiente para Flujo parcialmente lleno (65%)
S: pendiente longitudinal m/m

Para efectos de cálculo se tomo un **n** de 0.013, que corresponde a una tubería en hormigón, K = 0.236, Q = 2.7 m^3/s, S_1 = 0.240 y S_2 = =0.063, obteniendose los siguientes diámetros: D_1 = 0.64 m (2.7 in) y D_2 = 0.82 m (32 in), respectivamente. Se adopto finalmente para fines de diseño un diámetro comercial de 36" para los dos tramos.

El trazado de la tubería se diseño siguiendo el perfil longitudinal del cauce, con este criterio se obtuvo dos tramos que se muestran en la **Figura 9.** El primero entre el K0+000 al K0+098 con una pendiente media del 24 %; y el segundo en el tramo restante con una variación altimétrica de 7m, que representa una pendiente de 6.3 %. En la abscisa K0+098 se construirá un pozo de inspección con el fin de asimilar el cambio de pendiente en el alineamiento.

5.2.2 Diseño de Disipadores de Energía

Para las dos quebradas se diseñaron "gradas de bajada" como disipadores de energía, siguiendo los criterios de Domínguez (1957), cuyas dimensiones se muestran en la **Figura 10**. Con el fin de disminuir la energía de posición, para una caída de un (1) metro se obtuvo una longitud máxima de contrapie de 2.8 m; no obstante, para fines de diseño se tomo 2 m, ya que esta longitud se acomoda al perfil topográfico de ambos cauces. Como complemento para disipar energía, en las gradas se diseño un pequeño bafle dispuesto al final de cada escalón para producir un resalto hidráulico.

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 enumerados en el numeral 3.2, que se presentan principalmente a lo largo del contacto con el suelo natural. Estos fenómenos no se modelaron en el presente estudio, dado que se localizan sobre las margenes de los cuerpos de agua y las obras de adecuación de éstos involucrán su remoción.

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	NS / 3NW N50W / 5SW
Diaclasa principal	N64W / 84 NE
Diaclasa sencundaria	N70E / 88NW

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. La **Tabla 7** muestra los datos de entrada, y los resultados para diferentes condiciones.

Con las inclinaciones y direcciones actuales del talud (N30W/85SW, N58E/20SE) se determinó que no hay posibilidad de falla planar a lo largo de las discontinuidades, y en cuña por las intersecciones de los planos estructurales.

6.2.2 Análisis Cinemático de Falla por Volteo

Para las direcciones e inclinaciones del talud se determinó que no hay posibilidad de falla por volteo a lo largo de las superficies estructurales (discontinuidades) establecidas. La **Tabla 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 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 taludes pseudoverticales (>80°) y orientados preferiblemente en dirección N-E o N-W son estables y su deterioro en la estabilidad está asociado con sectores donde se ha socavado la base de los mismos, facilitando la acción de las discontinuidades verticales por cuya abertura se infiltra el agua, llevando al colapso local del talud.

6.3.2 Materiales Inconsolidados

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

7.0 MEDIDAS CORRECTIVAS

Con base en los análisis presentados, se realizó una evaluación cualitativa económica, 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.

En los taludes mineros se contemplaron soluciones de prevención, por cuanto la estabilidad de los mismos en su condición actual es buena. Para la quebrada Canteras se tuvo en cuenta medidas de recuperación de la capacidad hidráulica del cauce y, de la estabilidad y entorno ambiental de las márgenes.

7.1 Taludes Mineros

De acuerdo con los resultados obtenidos en el análisis cinemático, la condición natural del talud con la dirección de corte actual es estable. Por lo tanto, se deberá conformar el talud (perfilado); labor que incluye inicialmente el retiro de los bloque que esten a punto de colapsar, y después adecuar los taludes "necesarios". Los cortes se conformaran con una pendiente máxima de 85° en arenisca, y 80° en arcillolita y limolita.

Como protección, y para conformar una berma de acumulación de material fallado se deberá construir un muro de gaviones cerca de la pata del talud. El muro tendrá una longitud aproximada de 100 m, constará de tres niveles y se construirá paralelo a la base del corte.

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

7.2 Quebrada Nueva Argentina

Para la recuperación morfológica de la quebrada se contempló entubar el cauce en los primeros 148 m. y reconformar las márgenes mediante escalonamiento para habilitar el área como camino peatonal. La solución de "entubar" el cauce contempla el encauzamiento de las aguas mediante una tubería en concreto, de 36 " de diámetro y una longitud de 148 m hasta la entrada de los disipadores..

En la **Figura 9**, se presenta la solución planteada y en el anexo 2 las secciones transversales correspondientes.

Se destaca, no obstante, que esta solución deberá ser revisada desde el punto de vista hidráulico por el personal de la EAAB con jurisdicción en el área de estudio, para otorgar su viabilidad.

Se hará en la zona actual del cauce una recuperación morfológica mediante la construcción de un terraplen en relleno técnicamente seleccionado y compactado por lo menos al 90 % del Proctor Normal.

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 en las vías que evacuen el efluente hacia la Quebrada. En las áreas adyacentes al talud minero se construirán zanjas interceptoras y filtros profundos que capten y conduzcan las aguas lluvias (superficiales y de infiltración).

En el **Plano 3** se muestran en planta las obras recomendadas.

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 las cimas de los taludes, la siembra de especies nativas en la zona aledaña a los cauces antiguos y en la pata de los taludes.

Igualmente, el área del cauce recuperada morfológicamente deberá darsele uso comunitario, de manera tal que se evite su invasión con construcciones o se formen núcleos de disposición y concentración de basuras o desechos de construcción.

FIGURAS

FIGURA 1
LOCALIZACION GENERAL



FIGURA 2
LOCALIZACION DE ESTACIONES

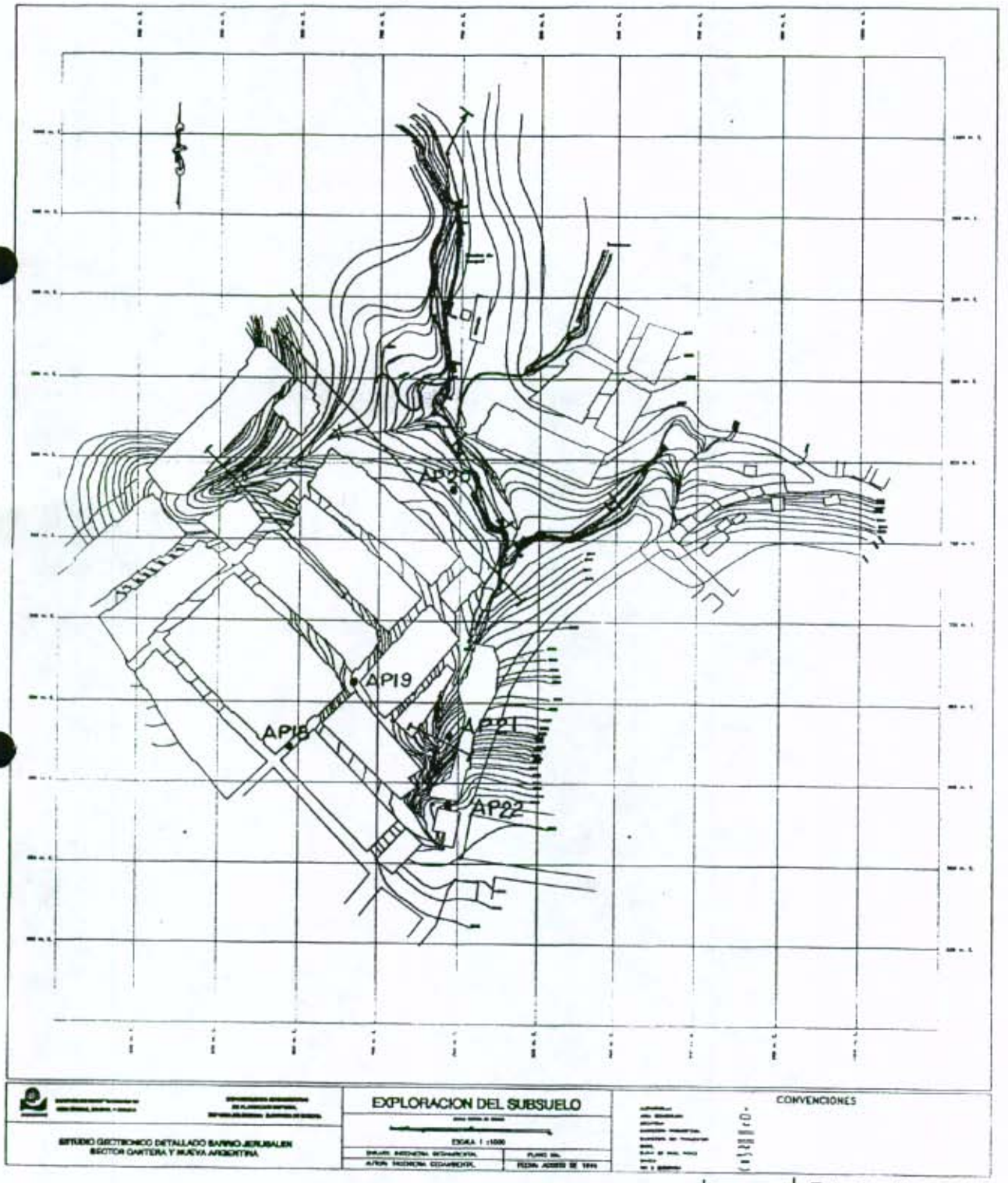
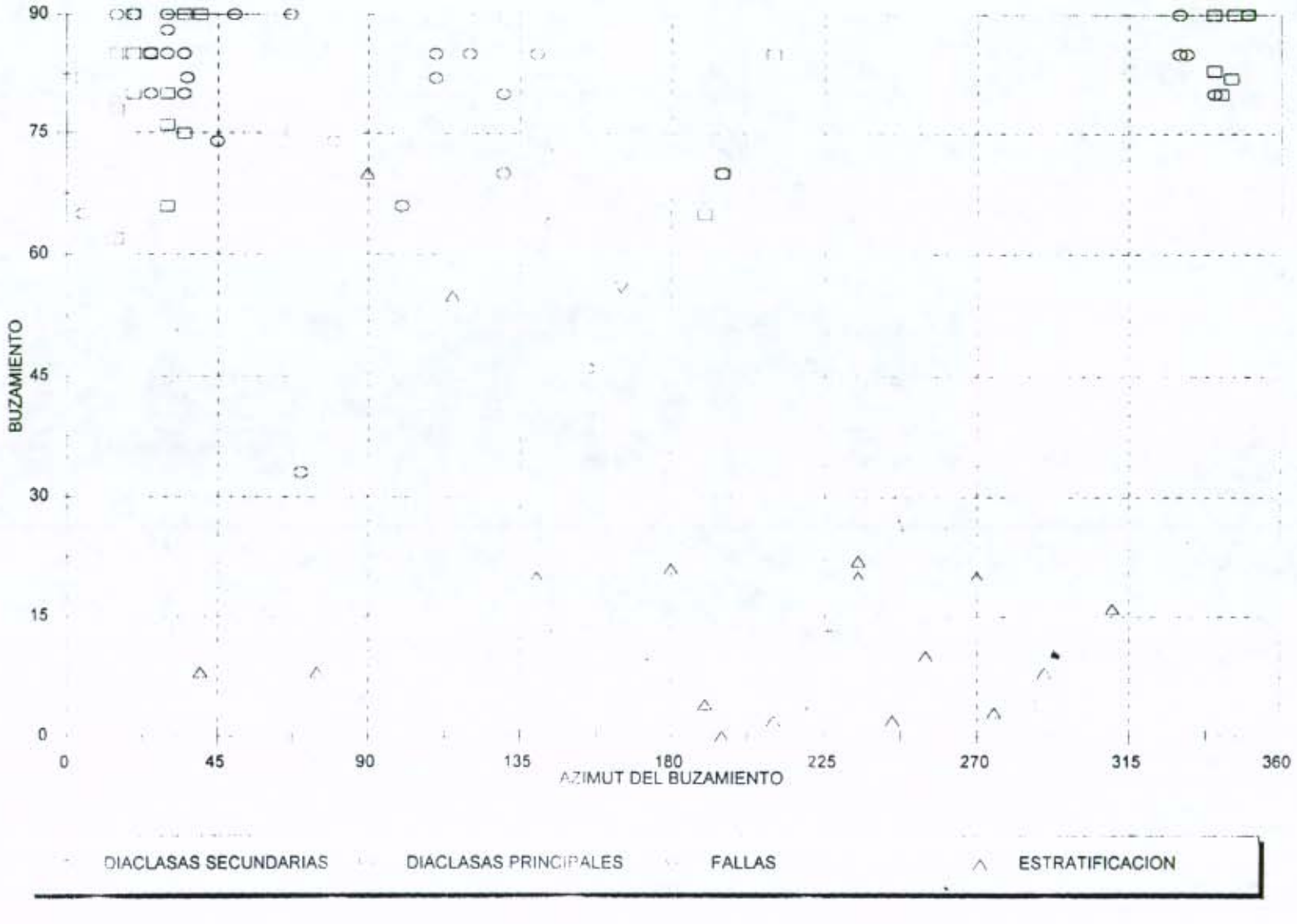


FIGURA 3

LEVANTAMIENTO DE MACIZOS ROCOSOS
NUEVA ARGENTINA.



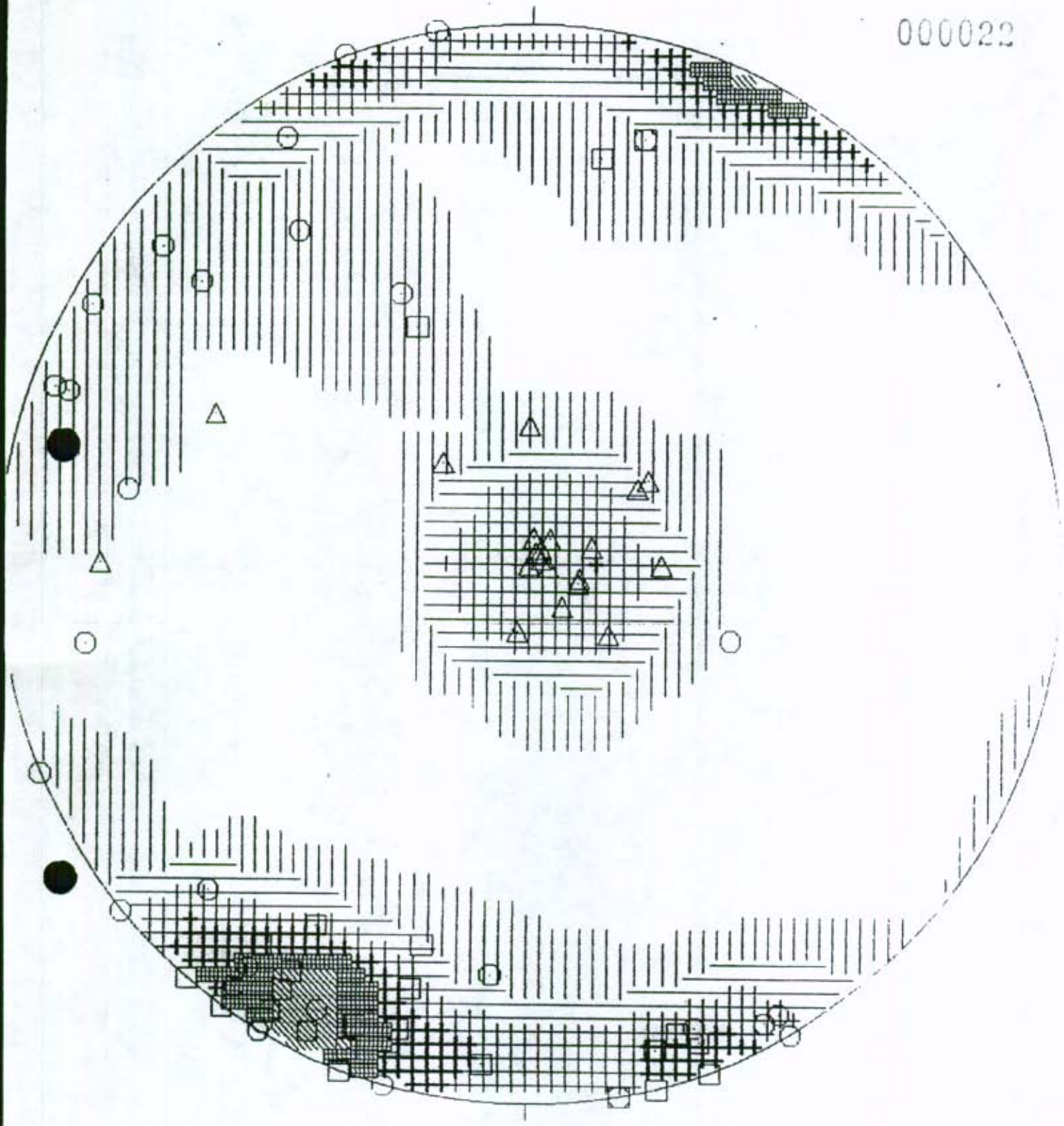
000021

FIGURA 4

NUEVA ARGENTINA

North

000022



LEGEND (for first 9 intervals)

	1- 3		16- 18
	4- 6		19- 21
	7- 9		22- 24
	10- 12		25- 27
	13- 15		

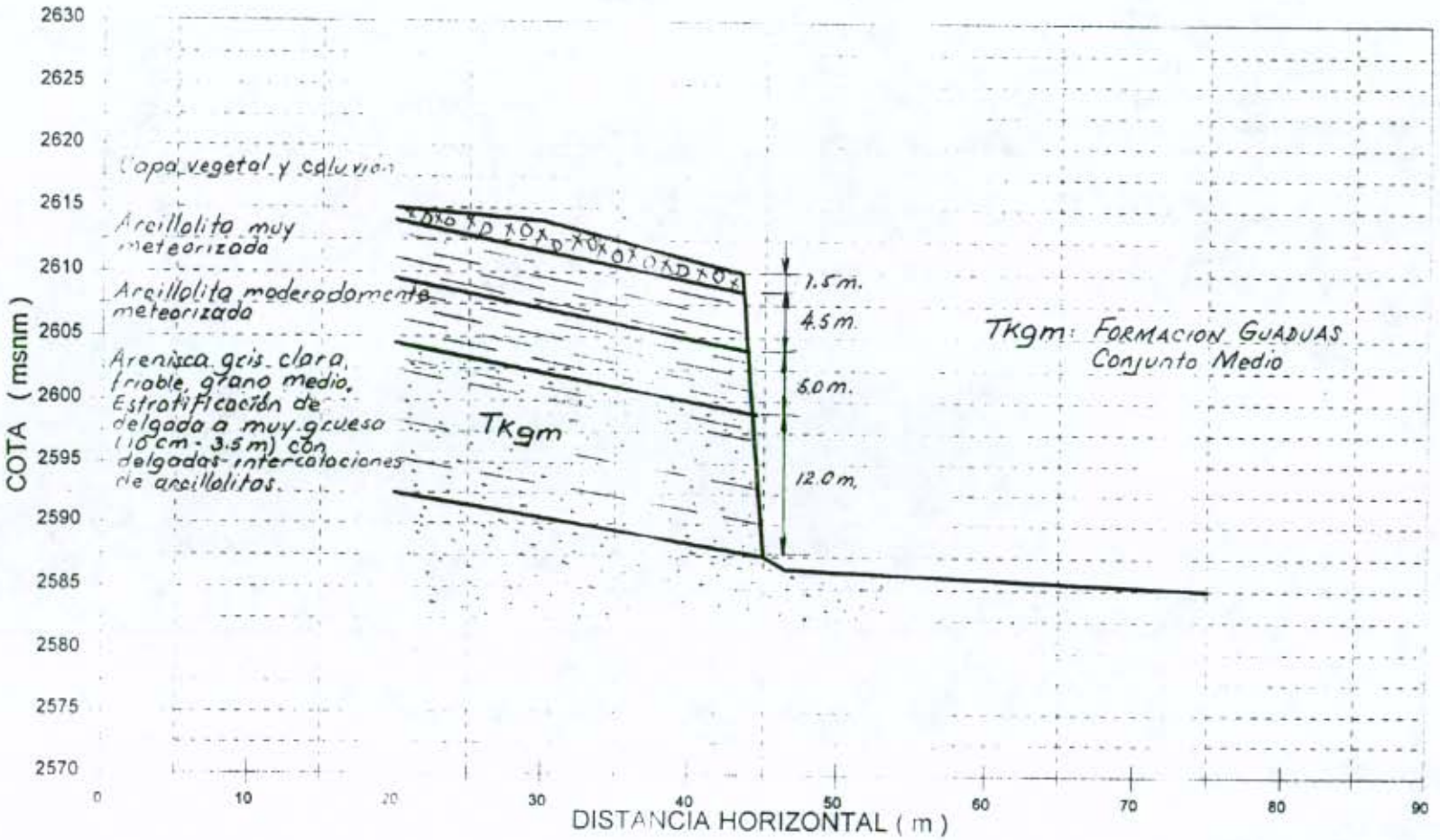
168 Points

Contour Method: Kamb (1959)
Counting Area: 0.051
Expected No.: 8.54 Pts. per Area
Sigma: 2.85
Contour Interval: 3 Sigma

FIGURA 5

JERUSALEM - ARGENTINA

COLUMNA ESTRATIGRAFICA - DD

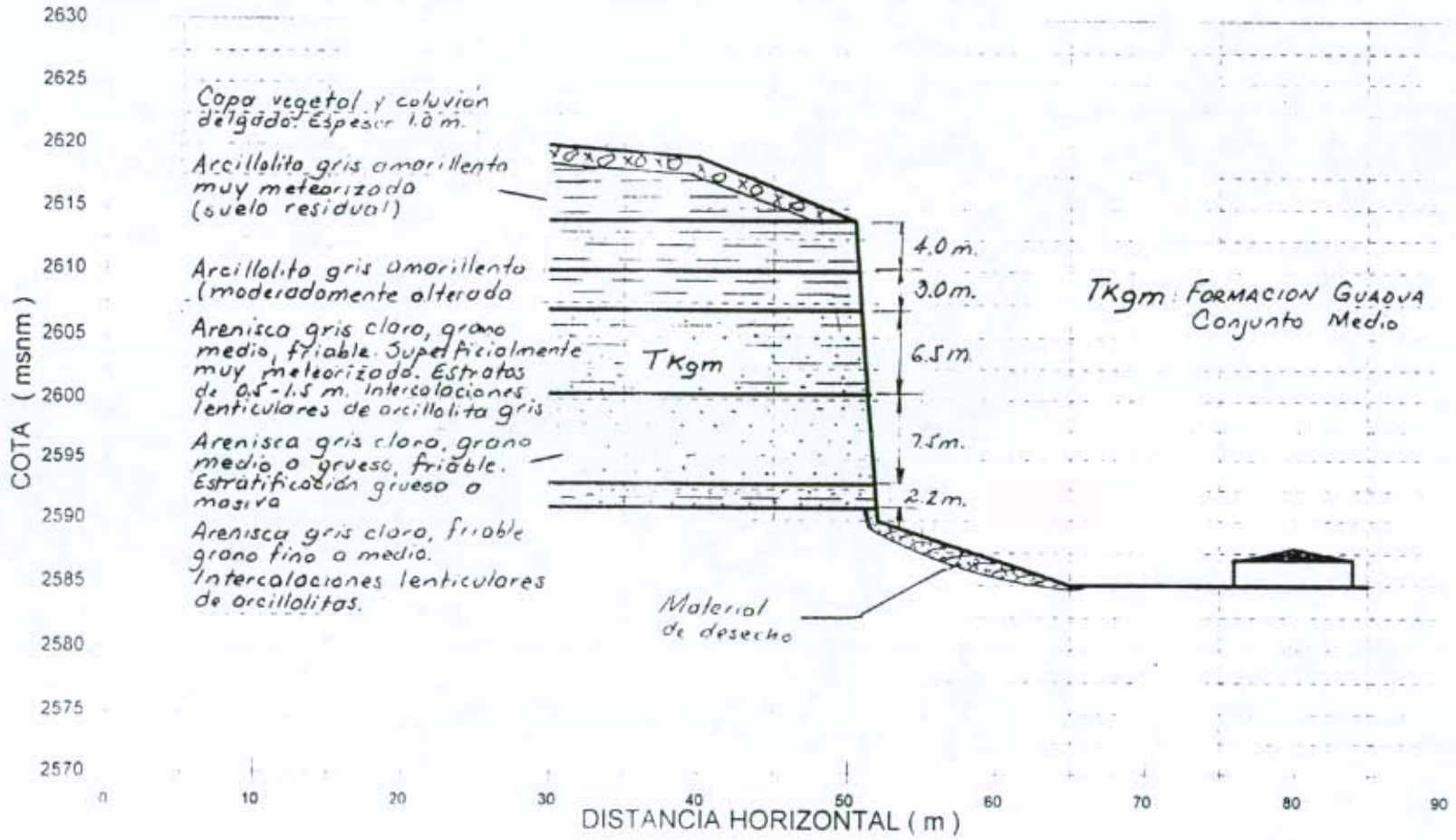


000083

FIGURA 6

JERUSALEM - ARGENTINA

COLUMNA ESTRATIGRAFICA - EE



000024

FIGURA 7

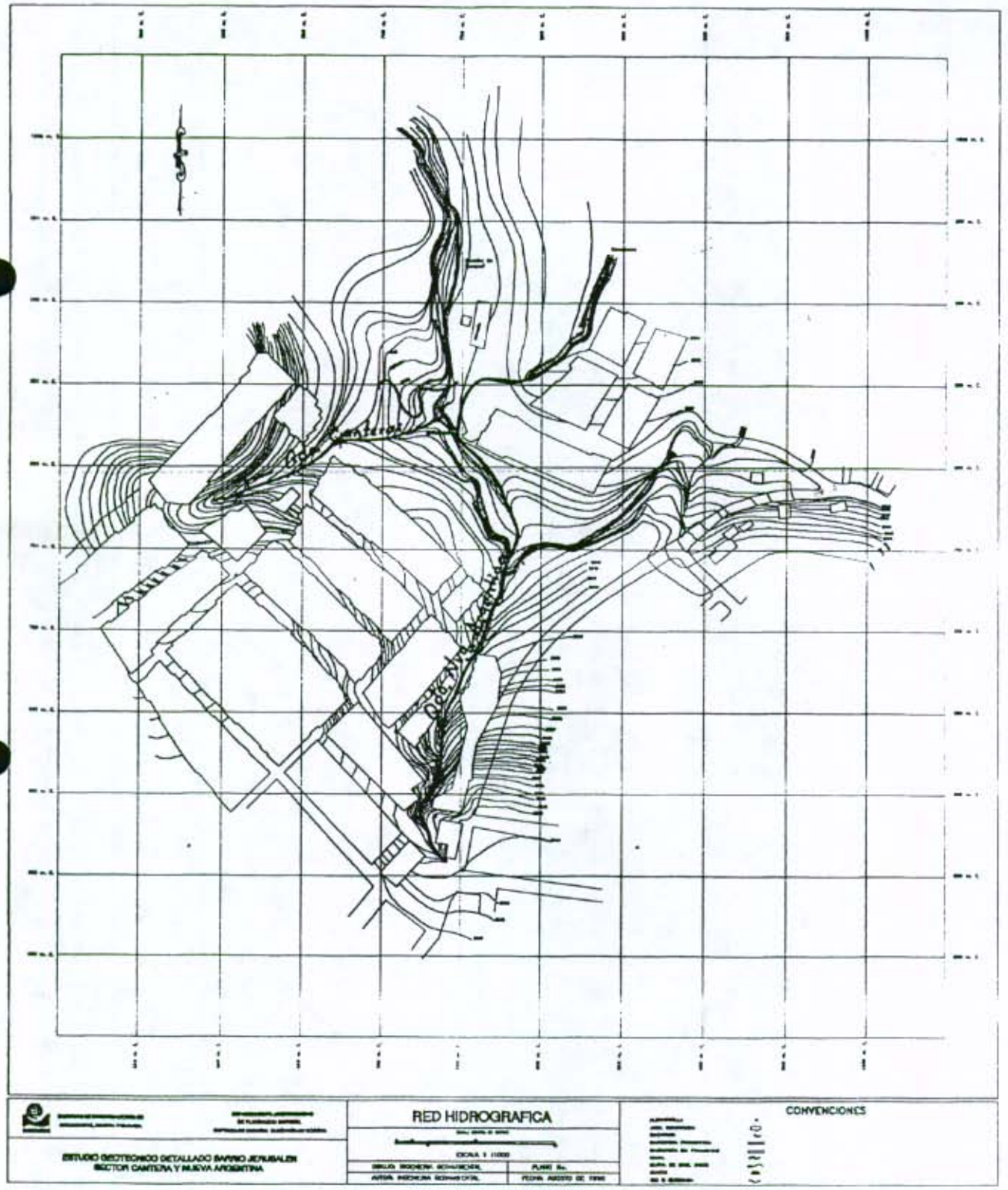

RED HIDROGRAFICA
CONVENCIONES
ESTUDIO GEOTECNICO DETALLADO BARRIO JERUSALEN
SECTOR CANTERA Y NUEVA ARGENTINA

FIGURA 8

HISTOGRAMA - ESTACION CASA BLANCA

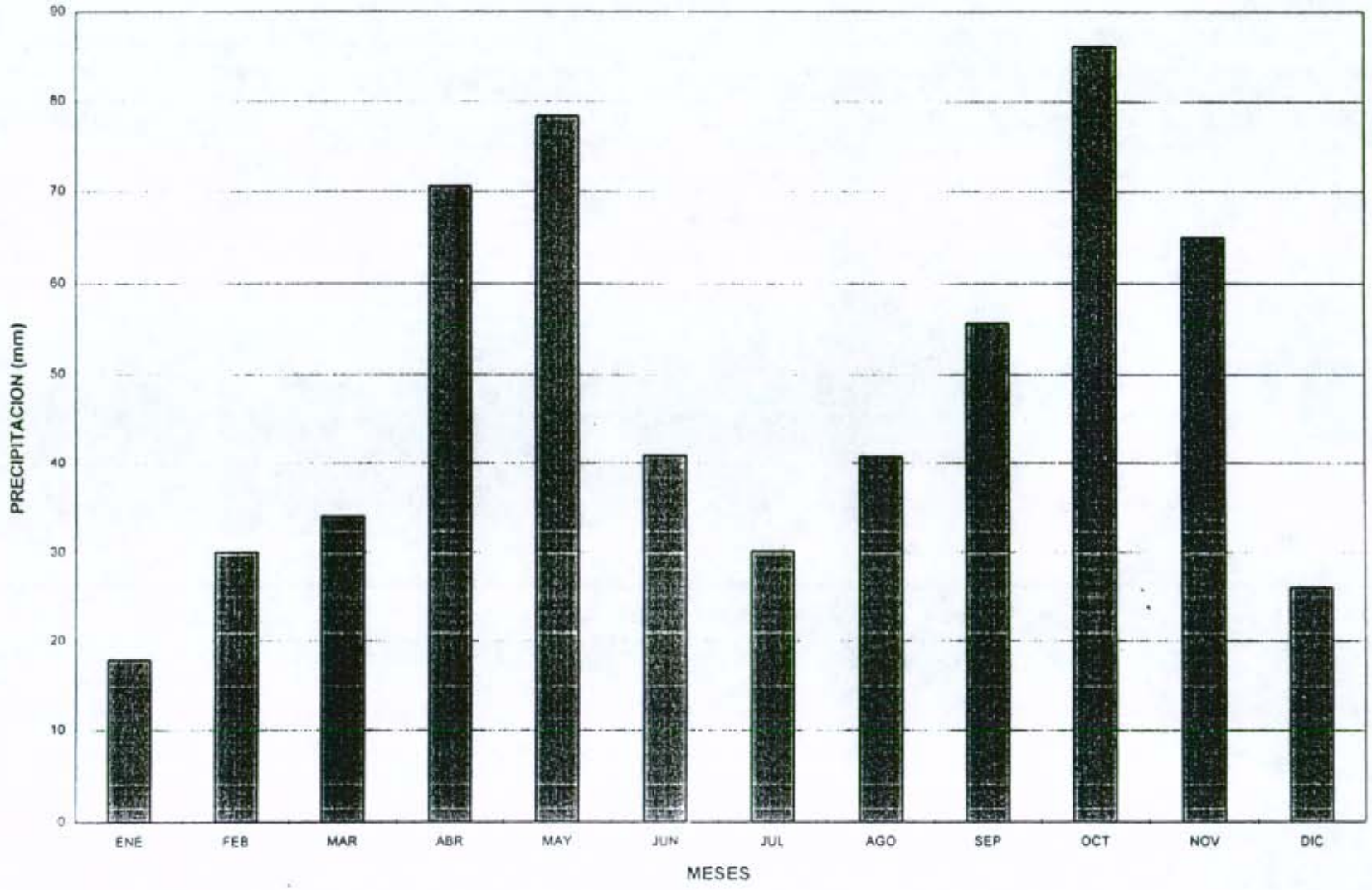
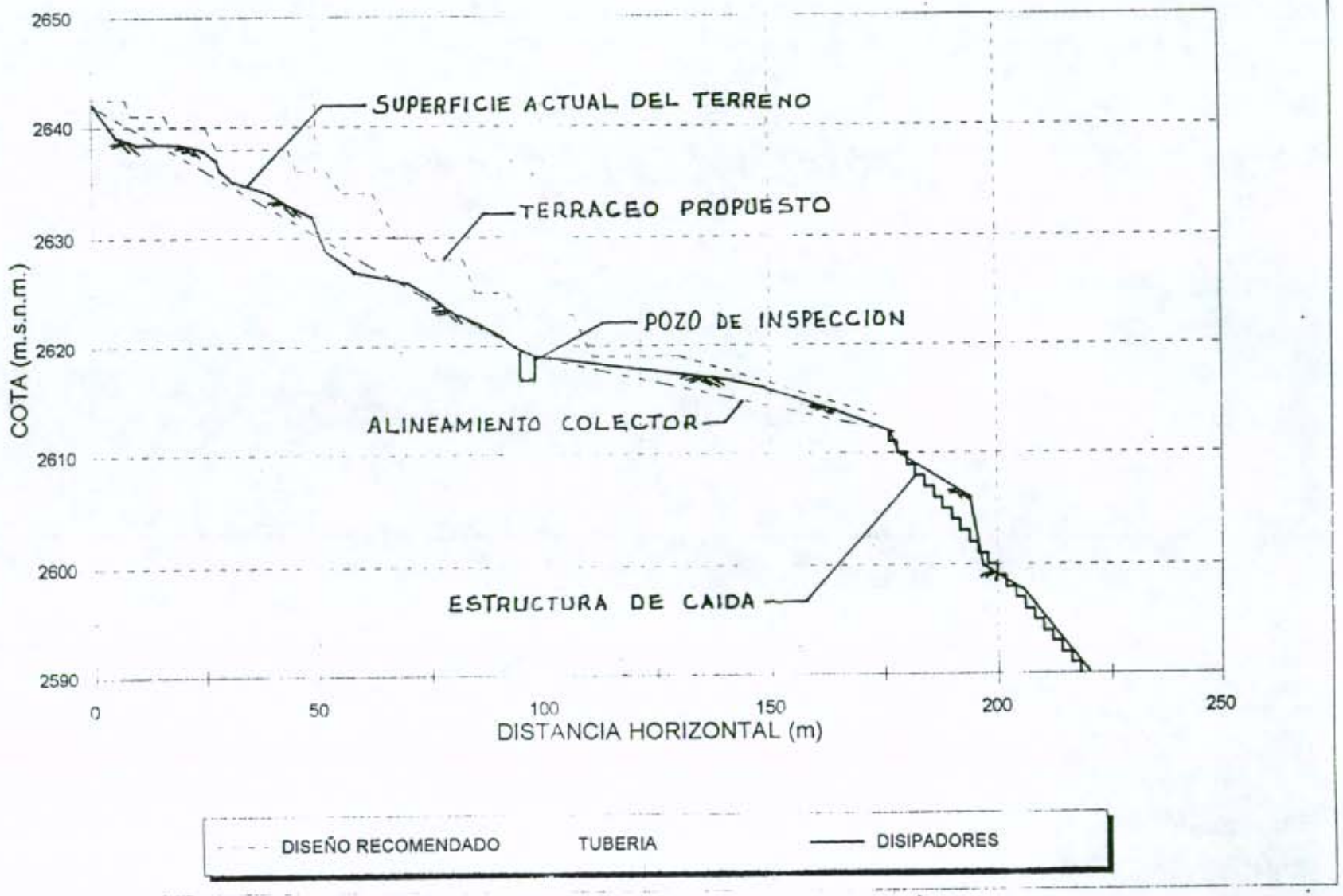


FIGURA 9

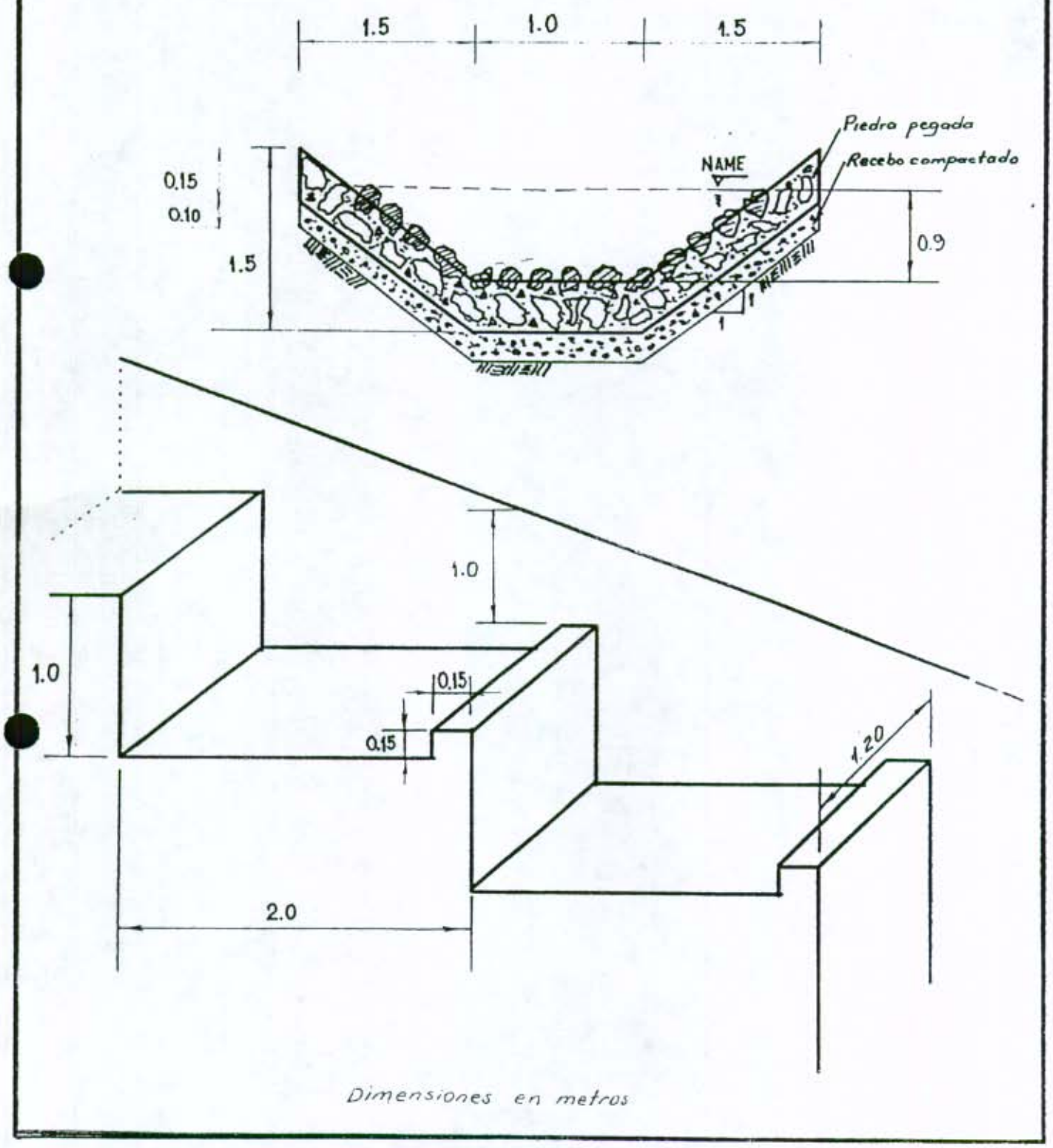
QDA. NUEVA ARGENTINA

PERFIL LONGITUDINAL K0+000 AL K0+220



000027

FIGURA 10
SECCION TRAPEZOIDAL Y DISIPADORES



Dimensiones en metros

TABLAS

TABLA 1

PROYECTO CIUDAD BOLIVAR - FASE II

ENSAYOS DE CARGA PUNTUAL

SITIO: NUEVA ARGENTINA

ESTACION 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	1.95	4.7	11.88	5.62	13.9	1418.367	5.799	42.174	1.069	45.084	30.416	699.567	ARENISCAS MASIVAS DE GRANO FINO. COLOR HABANO. DE CONSISTENCIA MODERADAMENT BLANDA.
		4.35	8.57	5.75	11.6	1183.673	5.643	37.168	1.056	39.248			
		3	8.78	4.53	4.95	505.102	4.160	29.191	0.921	26.872			
		3.1	5.2	4.6	2	204.0816	4.261	11.240	0.931	10.460			

ESTACION 2

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	1.95	7.1	10.1	7.7	14	1428.571	8.343	20.523	1.259	25.841	25.451	585.365	ARENISCAS MASIVAS DE GRANO FINO. COLOR HABANO. ALGO OXI-DADA.DE CONSISTENCIA MODE-RADAMENTE BLANDA.
		4.9	7.5	7.2	9	918.3673	6.702	20.445	1.141	23.326			
		3.6	6.92	4.95	5	510.2041	4.763	22.487	0.978	22.001			
		4.27	7.58	4.7	6.1	622.449	5.055	24.360	1.005	24.480			
		5.22	9.22	7.05	12.6	1285.714	6.845	27.439	1.152	31.605			

020007

TABLA 2

RESUMEN RESULTADOS DE ENSAYOS DE LABORATORIO

APIQUE No.	MUESTRA	PROFUND. (m)	Wn (%)	LL (%)	LP (%)	IP (%)	Gs	&t (Ton/m³)	GRANULOMETRIA %PASA			U.S.C.	DESCRIPCION
									TN10	TN40	TN200		
18	1		13.4	61.0	25.5	35.5						CH	Arcilla negra de plasticidad media a alta
19	1	0.2											Arcilla orgánica negra
19	2	1.1											Grava gruesa a media en matriz areno limosa amarilla
20	1	0.4	4.0	19.1	8.2	10.9	2.67	1.973	100.0	89.3	52.5	CL	Arcilla amarilla de baja plasticidad consistencia firme
21	1	1.0		21.7	12.2	9.5						CL	Arcilla amarilla que conforma matriz de coluvión
22	1	0.5	27.3								63.4	CL	Arcilla amarilla con fragmentos de grava

NOTA: Para el Apique No.20 Muestra No.1
C' = 5.0 Ton/m³
Ø' = 15 Grados

Información consultada según "Estudio especifico de Niveles de Amenaza Geológica en los sectores Tanque Laguna Nueva Argentina, Barrio Jerusalén, Ingeominas, Enero de 1993.

TABLA 3

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

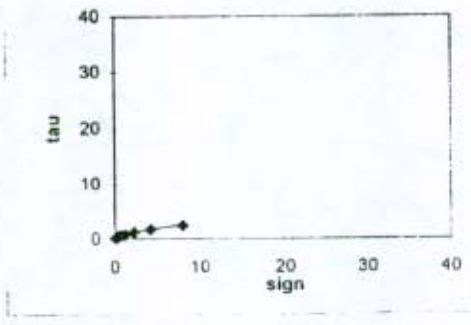
ADAPTADO DE HOEK, 1994

BARRIO JERUSALEM - SECTOR NUEVA ARGÈNTINA

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

RESULTADOS

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



ARG1HOEK.XLS

Angulo de friccion y cohesion para diferentes esfuerzos normales :

_n =	2	MPa
_ =	1.09	MPa
≻ =	18.4	degrees
c =	0.42	MPa
_n =	6	MPa
_ =	2.13	MPa
≻ =	12.2	degrees
c =	0.83	MPa

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

TABLA 4

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

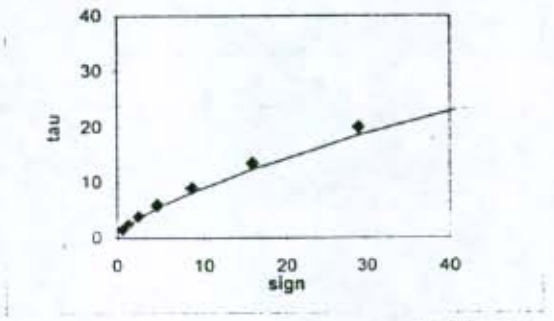
ADAPTADO DE HOEK, 1994

BARRIO JERUSALEM - SECTOR NUEVA ARGENTINA

DATOS: GSI = 35 sigci (Mpa) = 64 mi= 19 ARENISCAS

RESULTADOS

mb/mi = 0.10
mb = 1.865
s = 0.00073
a = 0.50
sigt= -0.025
A= 1.9
B= 0.68
E = 3374



ARG2HOEK.XLS

Angulo de friccion y cohesion para diferentes esfuerzos normales :

_n =	7	MPa
_ =	7.03	MPa
≻ =	34.3	degrees
c =	2.26	MPa
_n =	25	MPa
_ =	16.70	MPa
≻ =	24.4	degrees
c =	5.37	MPa

sig3	sig1	ds1ds3	sign	snd	tau	X	Y	XY	X^2	Taucalc
0.25	5.98	11.41	0.71	0.69	1.56	-0.16	0.19	-0.03	0.03	1.50
0.50	8.42	8.54	1.33	1.30	2.42	0.12	0.38	0.04	0.01	2.29
1.00	12.06	6.39	2.50	2.47	3.78	0.39	0.58	0.23	0.15	3.51
2.00	17.55	4.84	4.66	4.64	5.86	0.67	0.77	0.51	0.44	5.35
4.00	25.92	3.72	8.64	8.62	8.95	0.94	0.95	0.89	0.87	8.13
8.00	38.95	2.93	15.88	15.85	13.48	1.20	1.13	1.36	1.44	12.28
16.00	59.73	2.36	29.00	28.97	19.99	1.46	1.30	1.90	2.14	18.48
32.00	93.82	1.97	52.85	52.82	29.23	1.72	1.47	2.53	2.97	27.75
					Sums =	6.33	6.77	7.42	8.06	

TABLA 5

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

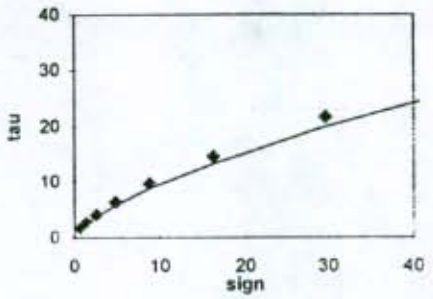
ADAPTADO DE HOEK, 1994

BARRIO JERUSALEM - SECTOR NUEVA ARGENTINA

DATOS: GSI = 40 sigci (Mpa) = 64 mi= 19 ARENISCAS

RESULTADOS

mb/mi = 0.12
mb = 2.229
s = 0.00127
a = 0.50
sigt= -0.037
A= 2.0
B= 0.68
E = 4499



ARG3HOEK.XLS

Angulo de friccion y cohesion para diferentes esfuerzos normales :

_n =	7	MPa
_ =	7.42	MPa
≻ =	35.8	degrees
c =	2.38	MPa
_n =	25	MPa
_ =	17.62	MPa
≻ =	25.5	degrees
c =	5.68	MPa

sig3	sig1	ds1ds3	sign	snd	tau	X	Y	XY	X^2	Taucalc
0.25	6.64	12.16	0.74	0.70	1.69	-0.16	0.23	-0.04	0.02	1.62
0.50	9.25	9.15	1.36	1.33	2.61	0.12	0.42	0.05	0.01	2.46
1.00	13.16	6.87	2.55	2.51	4.05	0.40	0.61	0.24	0.16	3.76
2.00	19.05	5.18	4.76	4.72	6.28	0.67	0.80	0.54	0.45	5.73
4.00	28.00	3.97	8.83	8.79	9.62	0.94	0.98	0.93	0.89	8.72
8.00	41.86	3.11	16.25	16.21	14.53	1.21	1.16	1.41	1.46	13.17
16.00	63.83	2.49	29.70	29.66	21.62	1.47	1.33	1.97	2.17	19.82
32.00	99.60	2.06	54.13	54.09	31.72	1.73	1.50	2.60	3.00	29.77
					Sums =	6.40	7.03	7.70	8.18	

TABLA 6

REGISTRO HISTORICO DE PRECIPITACION MENSUAL
ESTACION CASA BLANCA E.A.A.B
P (mm)

AÑO / MES	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	TOTAL
1980	9.9	38.5	7.2	55.7	82.8	86.6	20.6	50.4	28.8	50.9	72.6	31.3	535.3
1981	1.9	10	14.5	154.4	111.6	26.4	15.1	38.5	71.1	92.3	130.4	41.8	708
1982	53.5	19.1	42.4	141.7	84.6	9.5	31.9	29.5	18.4	75.7	41	48.4	595.7
1983	8.6	26.5	81.9	112.4	70	24	33.8	21.5	28.5	63	30.6	28.1	528.9
1984	39	45.9	28.8	38.6	79.2	97.1	28.3	107.9	50.8	93.6	77.3	3.3	687.8
1985	4.4	2	19.5	42.7	75.4	20.1	28.3	41.4	71.1	65.5	48.9	9.2	428.5
1986	8.6	73.7	37.3	50.2	117.4	38.2	22.1	21.1	84.8	142.5	55.7	2.4	654
1987	14.4	27.7	17.4	65.6	57.6	9.9	62.6	29.2	65.1	106.5	40.2	11.9	508.1
1988	13.5	25.6	10	47.1	46.5	57.8	27.9	48.3	93.2	107.9	95.1	47.6	620.5
1989	12	32.2	76.6	18.1	62.5	53.5	25.2	22.3	66.5	52	72	43.2	536.1
1990	33.3	28.8	38.3	50.2	75.1	26.6	37.6	37.4	33.1	97.1	51	19	527.5
PROMEDIO	17.9	30	34	70.6	78.4	40.9	30.1	40.7	55.6	86.1	65	26	575.3

000035

TABLA 7

ANALISIS CINEMATICO DE TALUDES EN MACIZOS ROCOSOS

BARRIO JERUSALEM - SECTOR NUEVA ARGENTINA

TALUD No FRONTAL **ORIENTACION** N 30 W

Plano No	Az. de Buz. ab	Buzamiento b	Posibilidad Estática	Posibilidad Cinemática |at-ab| <=20	b < t	Posibilidad falla planar
D1	26	84	si	no	no	no
D2	340	88	si	no	no	no
E	270	3	no	no	si	no
Cuña No						**falla en cuña**
I1	296	3	no	no	si	no
I2	250	3	no	no	si	no
I3	53	88	si	si	no	no

D: Diaclasa
E: Estratos

Buzamiento t 80
Azimut: at 60
Friccion 20

TALUD No ORIENTAL **ORIENTACION** N 58 E

Plano No	Az. de Buz. ab	Buzamiento b	Posibilidad Estática	Posibilidad Cinemática |at-ab| <=20	b < t	Posibilidad falla planar
D1	26	84	si	no	no	no
D2	340	88	si	si	no	no
E	270	3	no	no	si	no
Cuña No						**falla en cuña**
I1	296	3	no	no	si	no
I2	250	3	no	no	si	no
I3	53	88	si	no	no	no

D: Diaclasa
E: Estratos

Buzamiento t 80
Azimut: at 338
Friccion 20

TALUD No FRONTAL **ORIENTACION** N 30 W

Plano No	Az. de Buz. ab	Buzamiento b	Posibilidad Estática	Posibilidad Cinemática |at-ab| <=20	b < t	Posibilidad falla planar
D1	26	84	si	no	no	no
D2	340	88	si	no	no	no
E	220	5	no	no	si	no
Cuña No						**falla en cuña**
I1	296	1	no	no	si	no
I2	250	4	no	no	si	no
I3	53	83	si	si	no	no

D: Diaclasa
E: Estratos

Buzamiento t 80
Azimut: at 60
Friccion 20

TALUD No **ORIENTACION** N 58 E

Plano No	Az. de Buz. ab	Buzamiento b	Posibilidad Estática	Posibilidad Cinemática |at-ab| <=20	b < t	Posibilidad falla planar
D1	26	84	si	no	no	no
D2	340	88	si	si	no	no
E	220	5	no	no	si	no
Cuña No						**falla en cuña**
I1	296	1	no	no	si	no
I2	250	4	no	no	si	no
I3	53	83	si	no	no	no

D: Diaclasa
E: Estratos

Buzamiento t 80
Azimut: at 338
Friccion 20

TABLA 8

ANALISIS CINEMATICO DE TALUDES EN MACIZOS ROCOSOS
FALLA POR VOLTEO
BARRIO JERUSALEM - SECTOR NUEVA ARGENTINA

TALUD No FRONTAL **ORIENTACION** N 30 W

Plano No	Az. de Buz. ab	Buzamiento b	Posibilidad Cinemática		Posibilidad de falla por Volteo
			(at+150) < ab < (at+210)	t > (90-b+ø)	
D1	26	84	no	si	no
D2	340	88	no	si	no
E	270	3	no	no	no

D: Diaclasa
E: Estratos

Buzamiento t	80
Azimut: at	60
Friccion	20

TALUD No ORIENTAL **ORIENTACION** N 58 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)	
D1	26	84	no	si	no
D2	340	88	no	si	no
E	270	3	no	no	no

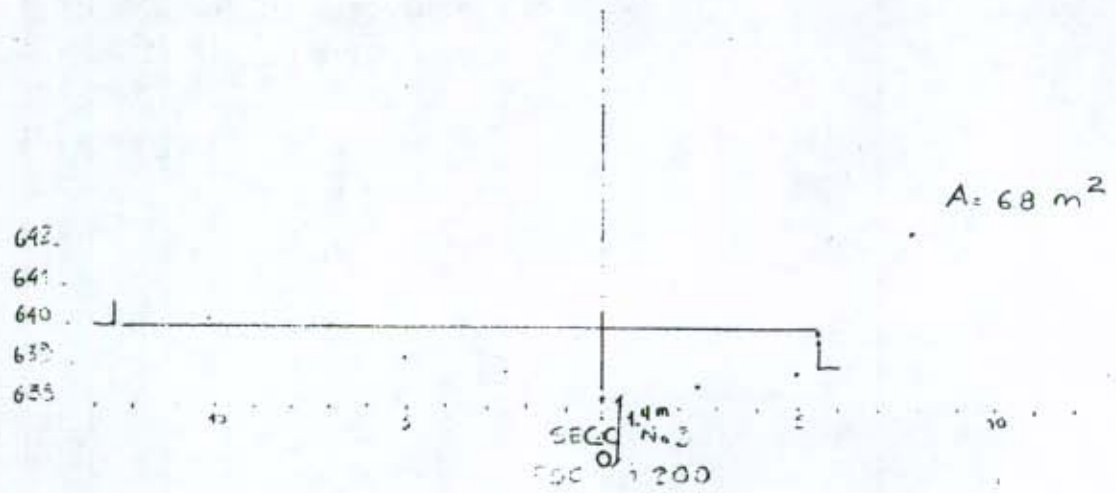
AR2ACIN.XLS

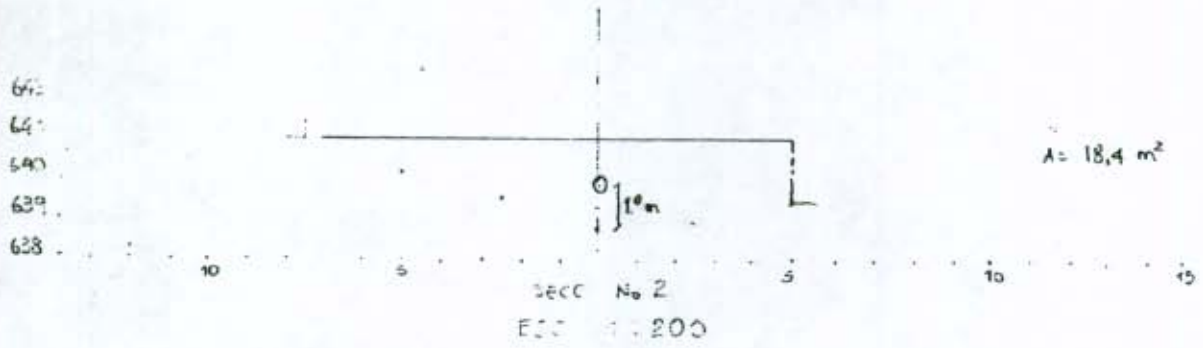
D: Diaclasa
E: Estratos

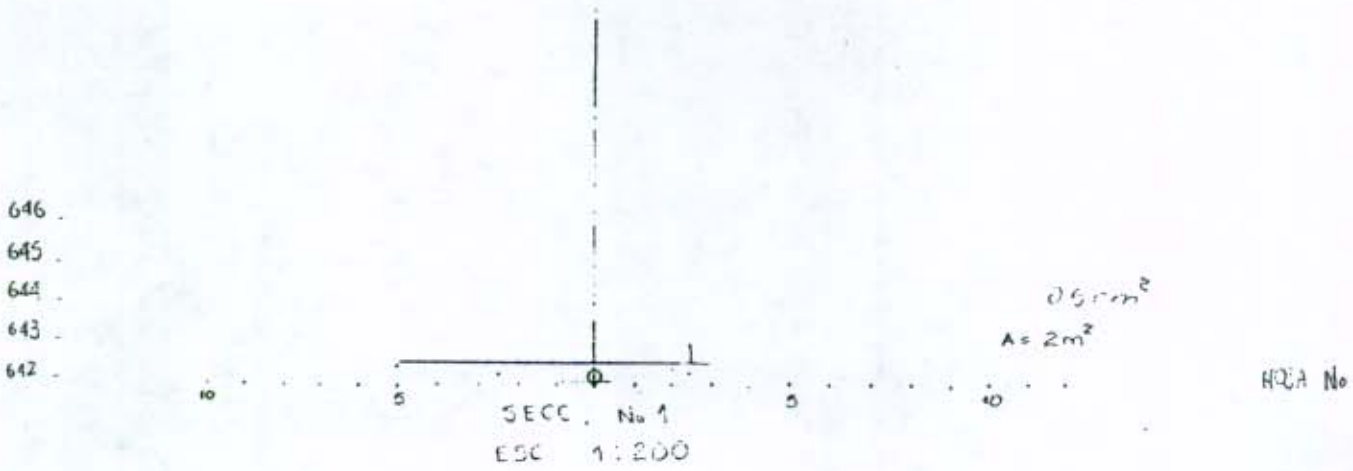
Buzamiento t	80
Azimut: at	338
Friccion	20

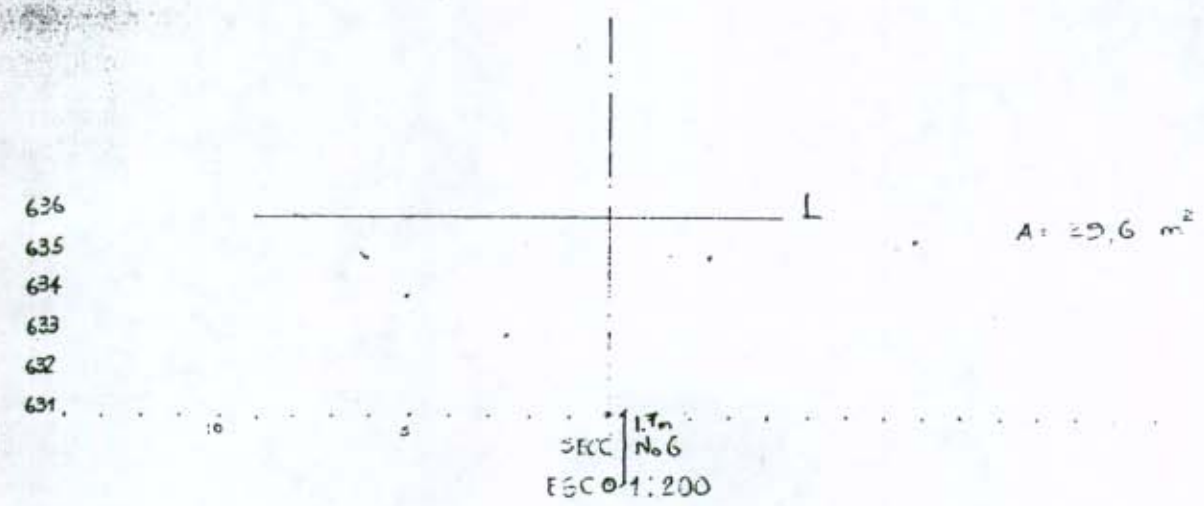
ANEXOS

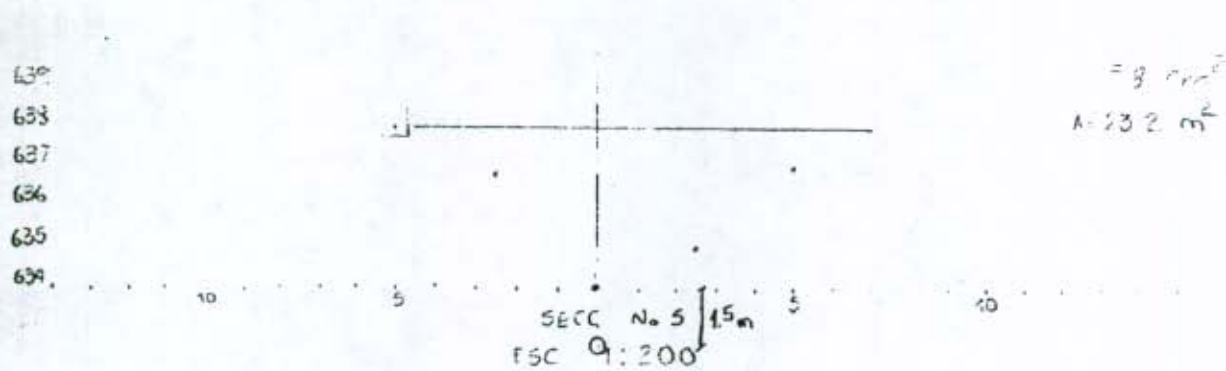
JERUSALEN SECTOR NUEVA ARGENTINA

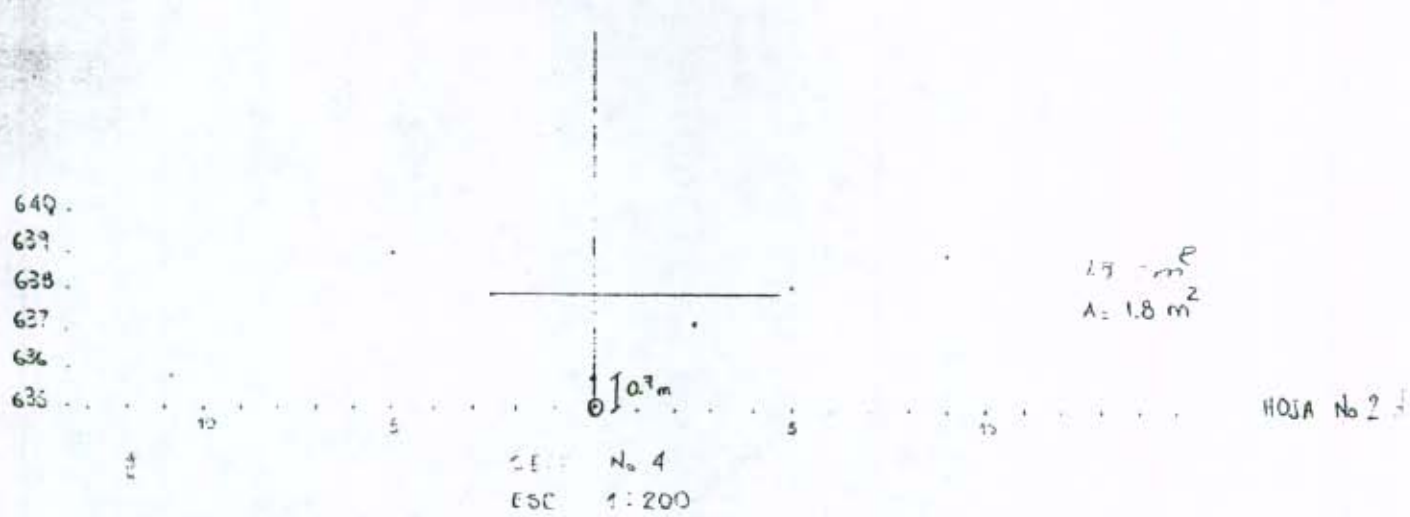







636
635
634
633
632
631
10
5
L
A= 29,6 m²
1.7m
SECC No 6
ESC 1:200

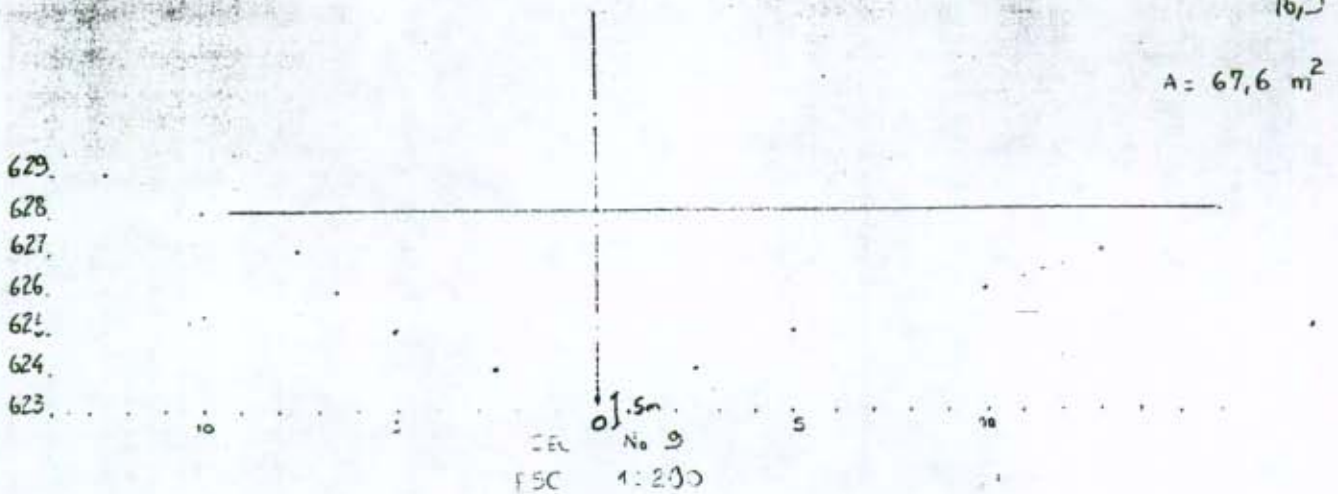

639
638
637
636
635
634
10
5
5
10
A= 23.2 m²
SECC No 5
1.5m
ESC 1:200


640
639
638
637
636
635
10
5
5
10
A= 1.8 m²
0.7m
HOJA No 2
No 4
ESC 1:200

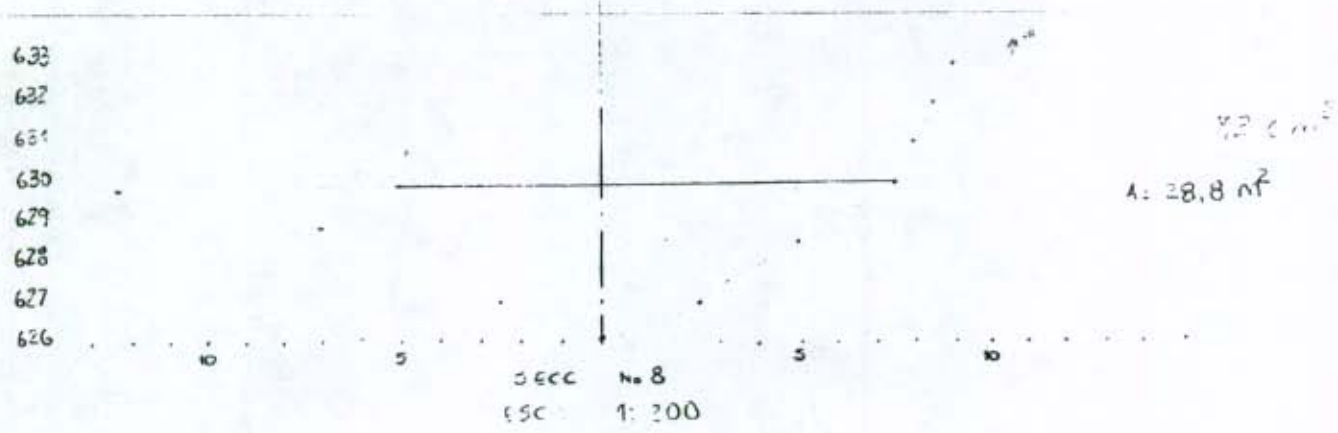
000041

16,9

A = 67,6 m²

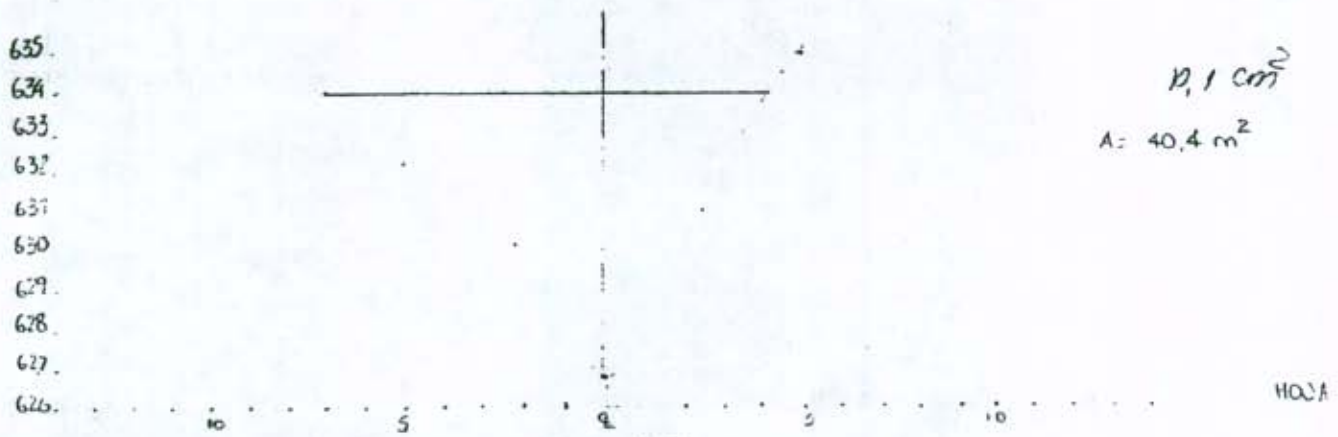


SECC No 9
ESC 1:200



A: 38,8 m²

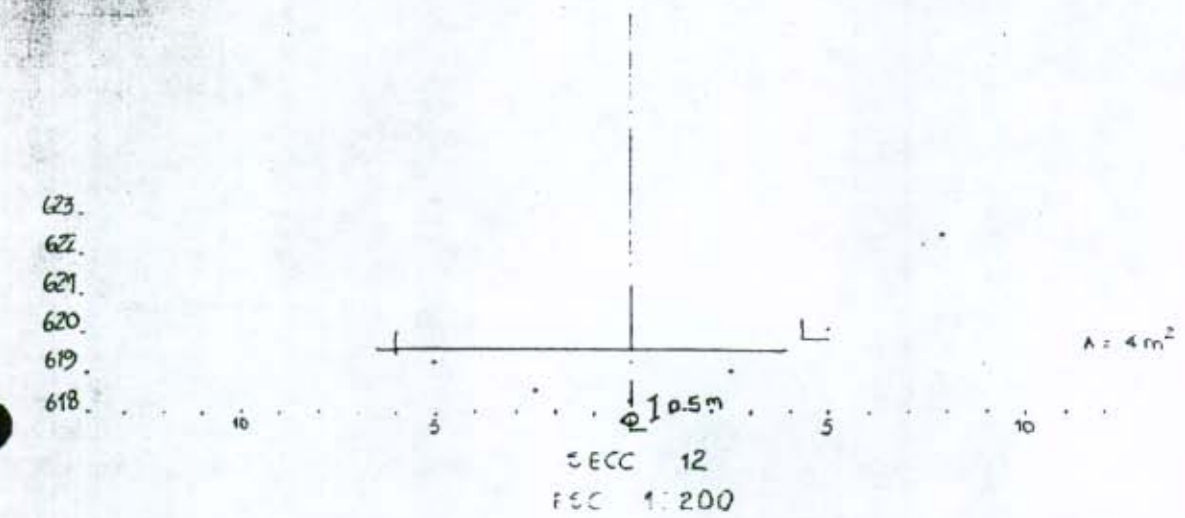
SECC No 8
ESC 1:200



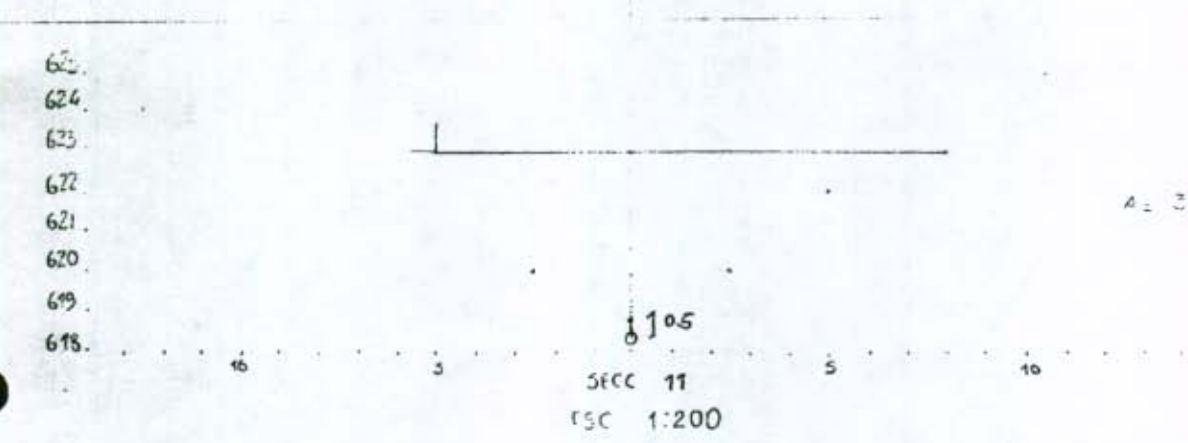
A: 40,4 m²

SECC No 7
ESC 1:200

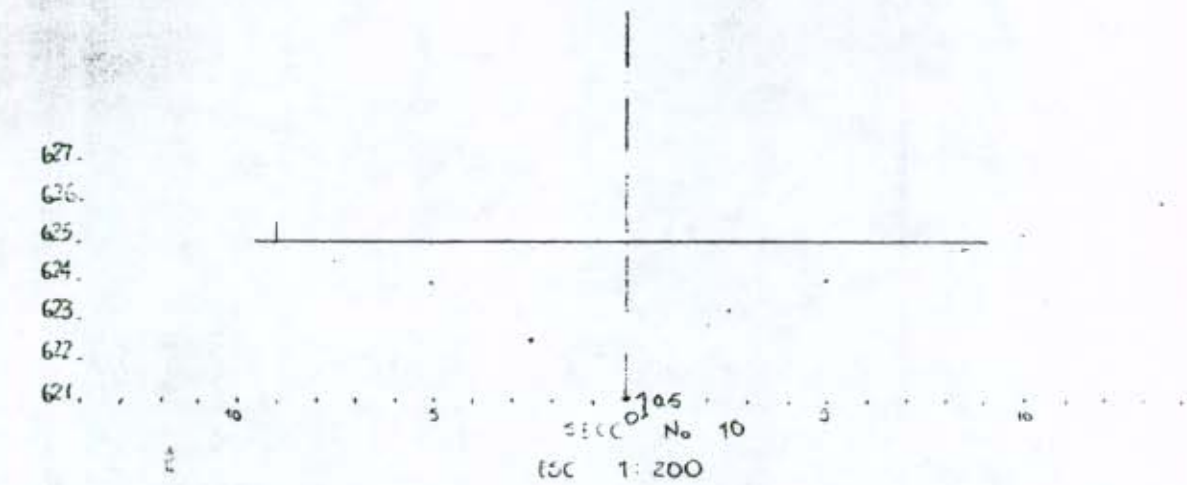
000042



SECC 12
ESC 1:200

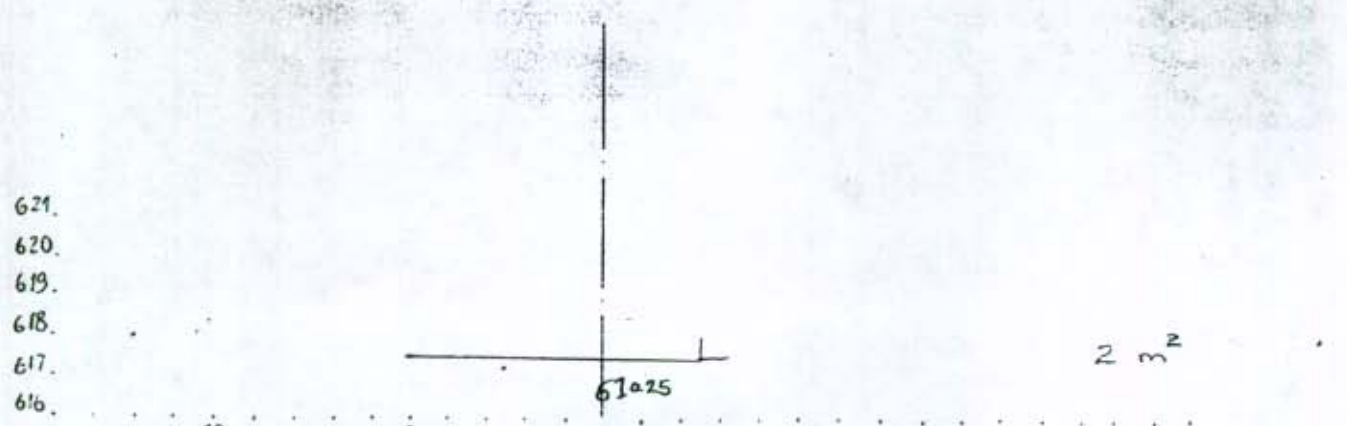


SECC 11
ESC 1:200

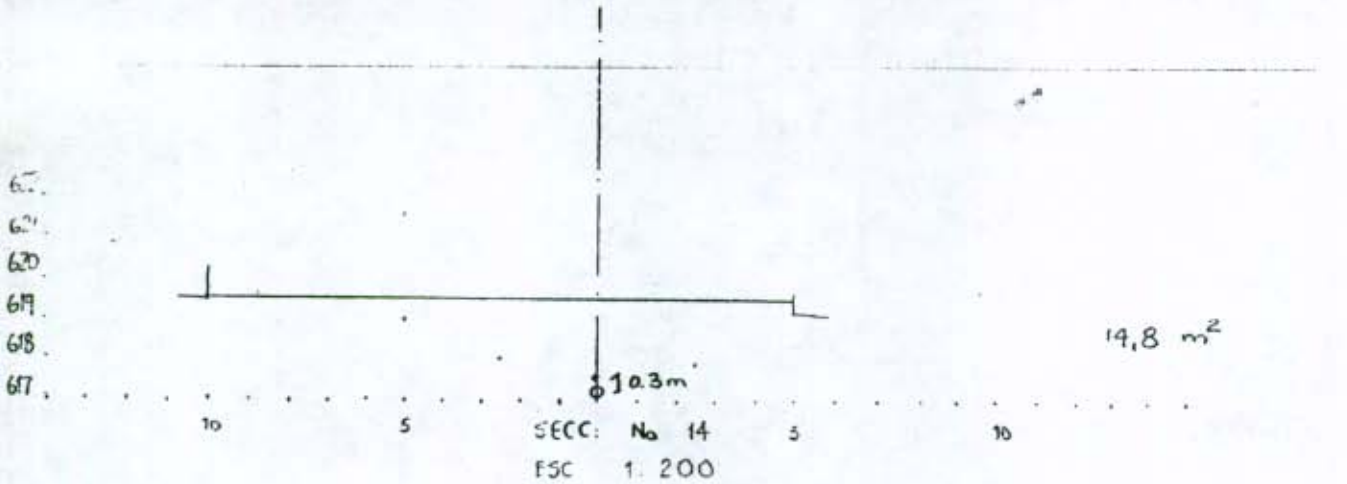


SECC No 10
ESC 1:200

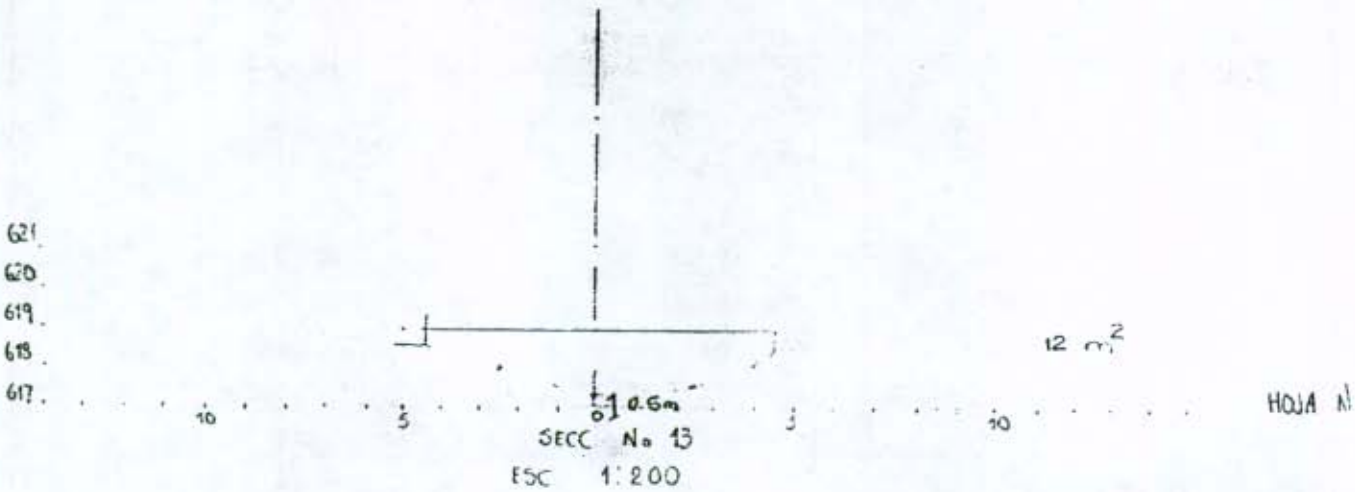
HOJA No 4



SECC No 15
ESC 1:200



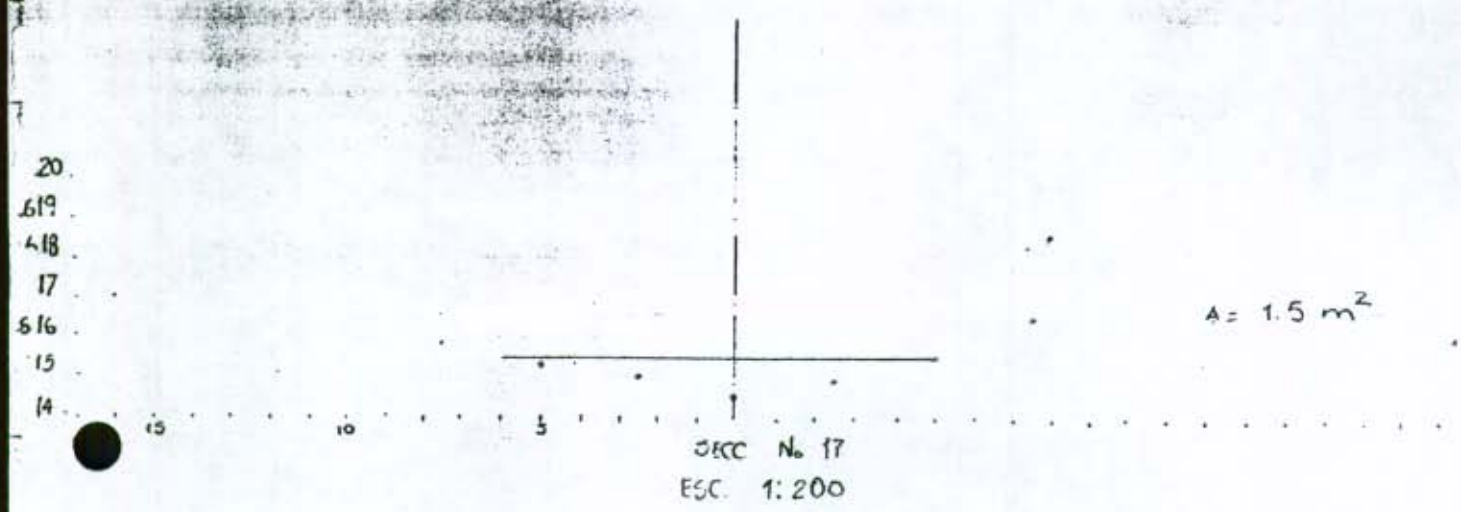
SECC: No 14
ESC 1.200



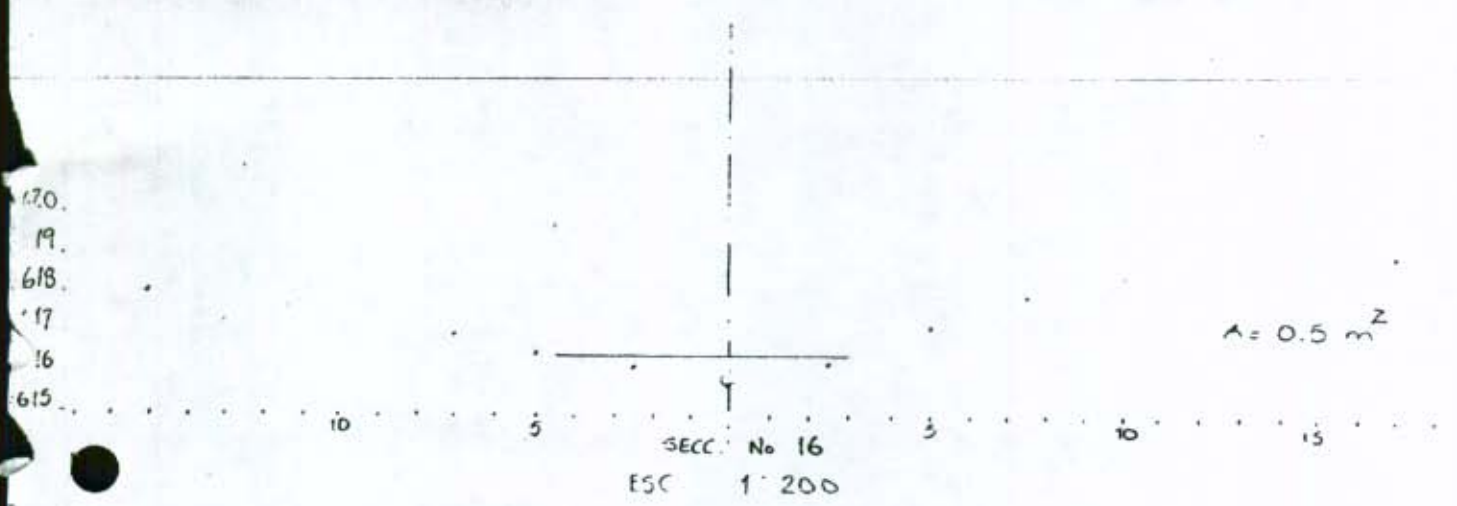
SECC No 13
ESC 1:200

HOJA N

000044



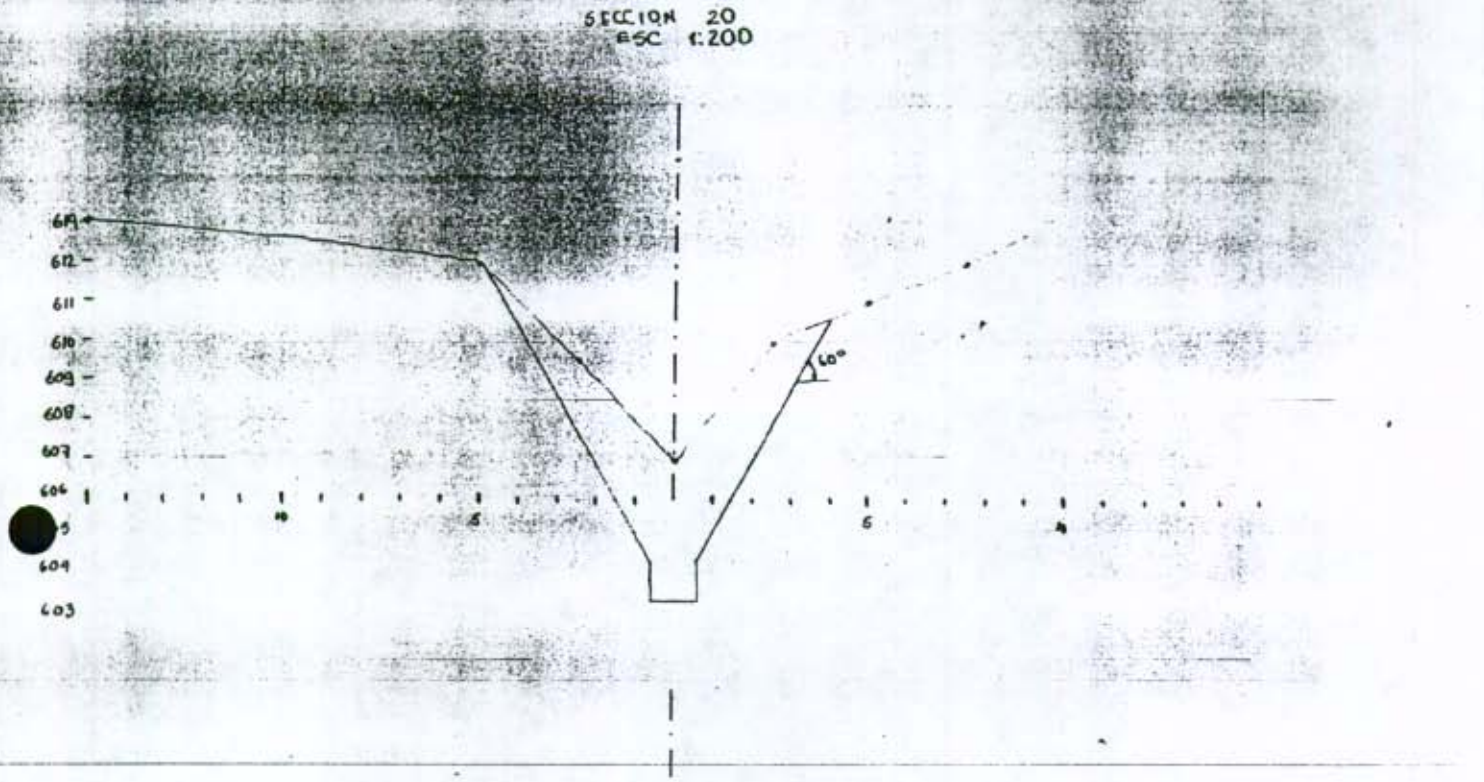
SECC No 17
ESC. 1:200

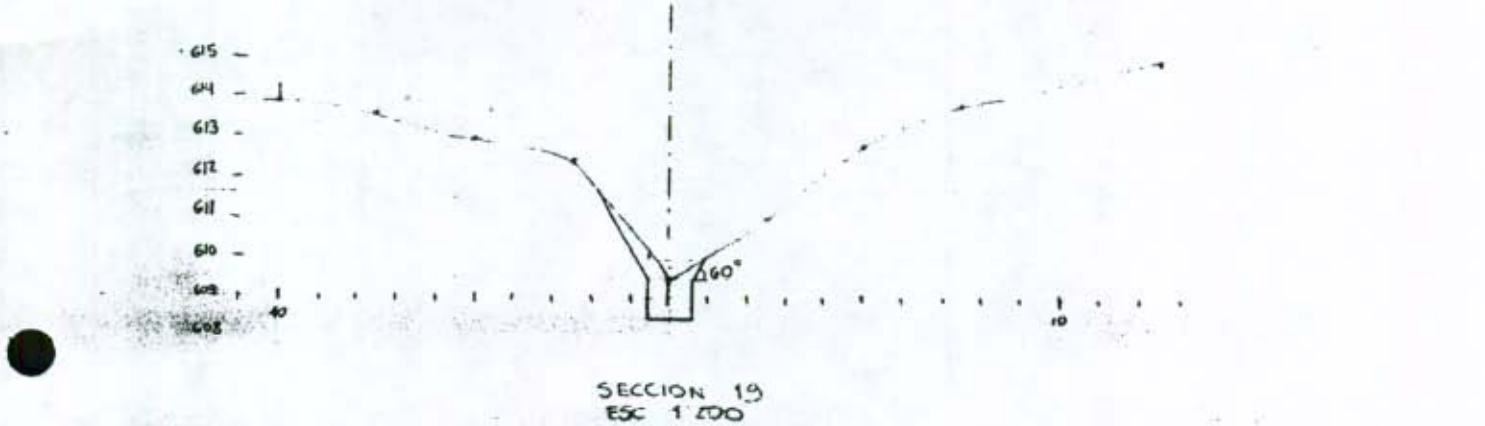


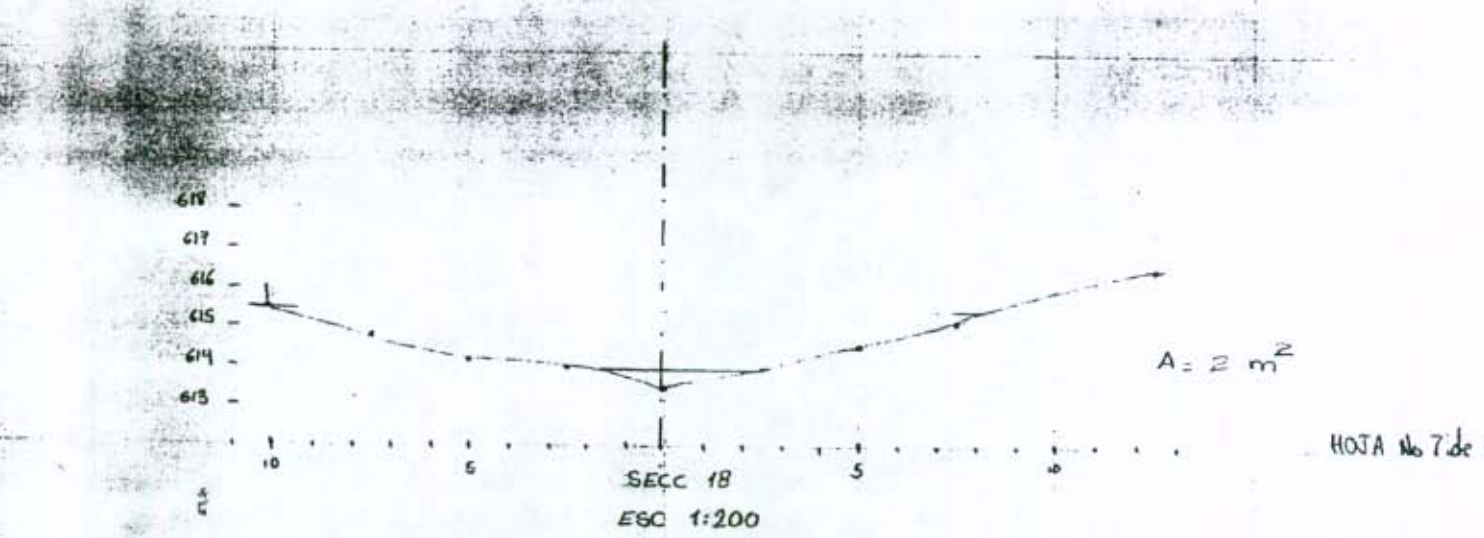
SECC. No 16
ESC 1:200

HOJA No 6 de

000045

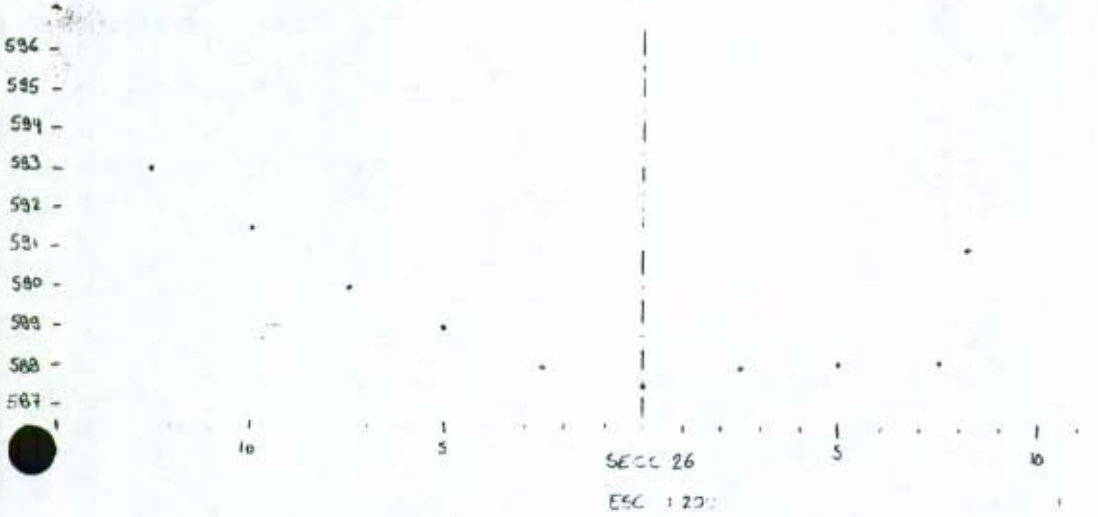






HOJA No 7 de 1

000040



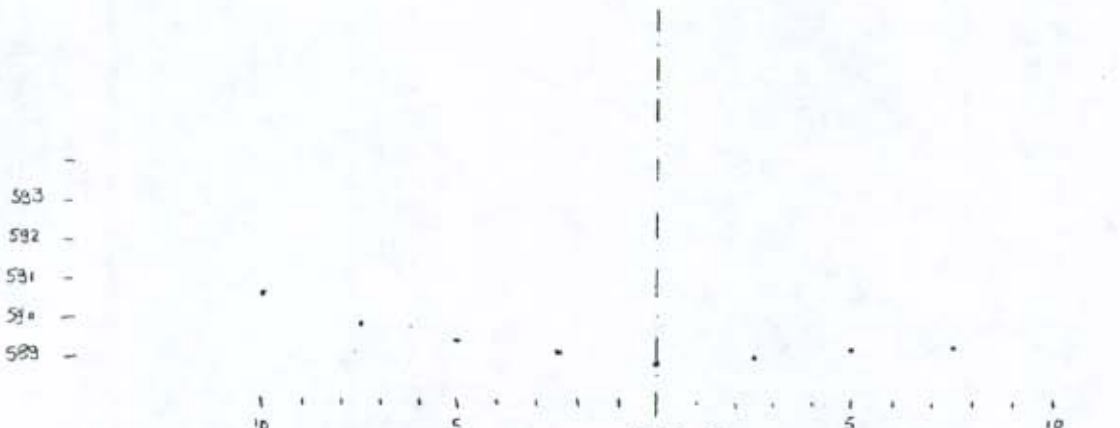
SECC 26

ESC : 200



SECC 25

ESC : 200

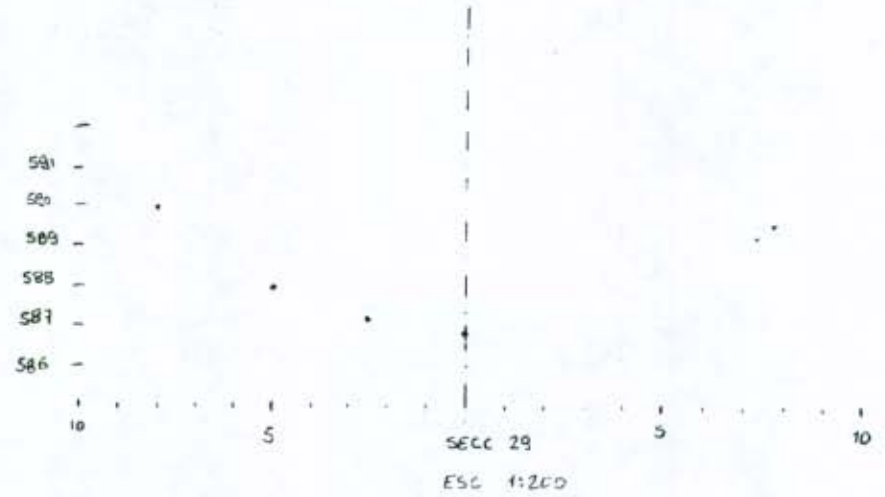


SECC 24

ESC 1 200

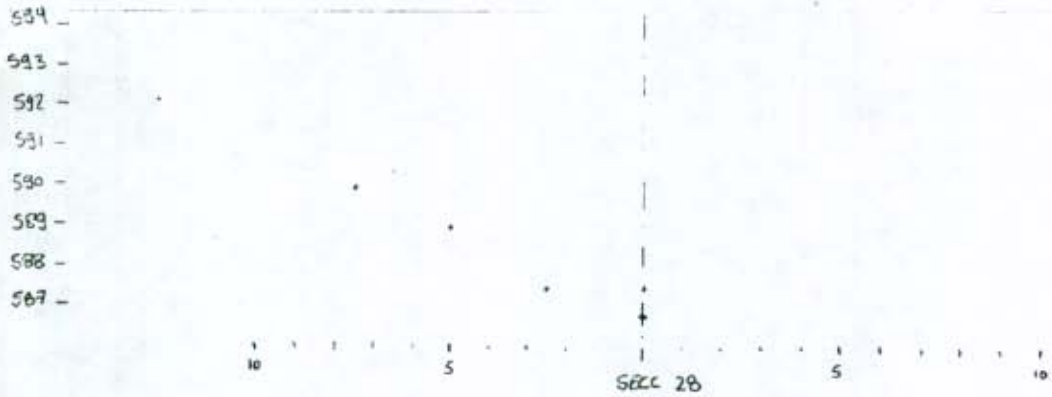
HOJA Nº

000047



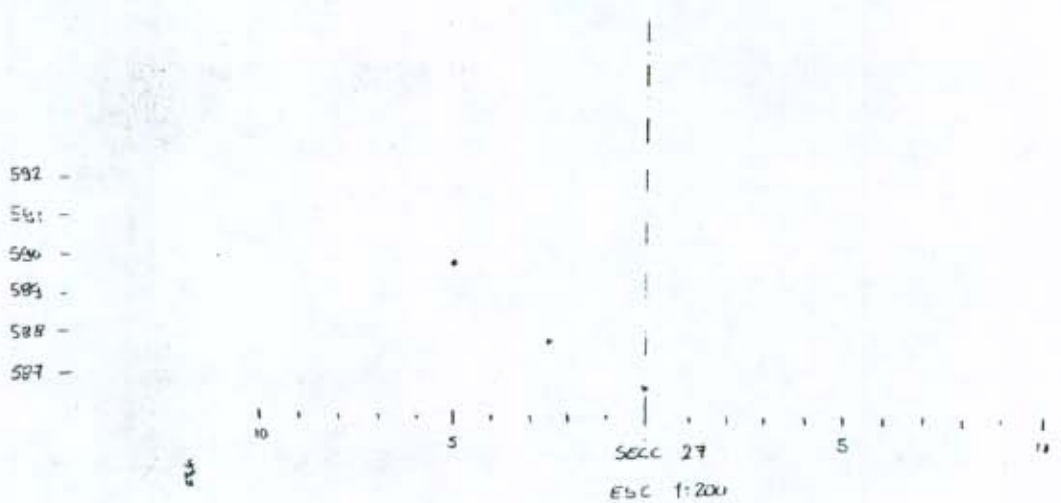
SECC 29

ESC 1:200



SECC 28

ESC 1:200



SECC 27

ESC 1:200

000048

MEDIDAS DE CANTIDAD DE OBRA

OBRA: NUEVA ARGENTINA – JERUSALEN
PLANO: No 3
EJECUTANTE: INGENIERIA GEOAMBIENTAL
FECHA: ABRIL 1996

INGEOMINAS

HOJA No DE

1	2	3	4
			1) EXCAVACION EN ROCA
			• Perfilado Talud
1	35.4		
	200	6060	m3
			• Gaviones
1	4		
	100	400	m3
		6480	m3
			2) GAVION
1	10		
	100	1000	m3
			3) RECEBO COMPACTADO
			• Relleno Cauce
1	35E32	35E32	m3
			• Cunetas
1	0.06		
	1220	73.2	m3
			• Zanjas interceptoras
1	0.06		
	180	10.8	m3
		36672	m3
			4) EXCAVACION COLUVION
			• Estructura de Caida
1	55		
	15		
	15	123.75	m3
			• Cunetas
1	0.06		
	1220	73.2	m3
			• Zanjas
1	0.06		
	180	10.8	m3
			• Entibado
1	360	360	m3
		567.75	m3
			• Canal
1	0.78		
	75	58.5	m3
		626.25	m3
			5) CONCRETO f'c = 2500 psi
			• Canal
1	0.52		
	75	39.0	m3
			• Cunetas
1	0.06		
	1220	73.2	m3
			• Zanjas
1	0.06		
	180	10.8	m3

1	2	3	4
			• Estructura de Caida
1	36		- Escalones
	22	79.2	m3
1	137.5		- Paredes
	0.30	41.25	m3
		243.45	m3
			6) TUBERIA ϕ = 36"
			• Cauce
1	148	148	m

PROYECTO CIUDAD BOLIVAR FASE II
SITIO NUEVA ARGENTINA - JERUSALEN
Presupuesto Aproximado según Medidas Correctivas

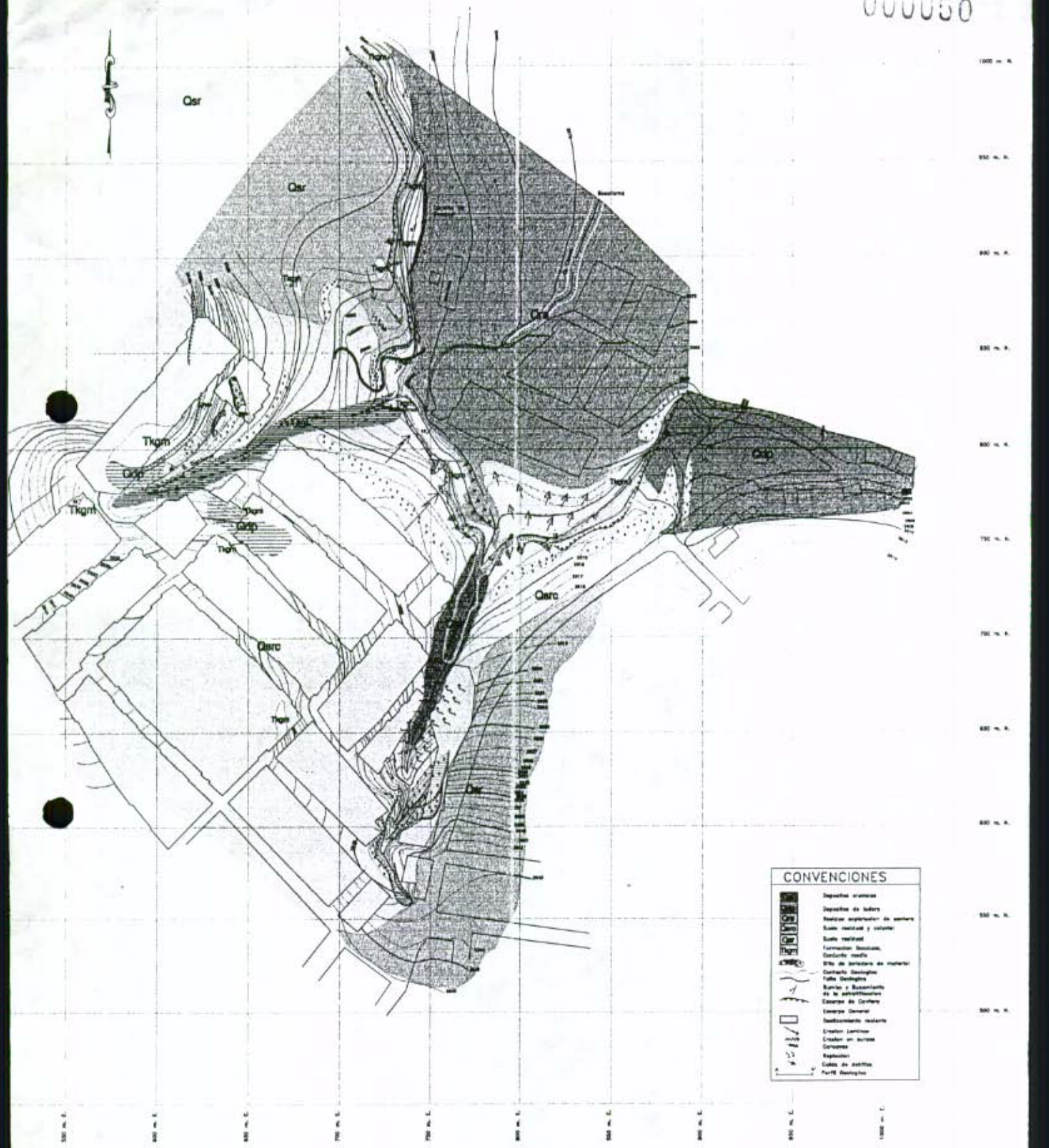
ITEM	MATERIAL	UNIDAD	CANTIDAD	Precio Unitario	valor total (Millones de $)
1	Gaviones	m^3	1,000.00	72,015.00	72.02
2	Excavación en roca	m^3	6,480.00	14,071.00	91.18
3	Concreto 2500 psi	m^3	243.40	104,748.00	25.50
4	Recebo Compactado	m^3	3,667.20	14,798.00	54.27
5	Excavación en coluvión	m^3	626.30	12,589.00	7.88
6	Tubería D=36"	m	148.00	131,284.00	19.43
	SUBTOTAL				270.27
	A.I.U.(25%)				67.57
	TOTAL				337.84

PRE-NARG.XLS

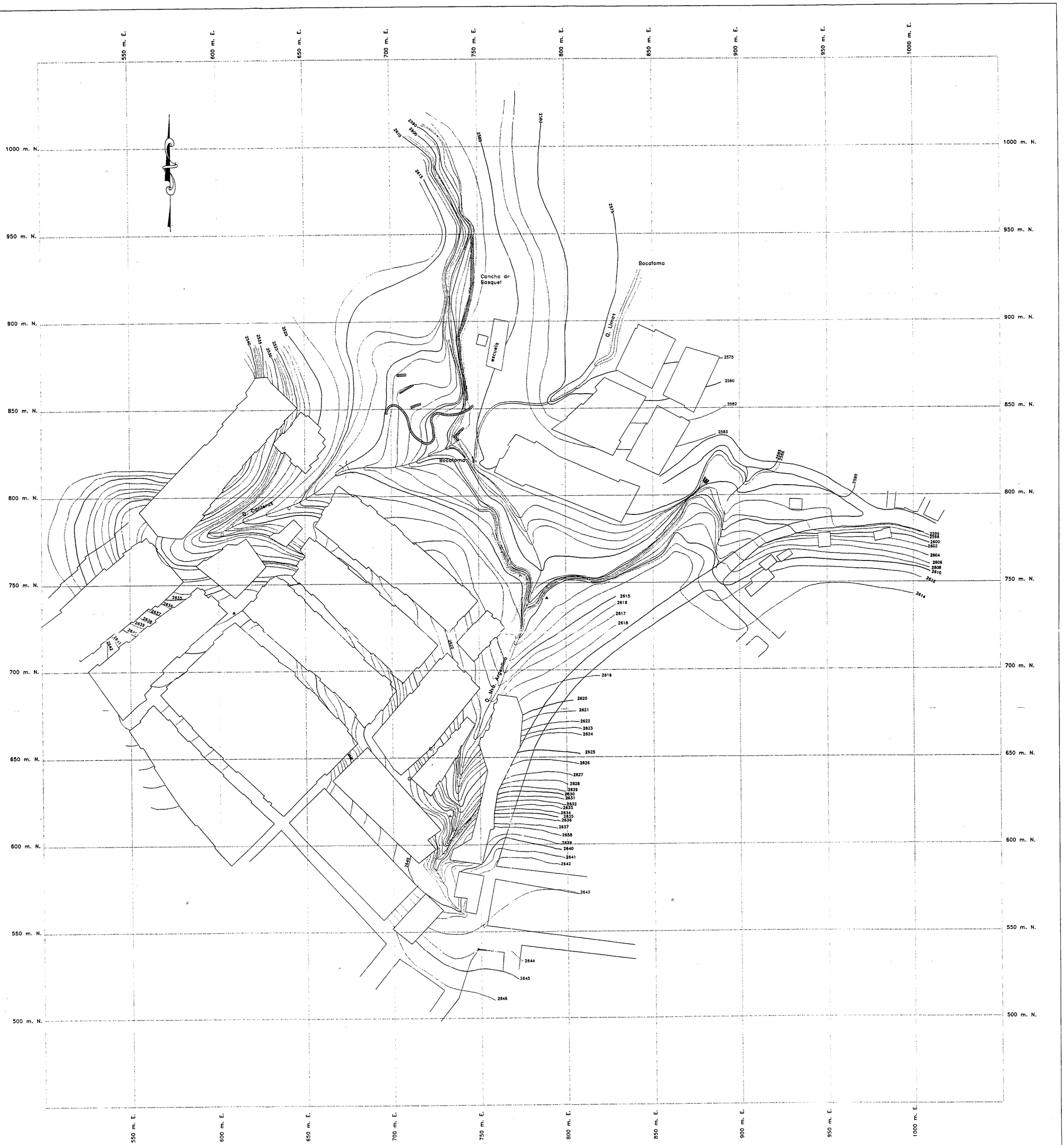
NOTA: Estos precios no incluyen I.V.A.

000049

000050


Qsr
Qsr
Tkgm
Qdp
Tkgm
Qdp
Tkgm
Qsrc
Tkgm
Qsrc
Tkgm
Qdp
Tkgm
Tkgm
Qdp
Tkgm
Tkgm
Qsrc
Tkgm
Qsrc

000051



INGEOMINAS

INSTITUTO DE INVESTIGACIONES EN GEOCIENCIAS, MINERIA Y QUIMICA

DEPARTAMENTO ADMINISTRATIVO DE PLANEACION DISTRITAL
EMPRESA DE ENERGIA ELECTRICA DE BOGOTA

ESTUDIO GEOTECNICO DETALLADO BARRIO JERUSALEN SECTOR CANTERA Y NUEVA ARGENTINA

TOPOGRAFIA

ESCALA GRAFICA EN METROS

0 15 30 150

ESCALA 1 : 1000

DIBUJO: INGENIERIA GEOAMBIENTAL	PLANO No. 1
AUTOR: INGENIERIA GEOAMBIENTAL	FECHA: AGOSTO DE 1995

CONVENCIONES

- ALCANTARILLA
- AREA CONSTRUIDA
- BOCATOMA
- CARRETERA PAVIMENTADA
- CARRETERA SIN PAVIMENTAR
- CANAL
- CURVA DE NIVEL INDICE
- GAVION
- RIO O QUEBRADA
- DELTA TOPOGRAFICO
- ESCARPE

ZANJA DE CORONACION EN CONCRETO.

PERFILADO DE TALUD REALCE GAVIONES

CUNETAS EN CONCRETO.

ESTRUCTURA DE CAIDA.

TERRACEO PROPUESTO.

ALINEAMIENTO COLECTOR.

DRENAJE VIAL

CANAL

CUNETA INTERCEPTORA

FILTRO

Bocatoma

Cancha de Basquet

escuela

A. DESAGUE NATURAL

Q. Limas

Q. Molino

Q. Cundinamarca

1000 m. N.
950 m. N.
900 m. N.
850 m. N.
800 m. N.
750 m. N.
700 m. N.
650 m. N.
600 m. N.
550 m. N.
500 m. N.

550 m. E.
600 m. E.
650 m. E.
700 m. E.
750 m. E.
800 m. E.
850 m. E.
900 m. E.
950 m. E.
1000 m. E.

INSTITUTO DE INVESTIGACIONES EN GEOCIENCIAS, MINERIA Y QUIMICA

DEPARTAMENTO ADMINISTRATIVO DE PLANEACION DISTRITAL
EMPRESA DE ENERGIA ELECTRICA DE BOGOTA

ESTUDIO GEOTECNICO DETALLADO BARRIO JERUSALEN SECTOR CANTERA Y NUEVA ARGENTINA

MEDIDAS CORRECTIVAS

ESCALA GRAFICA EN METROS

ESCALA 1 : 1000

DIBUJO: INGENIERIA GEOAMBIENTAL	PLANO No. 5
AUTOR: INGENIERIA GEOAMBIENTAL	FECHA: AGOSTO DE 1995

CONVENCIONES

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


B
Qc
D
C
C
Qc