



000001

SEBASTIAN CARBONE BELLINI

ESTUDIO GEOTECNICO

CONJUNTO "JARDIN BELVEDERE"
TRANSVERSAL 4 No. 43-60
SANTA FE DE BOGOTA D.C.

Trabajo No. 1200
INGENIERIA Y GEOTECNIA LTDA.
Ingenieros Consultores

Santa Fe de Bogotá, Abril de 1992.



E 37

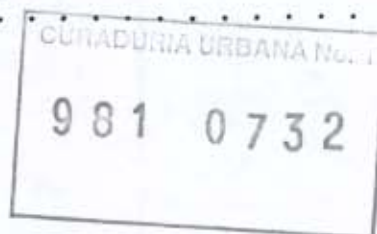
3

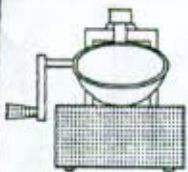


000002

CONTENIDO

1-	INTRODUCCION	1
2-	RECONOCIMIENTO GEOTECNICO	1
	2.1- <u>Generalidades</u>	1
	2.2- <u>Aspectos Geológicos</u>	2
	2.3- <u>Fenómenos de inestabilidad</u>	3
	2.3.1 <u>Deslizamientos:</u>	3
	2.3.2 <u>Reptamientos:</u>	4
	2.3.3 <u>Flujos:</u>	5
	2.4- <u>Zonas húmedas</u>	5
	2.5- <u>Formas de vegetación</u>	5
3-	INVESTIGACION DEL SUBSUELO	6
	3.1- <u>Exploración y ensayos de laboratorio:</u>	6
	3.2- <u>Perfiles estratigráficos</u>	7
	3.2.1 <u>Zona Tipo I:</u>	7
	3.2.2 <u>Zona Tipo II:</u>	8
	3.2.3 <u>Zona Tipo III:</u>	8
	3.3- <u>Niveles freáticos:</u>	8
	3.4- <u>Resumen de Resultados:</u>	9
4-	ESTIMATIVOS DE CAPACIDAD PORTANTE	9
	4.1- <u>Cimientos aislados</u>	9
	4.2- <u>Cimentación con pilas</u>	9
5-	ZONIFICACION DEL LOTE	9
6-	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	11
	6.1- <u>Aprovechabilidad del Lote.</u>	11
	6.2- <u>Adecuación del terreno</u>	11
	6.2.1 <u>Descapote general</u>	11
	6.2.2 <u>Sistema de drenaje</u>	11
	6.2.3 <u>Rellenos</u>	11
	6.3- <u>Muros de contención</u>	12
	6.4- <u>Recomendaciones Tentativas de Cimentación</u>	12
	6.5- <u>Especies vegetales</u>	13
	6.6- <u>Otras recomendaciones</u>	13
7-	LIMITACIONES	14
	ANEXO No. 1	15
	ANEXO No. 2	20
	ANEXO No. 3	22
	ANEXO No. 4	56
	ANEXO No. 5	67





INGENIERIA Y GEOTECNIA LTDA.
INGENIEROS CONSULTORES

000003

SEBASTIAN CARBONE BELLINI
ESTUDIO GEOTECNICO

CONJUNTO "JARDIN BELVEDERE"
TRANSVERSAL 4 No. 43-60
SANTA FE DE BOGOTA D.C.

1- INTRODUCCION

Se presentan en este informe los resultados del reconocimiento geotécnico, investigación del subsuelo, recomendaciones generales para la corrección de zonas inestables y recomendaciones preliminares de cimentación para el lote localizado en la Avenida de Circunvalación, a la altura de la Calle 43, donde se proyecta construir el conjunto "Jardín Belvedere". La localización general del lote se muestra en la Figura 1.

El estudio realizado comprendió inicialmente el reconocimiento general del lote para determinar con exactitud los linderos del mismo, la recopilación de información disponible sobre las condiciones físicas del área durante las últimas décadas, la interpretación de fotografías del terreno a escala regional y la elaboración de un plano de isopendientes (Plano No. 1).

Posteriormente se efectuó el reconocimiento detallado del lote para delimitar zonas inestables o en potencia de serlo, identificar las formaciones o unidades geológicas y los tipos de suelos, cuyas características fueron apreciadas directamente sobre cortes naturales y artificiales (y más tarde por medio de la exploración con los apiques programados), definir la red de drenaje local y la presencia de zonas húmedas y comprobar aspectos de la fotointerpretación.

Por último, en oficina se representaron en el plano topográfico las observaciones geológicas y de mecánica de suelos; se analizó la información recogida, se establecieron las conclusiones y recomendaciones del estudio y se elaboró este informe.

2- RECONOCIMIENTO GEOTECNICO

2.1- Generalidades

La inspección del lote se llevó a cabo mediante varias visitas, una vez se logró el acceso a los diversos sectores del mismo. Dichas visitas se realizaron con el fin de establecer los siguientes aspectos:

- Identificación general del lote y selección de sitios de exploración.
- Marco geológico general de la zona de estudio.
- Supervisión de la exploración del subsuelo.

CURADURIA URBANA No. 1

981 0732



- Geología de detalle.
- Reconocimiento geotécnico detallado.
- Identificación de las formas vegetales existentes y sus condiciones para la estabilidad.

El lote presenta forma aproximadamente rectangular y en gran parte se encuentra conformado por depósitos coluviales y formaciones rocosas de origen terciario. Además, como consecuencia de las últimas obras civiles construidas en sus vecindades, se hallan depósitos de desechos de construcción en algunos sectores perimetrales.

El estudio geotécnico ejecutado tuvo como punto de partida el análisis de fotografías aéreas de diferentes años, con el ánimo de abarcar las posibles evoluciones geomorfológicas durante los períodos transcurridos entre las fechas de los vuelos que se relacionan a continuación:

Vuelo	Fecha	Foto No.	Escala
SAC169/F1		025	1:2500
C1775	Diciembre 3/77	123	1:7600
C2161	Diciembre 3/84	100	1:8700

Como resultado de la fotointerpretación se presentan tres (3) fotocalcos (Figuras 2, 3 y 4) con sus respectivas convenciones, de los cuales se extrajo la siguiente información:

- Formaciones geológicas existentes
- Depósitos coluviales
- Escarpes y áreas sometidas a erosión
- Buzamientos fotogeológicos y
- Zonas inestables.

También se dispuso de información cartográfica a escala 1:500 de Abril de 1985, la cual, luego de una comparación con las formas topográficas actuales, tuvo que ser reevaluada mediante la ejecución de un nuevo levantamiento. Este último incluyó la localización de los apiques, trincheras, escarpes, formas de vegetación en general, y el tramo completo de la Avenida de Circunvalación.

2.2- Aspectos Geológicos

Los terrenos estudiados están conformados por rocas sedimentarias de edad Terciaria y por depósitos de edad reciente. Desde el punto de vista regional, las rocas forman parte del flanco occidental del Anticlinal de Bogotá - Usaquén, cuyos estratos se encuentran en posición invertida (ver la Figura 5). Las capas corresponden a areniscas y arcillolitas pertenecientes a la Formación Bogotá que en algunos sectores aparecen cubiertos por depósitos recientes de tipo coluvial.

981 0732



Hacia el oriente y ya fuera del lote aparecen estratos de areniscas pertenecientes a la Formación Cacho, también de edad Terciaria, y avanzando en la misma dirección se encuentran las arcillolitas de la Formación Guaduas de edad Cretáceo Superior - Terciario Inferior, las cuáles también se encuentran cubiertas por depósitos recientes de tipo coluvial y residual.

Continuando hacia el oriente aparecen las laderas empinadas que terminan en el Cerro El Cable conformadas por las rocas del Grupo Guadalupe que corresponden a las Formaciones Arenisca de Labor, Plaeners y Arenisca Dura, de edad Cretácica y constituidas principalmente por areniscas intercaladas con limolitas y arcillolitas, que originan una morfología más abrupta a los terrenos que conforman.

Los depósitos de ladera o coluviones, los suelos residuales, los flujos de tierra y los depósitos de materiales sobrantes de cortes y construcciones, constituyen unidades recientes que cubren en ciertas zonas a los materiales antes mencionados.

Una descripción más detallada de las formaciones rocosas y de los depósitos recientes -de especial interés en lo que atañe a fenómenos de inestabilidad- puede verse en el Anexo 1 de este Informe.

El rasgo estructural más importante del área de estudio lo constituye el Anticlinal Bogotá-Usaquén que presenta dirección N-S y cuyo flanco occidental se encuentra en posición invertida. En la mayor parte de este flanco la inversión es total con inclinación de los estratos hacia el oriente, afectando todo el Grupo Guadalupe y las Formaciones Guaduas, Cacho y Bogotá. El eje de este anticlinal se encuentra hacia el oriente del área, en la parte alta de los cerros orientales (ver figura 5).

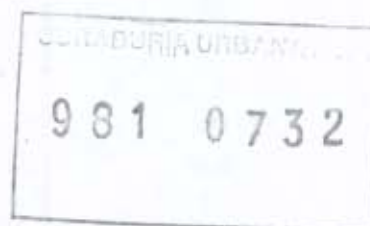
2.3- Fenómenos de inestabilidad

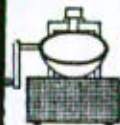
Para la delimitación y clasificación de zonas inestables se utilizó el sistema general de clasificación propuesto por David J. Varnes (1978). Sólo se identificaron en el lote tres tipos de movimientos, a saber: deslizamientos propiamente dichos; reptamientos y flujos.

El Anexo 2 presenta las definiciones y características de los tipos de fenómenos de inestabilidad observados en el lugar.

2.3.1 Deslizamientos:

En la esquina nor-occidental del lote, en frente del vértice formado por la Avenida de Circunvalación y la obra hidráulica construida para la quebrada Sucre, se encontró un movimiento del tipo rotacional (Fotografía 1). El fenómeno se reactiva inmediatamente después que han ocurrido precipitaciones en el área, hasta el punto de desarrollar grietas de tracción en su corona de considerable abertura, como la que se indica en la Fotografía 6.





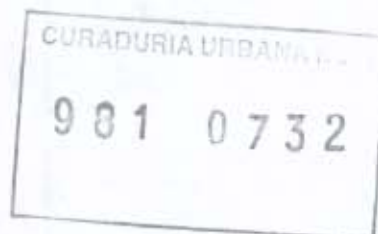
Este deslizamiento describe la forma típica de los rotacionales, es decir, en él la masa en movimiento sufre un giro alrededor de un punto situado arriba del centro de gravedad y su superficie de falla es curva y cóncava hacia arriba; la masa deslizada se inclina hacia atrás con hundimientos en la corona y elevación o abombamiento en el pie. En la depresión y grietas de tracción que se forman hacia la cabeza, se almacena e infiltra agua, reblandeciendo el suelo y originando presiones de poros que colaboran en mantener activo el deslizamiento, cuyo movimiento se ve restringido en parte por la acción de contención que ejerce el canal paralelo a la vía y la estructura hidráulica de la quebrada. Se observó la presencia de hundimientos en la parte media de la franja de terreno que da contra la quebrada Sucre, más exactamente contiguos al afloramiento de areniscas cuya continuidad se aprecia en el barrio Mariscal Sucre (localizado en el costado norte). Dicho afloramiento ofrece un control estructural en forma de escalonamiento, según se muestra en la Fotografía 2. Los hundimientos se deben principalmente a la acción de socavación de la quebrada en la pata de la ladera antes de su canalización, y a la infiltración de aguas de escorrentía en la parte anterior de su corona. El primero de los factores no ejerce ninguna acción en la actualidad, dadas las nuevas condiciones del cauce; en consecuencia, el estado actual del terreno en este sector tiende a estabilizarse. Los materiales que involucran el movimiento, corresponden a los vistos en la excavación de la Trinchera No. 2, es decir, un relleno arcillo limoso, habano oscuro y desechos de construcción. Tal vez se trata de materiales depositados en este lugar luego de una adecuación del terreno para la conformación de una parte plana en el lote.

En la parte sur del lote, paralelos a la malla que sirve como límite del mismo, se presentan otros hundimientos de menores proporciones. Considerando que son tan localizados, reducidos y abundantes, bien puede pensarse que se trata de otra clase de movimientos, como el de propagación lateral.

2.3.2 Reptamientos:

Se observan movimientos de este tipo en la parte alta del lote, en cercanías del cauce de la quebrada Sucre. El proceso es especialmente notorio en las zonas perimetrales, pero que de todas maneras influye sobre el resto del área afectada, tal como la muestra la Fotografía 4. Allí se presenta reptamiento que ha degenerado en la pérdida casi total de la cobertura vegetal, dando lugar a la formación de cárcavas y formas de erosión debida al agua de escorrentía.

Otra zona afectada por el fenómeno se localiza en todo el borde sur-occidental del lote, en una depresión que ha venido dando origen a la formación de un pequeño zanjón, que drena en dirección al pontón localizado sobre la Avenida. Las condiciones de vegetación son contrarias a las del sector anterior, y sólo se pudo evidenciar su ocurrimiento mediante la presencia de escalones sucesivos en toda la margen derecha de la depresión, la cual se haya cubierta por un considerable espesor de retamo.





2.3.3 Flujos:

Se observó un caso de flujo de detritos en el costado norte del lote: se aprecian fragmentos de arenisca (Formación Bogotá aflorante en el sector) en matriz fina compuesta por arcillas y limos, tal como se muestra en la Fotografía 14. El movimiento involucra un espesor relativamente pequeño de suelo coluvial que al ir avanzando, va descubriendo la capa vegetal espesa existente. El problema puede llegar a progresar si no se trata debidamente.

El estudio fotogeológico permitió identificar un antiguo flujo de tierras coincidente con el cauce de la quebrada Sucre, en todo el tramo cercano al lote; el área se encuentra marcada con la sigla Qf1 en los fotocálcos. El movimiento involucra arcillas plásticas (producto de meteorización de las rocas arcillosas de la Formación Bogotá) y fue arrastrando material coluvial socavado de las márgenes de la quebrada.

Se identificó otro flujo de detritos -muy localizado- en la corona del talud contiguo a la Avenida de Circunvalación, según lo muestra la Fotografía 7. El movimiento involucra como material de arrastre al coluvión que bordea la vía en este sector y ha llegado a dejar en voladizo a una antigua cuneta perimetral, construida antes que la Avenida.

2.4- Zonas húmedas

Se identificaron a nivel general un total de tres (3) zonas húmedas, como se indica a continuación.

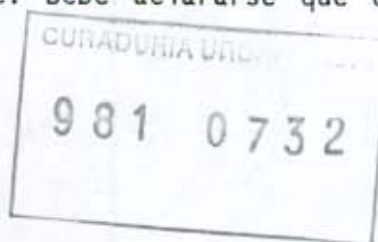
Una primera zona se encuentra en la franja de terreno que queda en el cambio en la pendiente topográfica de escarpada a plana. Su identificación sólo se pudo establecer durante una visita efectuada a finales del mes de Marzo, luego de un corto período de lluvias, llegándose a evidenciar encharcamientos e inclusive la colmatación total del apique 2, excavado en las vecindades. La acumulación de agua se debe a la ausencia de un sistema de drenaje natural o artificial que permita evacuar la esorrentía proveniente de las partes altas.

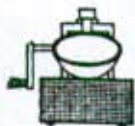
La segunda zona húmeda se localizó en la hondonada localizada en la esquina sur-occidental del lote (ver Fotografía 9); al igual que el caso anterior, sólo puede identificarse con relativa facilidad durante época de invierno. Esta depresión constituye la parte baja de un zanjón en formación descrito en el numeral 2.3.2 y drena directamente bajo un puente de la Avenida.

La tercera zona se localiza en los sectores aledaños a la estructura hidráulica de la quebrada Sucre; la humedad proviene de eventuales rebozamientos del agua sobre la estructura y del agua de esorrentía proveniente del lote mismo.

2.5- Formas de vegetación

Se encuentran en el sector vegetación de origen foráneo y también del tipo sucesional. Los dos tipos se han venido desarrollando simultáneamente y en la actualidad cubren prácticamente todo el lote. Debe aclararse que cualquier





intervención descuidada y no planificada (talas, quemas, descapotes) podría alterar el equilibrio con consecuencias indeseables.

Actualmente se encuentran en el sitio algunos Eucaliptus Globulus de cierta altura y ampliamente espaciados; esta última condición ha permitido el desarrollo intercalado de arbustos de Acacia Japonica. Mezcladas con las anteriores especies se encuentran espesos matorrales dominados por retamo (Cytisus monspessulanus) y retamo espinoso (Ulex europaeus) que han logrado cubrir todo el terreno e imprimen un aspecto de bosque al sector.

Los suelos del área presentan una fuerte erosión de tipo laminar, la cual ocasiona la pérdida de los primeros horizontes como puede observarse en los terrenos aledaños, haciendo que los árboles presenten sus raíces desnudas. De igual forma el grado de la pendiente ayuda al factor de erosión hídrica ocasionado por el proceso de escorrentía.

3- INVESTIGACION DEL SUBSUELO

3.1- Exploración y ensayos de laboratorio:

Una vez realizado el reconocimiento general del lote, se procedió a la localización y ejecución de un total de seis (6) apiques y tres (3) trincheras exploratorias. La exploración se localizó primordialmente en las zonas cuya pendiente topográfica facilita la adecuación del terreno para el desarrollo del proyecto arquitectónico.

El objeto de esta exploración fue el de conocer en detalle las características geotécnicas y los diferentes espesores de los materiales que constituyen cada una de las estratigrafías encontradas (ver Plano No. 1).

Los apiques se excavaron a mano hasta alcanzar profundidades mínimas de 1.10 m y máximas de 4.50 m; en algunos casos el tamaño de los bloques de roca (arenisca) encontrados, imposibilitó la profundización. Las trincheras se ejecutaron en forma escalonada, abarcando una profundidad del suelo comprendida entre 0.5 y 1.0 m, en una longitud de aproximadamente 30 m. De cada uno de ellos se extrajeron muestras representativas que, previa identificación en campo, fueron sometidas al siguiente programa de ensayos de laboratorio:

- Pruebas de clasificación para determinar las propiedades índice de los suelos; humedad natural, límites de consistencia, granulometría por mallas y lavado sobre el Tamiz No. 200.
- Determinación del peso unitario.
- Determinación de la resistencia al corte no drenada (Cu) por medio del penetrómetro manual, la veleta de laboratorio y el ensayo de compresión inconfiada.

GUADALUPE URBANA No. 1

981 0732



- Ensayos de corte directo drenados (CD) para la determinación de los parámetros de resistencia C' y ϕ (cohesión y ángulo de fricción interna) en términos de esfuerzos efectivos.

Los resultados de las labores de exploración e investigación del subsuelo se presentan en las Figuras 7 a 29 así:

- Las Figuras 7 a 11 contienen los registros de los apiques y trincheras, y su estratificación, así como la localización de las muestras extraídas.
- La Figura 12 muestra los resultados de clasificación para los suelos finos mediante la carta de plasticidad de Casagrande.
- Las Figuras 13 y 14 indican la distribución granulométrica de algunos de los materiales encontrados.
- Las curvas esfuerzo vs. deformación originadas del ensayo de compresión inconfiada, así como la evaluación del módulo de elasticidad no drenado se presentan en las Figuras 15, 16 y 17.
- De cada uno de los ensayos de corte directo se obtuvieron las siguientes curvas: (Mostradas en las Figuras 18 a 29).
 - a) Trayectorias de esfuerzos.
 - b) Relación de esfuerzo cortante vs deformación horizontal.
 - c) Relación deformación vertical vs deformación horizontal.
 - d) Relación de esfuerzos vs deformación horizontal.

3.2- Perfiles estratigráficos

Combinando los resultados obtenidos del reconocimiento geotécnico, con los de la investigación del subsuelo, se pueden determinar tres (3) zonas con diferente perfil estratigráfico, como se indica a continuación.

3.2.1 Zona Tipo I:

Se localiza sobre la margen izquierda y en la franja de terreno contigua a la quebrada Sucre. Los materiales típicos se identificaron en los Apiques 1 y 3. El subsuelo -hasta la profundidad explorada- está conformado por un depósito coluvial compuesto de bloques de arenisca (diámetro medio pueden superar los 50 cm) envueltos en una matriz arcillo-limosa de baja plasticidad (CL), tal como lo muestran las Fotografías 15 y 17.

El origen de estos depósitos está relacionado con la ocurrencia de antiguos flujos de lodo ocurridos a todo lo largo del cauce de la quebrada. La canalización de la corriente ha venido estabilizando los márgenes; la vegetación



(retamo) ha prosperado y los escarpes son muy reducidos y se localizan en algunas zonas de pendiente abrupta.

La forma angular de los bloques de arenisca y su gran tamaño permiten inferir que la distancia de acarreo ha sido corta.

3.2.2 Zona Tipo II:

Corresponde a los materiales encontrados en los apiques 5 y 6 (ver Fotografías 18 y 19). La secuencia puede describirse como sigue:

- a) Una primera capa conformada por un relleno limo arcilloso habano a café con gravas finas a gruesas y arenas en menor proporción, acompañados de desechos de construcción o zonas de botaderos antiguos; su profundidad puede alcanzar los 3.0 m.
- b) Aparece luego una arcilla limosa gris a morada con vetas amarillas oxidadas, en ocasiones con trazas grises, de consistencia dura y fisurada. Esta condición de arcilla abigarrada permite establecer que se trata de arcillolita meteorizada de la Formación Bogotá. La humedad natural de este suelo está comprendida entre 10 y 20%, su peso unitario oscila alrededor de 2.1 ton/m³ y su resistencia al corte no drenada es superior a los 9.5 ton/m². La arcillolita continua hasta la máxima profundidad explorada (4.6 m) y se prevé que es aún más espesa.

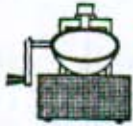
El relleno superficial también fue detectado en los escalonamientos hechos para las trincheras 2 y 3, localizados sobre el costado occidental del lote, en la parte anterior del talud que da contra la Avenida de Circunvalación (Fotografías 22 y 23). Aparecen en el relleno fragmentos de ladrillos y de desechos de botaderos, en matriz limo arcillosa. El material aparece cubierto por una capa vegetal delgada, y posiblemente proviene de adecuaciones previas del lote para explotación de chircales y construcción de hornos para fabricación de ladrillos.

3.2.3 Zona Tipo III:

Corresponde a la presencia en superficie de la arcilla abigarrada de consistencia dura, descrita en el numeral anterior. El material apareció en el Apique 2 y en la Trinchera 1 (ver Fotografías 16 y 21).

3.3- Niveles freáticos:

No se encontró nivel freático en ninguna de las trincheras o apiques durante la excavación. Sin embargo, durante una de las visitas hechas luego de un período de lluvias, se apreció inundación en las excavaciones: el nivel del agua llegó incluso a coincidir con la superficie del terreno, como fue el caso del Apique No. 2.



3.4- Resumen de Resultados:

La información de la exploración del subsuelo así como del reconocimiento geotécnico se indican en el Plano No 2.

4- ESTIMATIVOS DE CAPACIDAD PORTANTE

Se realizaron análisis preliminares de estabilidad y deformación para alternativas de cimentación de las estructuras con cimientos superficiales aislados y combinados, y también para el caso de pilas o caissons .

4.1- Cimientos aislados

Se analizó la capacidad portante para cimientos aislados a 1.0 m de profundidad bajo el nivel arquitectónico, suponiendo como suelo de fundación el estrato de arcillolita de consistencia firme a muy firme. Para diferentes presiones de contacto y anchos de cimientos, se obtienen los siguientes resultados:

Capacidad portante última	63 ton/m ²
Capacidad portante neta de seguridad	24 ton/m ²

Los asentamientos se estimaron con base en la teoría elástica, usando valores de módulo E obtenidos de los ensayos de compresión inconfiada. Los asentamientos por consolidación se calcularon utilizando la Teoría de Terzaghi y la distribución de esfuerzos de Boussinesq. Los análisis se efectuaron para anchos de cimientos y presiones de contacto variables; los resultados del asentamiento total se presentan en forma gráfica en la Figura 1B. Estos asentamientos tienen un carácter preliminar ya que no se conocen las dimensiones de las estructuras, ni sus cargas, pero pueden una primera guía para propósitos de selección del proyecto definitivo. Los asentamientos totales se calcularon entre 1.0 y 5.0 cm.

4.2- Cimentación con pilas

Se analizaron pilas o caissons pre-excavados, como posible alternativa de fundación para las zonas en donde la diferencia entre la arcillolita meteorizada y el nivel arquitectónico sea mayor de 2.0 m. La capacidad de carga última de las pilas se determinó considerando las pilas embebidas unos 2.0 m en la arcillolita. En el Anexo 3 se presenta la memoria de cálculos correspondientes y en la Figura 2B se indican los criterios para el diseño de pilas de sección circular y en la Figura 3B para pilas con la base acampanada.

5- ZONIFICACION DEL LOTE

Como resultado de los análisis efectuados en el estudio y aplicando los criterios expuestos en los capítulos anteriores, se llegó a una zonificación del lote, como se indica en el Plano No. 3. La delimitación de zonas tuvo en cuenta los siguientes aspectos:



- a) Condiciones topográficas.
- b) Posibles dificultades de construcción y factores que inciden en el costo de la vivienda.
- c) Problemas actuales o potenciales del tipo geotécnico como son los deslizamientos y la presencia de zonas húmedas.
- d) Zonas de reserva demarcadas por Planeación Distrital y el Acueducto.

El lote se ha dividido en cuatro (4) sectores, a saber:

Zona Tipo I: Aprovechable para la construcción de vivienda multifamiliar, sin que se requieran obras especiales, exceptuando el descapote y los terracedos ó excavaciones que se contemplen en el proyecto.

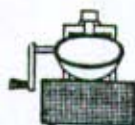
Zona Tipo II: Areas que pueden llegar a ser aprovechables previo un tratamiento que en general consistiría en evitar que el agua entre al suelo de fundación. Se trata de zonas húmedas muy localizadas. Tales sectores pueden aprovecharse para las vías y para el emplazamiento de colectores de los sistemas de alcantarillado. De pensarse en su adecuación para la construcción se requerirá el reemplazo de materiales de relleno, además de las obras de drenaje.

Zona Tipo III: Se trata de áreas que colindan con lugares donde se han presentado problemas de estabilidad. La primera de ellas se sitúa en el borde norte del lote, sobre la margen izquierda de la Quebrada Sucre bordeando un antiguo flujo de lodos descrito previamente. La segunda se presenta en la parte sur del predio en la esquina sur-occidental, en cercanías de los Apiques 5 y 6; cabe anotar que la delimitación de ésta última es apenas tentativa ya que lo denso de la vegetación una impidió una inspección precisa.

Comprende este grupo sectores donde la pendiente y las condiciones de estabilidad son apropiadas, con el inconveniente de que la pendiente de las áreas vecinas es más empinada. Se pueden presentar allí problemas de estabilidad causados por los desagües y acumulación de desechos en un futuro.

Zonas Tipo IV: Se trata de áreas no aprovechables por alguna de las siguientes razones:

- Alta pendiente.
- Presencia de fenómenos de inestabilidad de envergadura.
- Proximidad al cauce de la quebrada (socavación de márgenes y concentración de zonas húmedas).



6- CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

6.1- Aprovechabilidad del Lote.

- La investigación ejecutada permite concluir que no existen evidencias de un movimiento masivo que involucre toda el área donde se proyecta desarrollar el conjunto habitacional.
- Una vez descartadas las áreas de deslizamiento, la franja de reserva de la quebrada, las zonas de pendiente superior a los 22° y las zonas húmedas, resta un área aprovechable cercana al 64 % del lote.
- Analizados los resultados de los estudios geológico, geotécnico, topográfico y la exploración del subsuelo, se considera que el globo de terreno es apto para las construcciones proyectadas, ajustándose a la zonificación indicada en el Plano No. 3 y a las recomendaciones que se detallan más adelante.

6.2- Adecuación del terreno

Para la adecuación del terreno se deben considerar las siguientes actividades:

6.2.1 Descapote general

Remoción de la cobertura vegetal y retiro de materiales orgánicos o muy blandos.

6.2.2 Sistema de drenaje

Es de vital importancia ejercer un control adecuado sobre las aguas superficiales y subsuperficiales provenientes de las partes altas y si evitar la creación de zonas húmedas y reducir el fenómeno de reptamiento. En el Plano No. 3 se indica la disposición, forma y dimensiones mínimas de los filtros propuestos y en la Figura 05B las especificaciones granulométricas recomendadas para los materiales filtrantes. La pendiente longitudinal de dichos filtros deberá ser superior a 1.5%.

Es importante aclarar que esta distribución se diseñó con el fin de estabilizar las zonas inestables en el perímetro del lote. Sin embargo, una vez este definido el proyecto, se deberá entrar a reevaluar este diseño junto con el estudio de suelos y cimentaciones definitivo.

6.2.3 Rellenos

No se recomienda dejar sectores en rellenos sino más bien ejecutar cortes de poca profundidad que dejen al descubierto la arcilla gris y rojiza de consistencia dura (suelo de fundación).



6.3- Muros de contención

En caso de proyectarse la construcción de este tipo de obras para contener barrancos naturales, se podrán utilizar (tentativamente) los parámetros de resistencia al corte (cohesión) y ϕ (ángulo de fricción interna) mostrados en las Figuras 18, 22 y 26 dependiendo del tipo de suelo y su localización.

6.4- Recomendaciones Tentativas de Cimentación

- En primer lugar, se recomienda diseñar el proyecto arquitectónico con diversos niveles, adaptándolo a la topografía del terreno, para así evitar grandes excavaciones o rellenos. Debe recordarse que no existen en el sector experiencias con desarrollos de vivienda de importancia, ni las hay en lo tocante a cimentaciones o excavaciones de envergadura.
- Se sugiere contemplar un sistema de cimentación con pilas o caissons pre-excavados manualmente para las zonas en donde la diferencia entre el nivel de piso arquitectónico y la arcillolita sea mayor de 2.0 m y en donde las columnas transmitan un carga mayor de 250 ton (Zonas II y III del Plano No 3); en los demás sectores aptos para construcción (Zona I) podrán adoptarse cimientos superficiales aislados. Los cimientos deberán tener vigas de amarre en ambos sentidos.

El diámetro exterior de las pilas deberá calcularse para que el esfuerzo no exceda la presión de contacto admisible recomendada en la Figura 2B. En caso dado, se puede ensanchar su base con una distribución 1H:2V hasta alcanzar el área requerida (Figura 3B). Se recomienda que las pilas sean embebidas por lo menos 2m en la arcillolita.

La profundidad mínima de excavación será de 1 m para los cimientos superficiales.

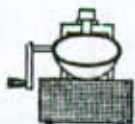
El ancho mínimo de los cimientos superficiales será de 1.0 m. El suelo de fundación en contacto directo con los cimientos será la arcillolita de consistencia firme a muy firme que aparece entre 1.0 y 3.0 m con respecto al nivel actual del terreno.

- Toda excavación deberá ser protegida para prevenir el desmejoramiento del suelo por acción de desecamiento o humedecimiento.

En las Figuras 2B y 3B se presenta la variación de la capacidad portante última por pila, en función de su diámetro y longitud efectiva. Se recomienda adoptar un presión portante admisible obtenida por medio de la Figura 1B Para los cimientos superficiales aislados, sin que el valor exceda 24 ton/m².

Los asentamientos totales esperados para los cimientos superficiales están entre 1.0 y 5.0 cm. Si se requiere escalonamiento de la cimentación se recomienda adoptar los criterios de la Figura 4B.

Los resultados de este estudio permitirán guiar la disposición del proyecto arquitectónico. Un vez se decida el tipo de proyecto, se podrá desarrollar el estudio definitivo de suelos y cimentaciones, en el cual se complementará la



caracterización del subsuelo, se harán los análisis y se establecerán los criterios de diseño y construcción para las alternativas seleccionadas.

6.5- Especies vegetales

En cuanto a especies vegetales que puedan colaborar con el proceso de control de la erosión, se recomienda:

- En lo posible no intervenir en los sectores donde actualmente se desarrolla algún tipo de vegetación en especial si ésta se halla conformada por acacias y retamos.
- En los sectores con alto grado de pendiente se recomienda la siembra de quicuyo a partir de cespedones, los cuales deben ser sembrados a continuación uno de otro, estacados para evitar su rodamiento durante el proceso de emisión de nuevas raíces. Se recomienda agregar suelo orgánico en los sitios de unión entre cespedones al igual que una fertilización con úrea. También es aconsejable en estos sitios la siembra de especies arbustivas de poca biomasa pero con sistemas radicales de gran extensión; entre las especies nativas que cumplan con estos objetivos son recomendables el retamo (Cytissus monspessulanus), laurel de cera (Myrica pubescens), helecho arborescente (Cyatea sp), palo amargo (Cordia lanata), arboloco (Montanoa quadrifolia), tuno (Miconia peltata), espadero (Rapanea ferruginea), uva de monte (Macleleania rupestris), uva camarona (Cavendishia cordifolia), entre las especies exóticas tenemos guayacán de Manizales (Lafoensia speciosa), sauco (Sambucus nigra), bambú (Arundinaria sp), cidrón (Lippia citriodora), holly (Cotoneaster sp).
- En cuanto especies arbóreas que podrían ser utilizadas se recomienda en lo posible que estas sean sembradas en los sectores donde el terreno no sea tan pendiente (inclinación inferior al 20%). Los árboles deben ser sembrados de tal forma que constituyan una barrera viva frente al proceso de la erosión y deben ser mezclados con especies arbustivas y arbóreas como las ya mencionadas. Las especies arbóreas podrían ser: Roble (Quercus humboldtii), mano de oso (Oreapanax argentatus), caucho (Ficus tequendamae), pino chaquiro (Podocarpus oleifolius), garrocho (Viburnum cornifolium), encenillo (Weinmannia tomentosa), aliso (Alnus Jorullensis) y motilón (Hieronima colombiana). Los árboles pueden ser sembrados a una distancia de 5 x 5 m y en sistema de tres bolillo.

6.6- Otras recomendaciones

- Se recomienda someter los diseños de corte y adecuación del terreno a una revisión y aprobación por el Ingeniero de Suelos.
- Se recomienda desarrollar las áreas principales del proyecto arquitectónico en aquellas zonas marcadas como I y II. Las obras que se proyecten en la zona III deberán tener en consideración las características del terreno superficial, puesto que es el que presenta menor capacidad portante.



000016

14

7- LIMITACIONES

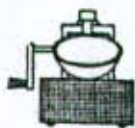
Las conclusiones y recomendaciones del presente informe están basadas en los resultados de la investigación general del subsuelo. Se buscó evaluar la aptitud del lote para desarrollo urbanístico. Las conclusiones sobre el sistema de cimentación y asentamientos son preliminares y pueden servir como guía para la planeación del proyecto arquitectónico y estructural y la evaluación económica. Todo diseño específico requiere de un análisis particular y detallado para precisar su sistema de cimentación. Si el diseño contempla circunstancias no previstas en este informe, se deberá dar aviso al Ingeniero de Suelos para estudiar las modificaciones o adiciones que sean necesarias.

Santa Fe de Bogotá, Abril de 1992

INGENIERIA Y GEOTECNIA LTDA.

Ing. MANUEL GARCIA LOPEZ

por Mat. No. 7245-CND



ANEXO No. 1
GEOLOGIA REGIONAL



ESTRATIGRAFÍA

Como ya se mencionó, la estratigrafía del área cercana al lote estudiado, está constituida por las unidades terciarias correspondientes a las Formaciones Bogotá, Cacho y Guaduas, así como por los depósitos recientes que las cubren en algunos sectores.

- Formación Guaduas (Tkg)

Esta Formación de edad Cretáceo Superior - Terciario Inferior es especialmente arcillosa y aflora en el piedemonte de los cerros orientales de Bogotá; aparece hacia el oriente del lote estudiado (ver las figuras 5 y 6).

Los terrenos conformados por esta formación corresponden a la zona donde se presenta un cambio muy definido en la pendiente del terreno, tornándose más suave debido a su consistencia especialmente arcillosa, a diferencia de las pendientes de laderas del Cerro El Cable constituidas por las areniscas del Grupo Guadalupe.

Esta formación consta de tres conjuntos: El inferior con predominio arcilloso, el medio con predominio arenoso y el superior nuevamente arcilloso.

Los conjuntos superior e inferior por ser arcillosos, son fácilmente erosionables y de baja permeabilidad. Existen capas de carbón hacia la base, la cual se explota en otros lugares. El conjunto medio es arenoso.

Los suelos residuales originados sobre la Formación Guaduas generan a su vez flujos de tierras cuando su contenido de agua es alto.

La mayor parte de la franja de piedemonte que conforma la Formación Guaduas aparece cubierta por depósitos recientes principalmente de tipo coluvial y aluvial o de conos de deyección.

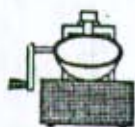
- Formación Cacho (Tc)

Aflora a lo largo del piedemonte de los cerros orientales de Bogotá, haciendo parte del flanco occidental del anticlinal del mismo nombre. Está constituida por areniscas de color amarillento a rojizo, de grano grueso a conglomerático, de forma subangular a subredondeado y muy friables. Hacia la parte media de la secuencia se encuentra un banco de arcillolitas amarillas a rojizas.

En la zona estudiada esta Formación aparece conformando la franja de terreno inmediatamente superior al lote y sobre esta se presentan algunos fenómenos de erosión superficial (ver figura la 6).

- Formación Bogotá (Tb)

Esta Formación es muy semejante a la Formación Guaduas por su carácter típicamente arcilloso, pero se diferencia por no presentar niveles carbonosos.



Así como las anteriores formaciones, ésta constituye en el sector estudiado una franja amplia en sentido N-S en el piedemonte de los cerros orientales de Bogotá y sobre ella se ubica el lote motivo del presente estudio (ver las figuras 5 y 6 y fotografías 1, 5 y 11).

Constituyen esta Formación una secuencia de arcillolitas abigarradas con intercalaciones de delgados niveles de limolitas y algunos niveles de areniscas cuarzosas de grano fino.

En esta Formación se diferencian dos conjuntos, el inferior conformado por alternancia de areniscas y arcillolitas. Las areniscas son de color gris claro a gris verdoso y son amarillas cuando están alteradas; están compuestas de cuarzo y feldespatos, de grano fino hacia la base y conglomeráticas hacia el tope, de forma subredondeada; son altamente friables. Las arcillolitas son abigarradas y al estar meteorizadas dejan suelos residuales blandos y muy plásticos que generan deslizamientos en forma de flujos de tierras.

A lo largo del piedemonte de los cerros orientales, el conjunto superior suele observarse en afloramientos aislados, puesto que en su mayor parte se encuentra cubierto por depósitos cuaternarios.

El comportamiento geotécnico de estos materiales es variable de acuerdo con el contenido de agua, pero en líneas generales se considera de pobre a regular para la cimentación de obras civiles.

- Depósitos Recientes

A esta denominación corresponden los suelos residuales, los depósitos de ladera o coluviones, los flujos de tierra y los depósitos sobrantes de cortes y construcción.

a. Suelos Residuales (Qr)

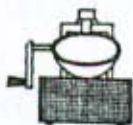
Bajo este término se agrupan los materiales producto de la meteorización de las rocas, que no han sufrido transporte.

Normalmente se forman suelos residuales sobre diversas unidades rocosas, sin embargo solo permanecen constituyendo depósitos de interés aquellos que se han formado sobre pendientes topográficas suaves y pueden presentar espesores notables.

Para la zona estudiada, las unidades geológicas que han permitido desarrollo de suelos residuales son las Formaciones arcillosas como la Guaduas y la Bogotá.

b. Depósitos de ladera o coluviones (Qc1)

Se han originado por la fracturación y arrastre de los materiales de unidades litológicas que se encuentran conformando laderas y que facilitan su movimiento por gravedad.



Es común encontrar a lo largo de las laderas de los cerros orientales de Bogotá, depósitos constituidos por bloques de areniscas y limolitas provenientes de las Formaciones más duras, que se han desprendido y arrastrado sobre las laderas por acción de la gravedad y que se encuentran dentro de una matriz areno-arcillosa. En el área estudiada se encuentran varios de ellos cubriendo en amplios sectores a las formaciones arcillosas del Terciario (ver la figura 6 y las fotografías 7 y 10).

También pueden presentarse depósitos de ladera provenientes de la meteorización y arrastre de materiales de las Formaciones arcillosas, formando los denominados flujos de tierras, como puede observarse hacia el costado norte del lote estudiado.

c. Flujos de Tierra (Qft)

En las unidades arcillosas del Terciario, los materiales producto de la desintegración de los suelos residuales se acumulan en los valles y las depresiones, donde por efecto del aumento en la humedad en épocas invernales, baja considerablemente su resistencia y se provocan deslizamientos que dejan escarpes escalonados y lóbulos hacia la base del movimiento.

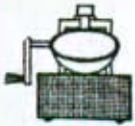
Rellenando el valle de la Quebrada Sucre en el costado norte del lote, existe un antiguo flujo de tierras que fue muy activo antes de llevar a cabo la construcción del canal escalonado que logró su estabilización (ver figura 6 fotografías 1 y 2). También en algunos sectores cercanos, donde los terrenos están conformados por las formaciones más arcillosas (Guaduas y Bogotá) se han generado estos fenómenos.

d. Depósitos sobrantes de cortes y construcción (Qb)

Estos corresponden a materiales sobrantes de la explanación para construcción de vías y que han sido colocados lateralmente, así como residuos de construcción.

En el área estudiada se encuentran materiales de este tipo en la parte superior del lote, a un lado de la vía de acceso a los barrios Paraíso y San Martín y a un lado de la vía circunvalar (ver figura 6 y fotografías 4 y 13).

Por otra parte, los contactos entre las Formaciones del Grupo Guadalupe se presentan de manera concordante, así como los de las Formaciones Guaduas, Cacho y Bogotá. Entre los depósitos recientes y las Formaciones presentes el contacto es típicamente discordante.



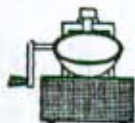
GEOMORFOLOGÍA

El lote se encuentra localizado en la zona del piedemonte de los cerros orientales de Bogotá. En este sector se presenta un cambio apreciable en la pendiente del terreno que corresponde al cambio litológico entre las areniscas del Grupo Guadalupe y las arcillolitas de la Formación Guaduas.

Los terrenos hacia el oriente del lote presentan una morfología que va tornándose abrupta a escarpada, debido al predominio de las formaciones arenosas del Grupo Guadalupe. Estos terrenos corresponden a la ladera occidental de los cerros orientales de Bogotá y en este caso particular, al Cerro El Cable, el cual presenta una morfología típica de vertiente disectada por las quebradas. En ciertos sectores de la ladera se aprecia una morfología escalonada debido a la alternancia de niveles blandos. Por otra parte, es también notoria la existencia de escarpes dejados por los deslizamientos existentes en la zona.

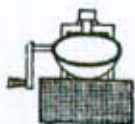
En el área del lote la morfología del terreno se presenta escalonada siendo más suave en la zona inferior donde existe el depósito coluvial (ver fotografía 10) y con la presencia de un escalón rocoso debido a la presencia de un paquete de areniscas perteneciente a la Formación Bogotá (ver fotografía 12).

En el descenso hacia la ciudad, la pendiente del terreno se presenta más suave, dando una morfología ondulada como muestra de la existencia de materiales más blandos y sobre todo de los depósitos recientes acumulados a lo largo del piedemonte de los cerros.



000022

ANEXO No. 2
FENOMENOS DE INESTABILIDAD



FENOMENOS DE INESTABILIDAD

1 DESLIZAMIENTOS:

En los deslizamientos el movimiento se debe a fallas por corte a lo largo de una o varias superficies visibles o que pueden inferirse razonablemente. Existen dos grupos de deslizamientos de acuerdo con la superficie de falla generada: (A) los rotacionales con superficie de falla curva y (B) los traslacionales con superficie más o menos plana. En el tipo A se incluye el familiar hundimiento. Para efectos del presente informe, y dadas las características de los deslizamientos encontrados, sólo se incluyen descripciones de los del tipo rotacionales.

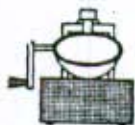
2 REPTAMIENTOS:

También conocidos con el nombre de "creep", están constituidos por movimientos muy lentos (unos pocos centímetros al año), y que afectan la parte superficial de la ladera. Se pueden reconocer fácilmente por el aspecto rugoso del terreno, formación de pequeños escalones y apozamientos ocasionales del agua como los encontrados en el costado sur del lote, crecimiento defectuoso por inclinación de los árboles (Fotografía 4) y desplazamientos de cercas. Estas características se manifiestan aún en taludes de pendiente moderada y con cobertura vegetal. A diferencia de los deslizamientos, no se presenta una separación definida entre la masa en movimiento y la que permanece en su sitio.

3 FLUJOS:

Constituyen mezclas de materiales sueltos y agua en diferentes proporciones, conformando masas de distinta viscosidad, las cuales se desplazan lenta o rápidamente sobre las laderas, taludes o cauces, provocando distintos grados de devastación. Son generalmente angostos y su extensión es muy variable desde pocos metros hasta varias decenas de kilómetros.

Dentro de los tipos de flujos encontrados se pueden mencionar el denominado "flujo de detritos", que afecta fragmentos de rocas de diferente tamaño embebidos en matriz fina y se movilizan en forma rápida a muy rápida, dependiendo de la pendiente del terreno y del contenido de humedad.



000024

ANEXO No. 3

CARACTERISTICAS GEOTECNICAS DEL SUBSUELO









SEBASTIAN CARBONE BELLINI	
	CONJUNTO JARDIN BELVEDERE. ESTUDIO GEOTECNICO.
	LOCALIZACION GENERAL.
INGENIERIA Y GEOTECNIA LTDA.	ESCALA 1:25.000
ABRIL, 1992	FIGURA 1

000025

C O N V E N C I O N E S

000026

-  Canales naturales en superficie.
-  Límite litológico.
-  Escarpe erosivo.
-  Buzamiento fotogeológico volcado
-  Escarpe de deslizamiento y flujos de tierra.
-  Erosión laminar con tendencia a formación de cárcavas.

L E Y E N D A

- K_G** Formación Guadalupe : Arenisca tierna y esquistos arcillosos.
- T_G** Formación Guaduas : Arcillolitas con areniscas intercaladas y carbón.
- T_C** Formación Cacho : Areniscas algunas veces friables de caracter lenticular.
- T_B** Formación Bogotá : Arcillolitas rojas y grises con intercalaciones de arenisca.
- Q_B** Depósito de sobrantes de cortes y construcción.
- Q_{cl}** Depósito coluvial : Bloques de arenisca en matriz arcillosa .
- Q_{ft}** Flujos de tierra : Arcillas plásticas en movimiento en pequeñas cañadas .

FIGURAS 2, 3 y 4



Fotografía No. 25
Vuelo 025 SAC
Fecha:
Escala: 1:2500

FIGURA 2



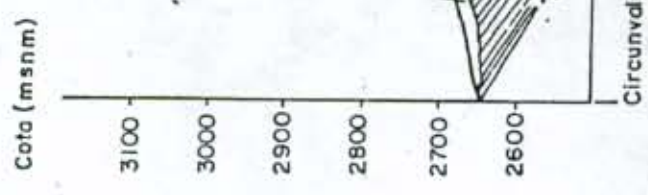
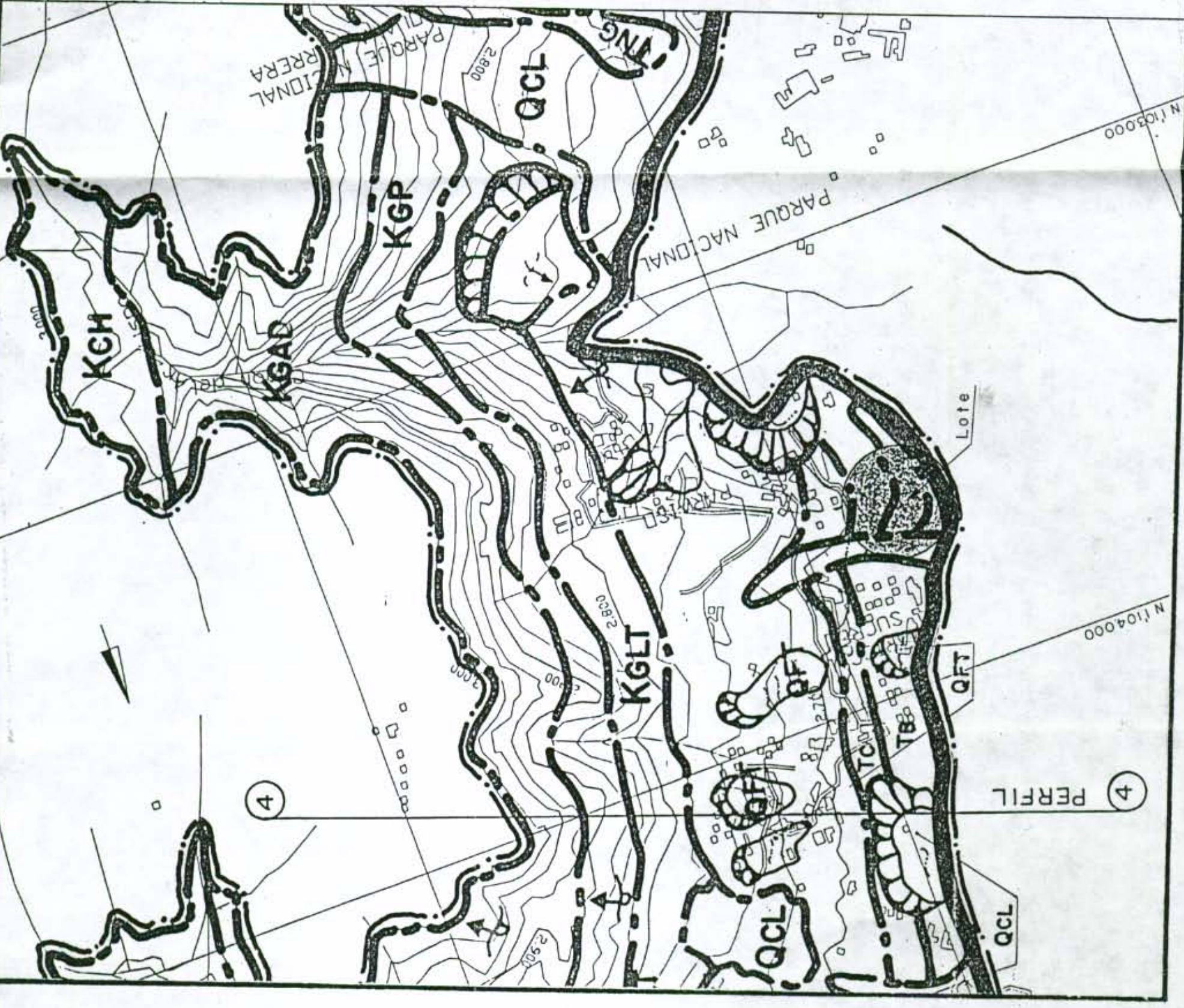
Fotografía No. 123
Vuelo: C-1775 IGAC
Fecha: Dic. 3 / 77
Escala: 1: 7600

FIGURA 3



Fotografía No. 100
Vuelo C-2161 IGAC
Fecha: Dic. 3/84
Escala: 1:8700

FIGURA 4



PERFIL 4-4

FIGURA 5 — CONJUNTO JARDIN BELVEDERE. GEOLOGIA GENERAL. ESCALA 1:10,000

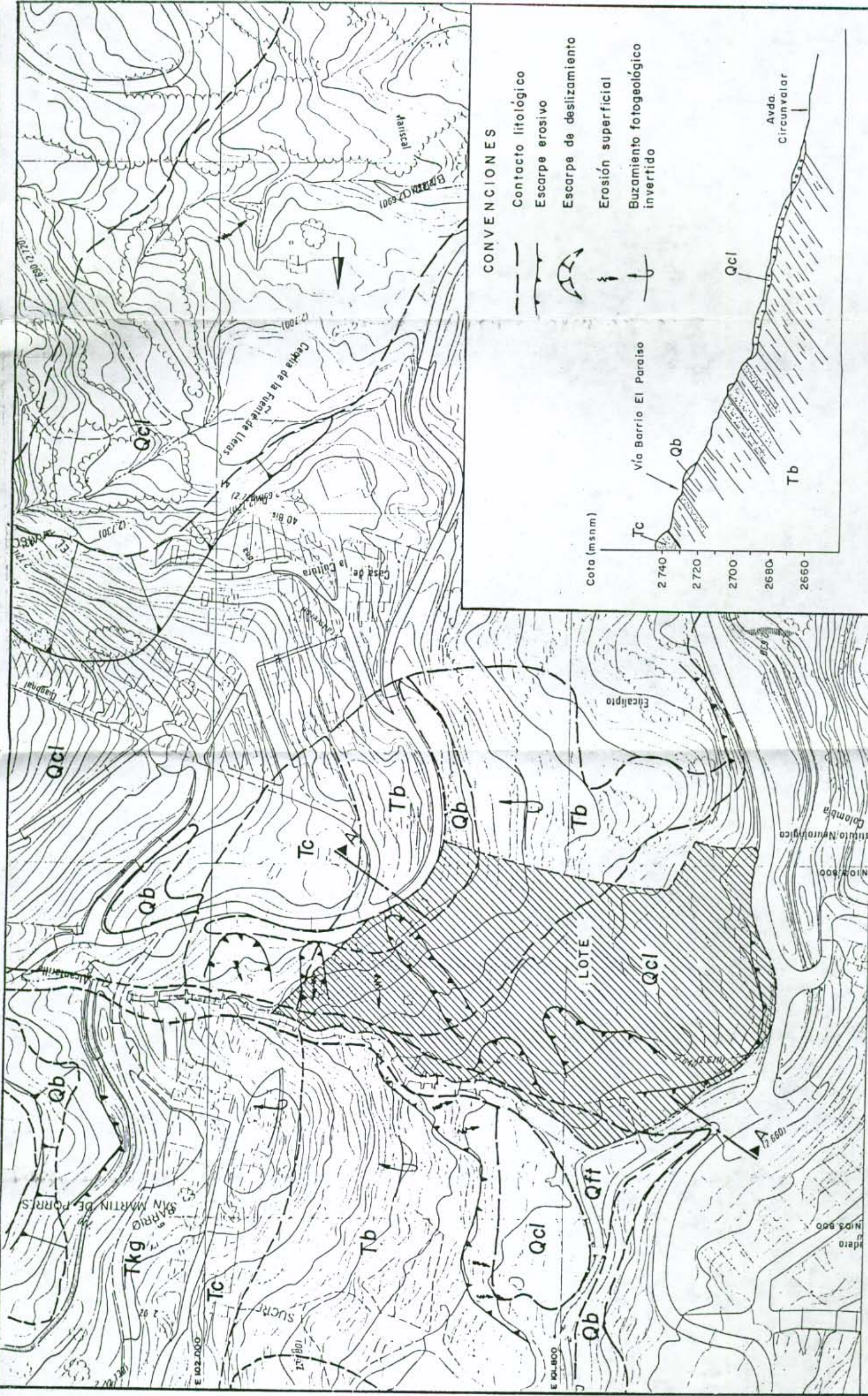


FIGURA 6 — CONJUNTO JARDIN BELVEDERE. GEOLOGIA LOCAL.
 ESCALA 1:2000

CORTE ESQUEMATICO A-A
 ESCALA 1:2000



INGENIERIA Y GEOTECNIA LTDA
REGISTRO DE PERFORACION.

PROYECTO CONJUNTO "JARDIN BELVEDERE" — Transversal 4a. No. 43-60

FECHA Marzo, 1992

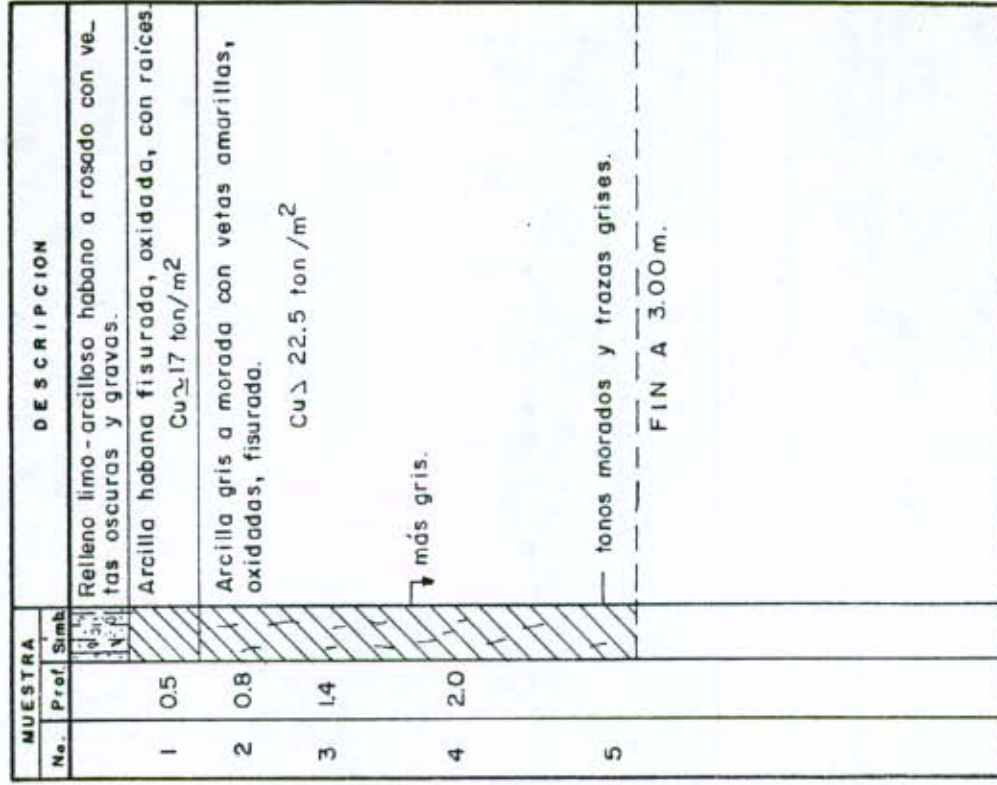
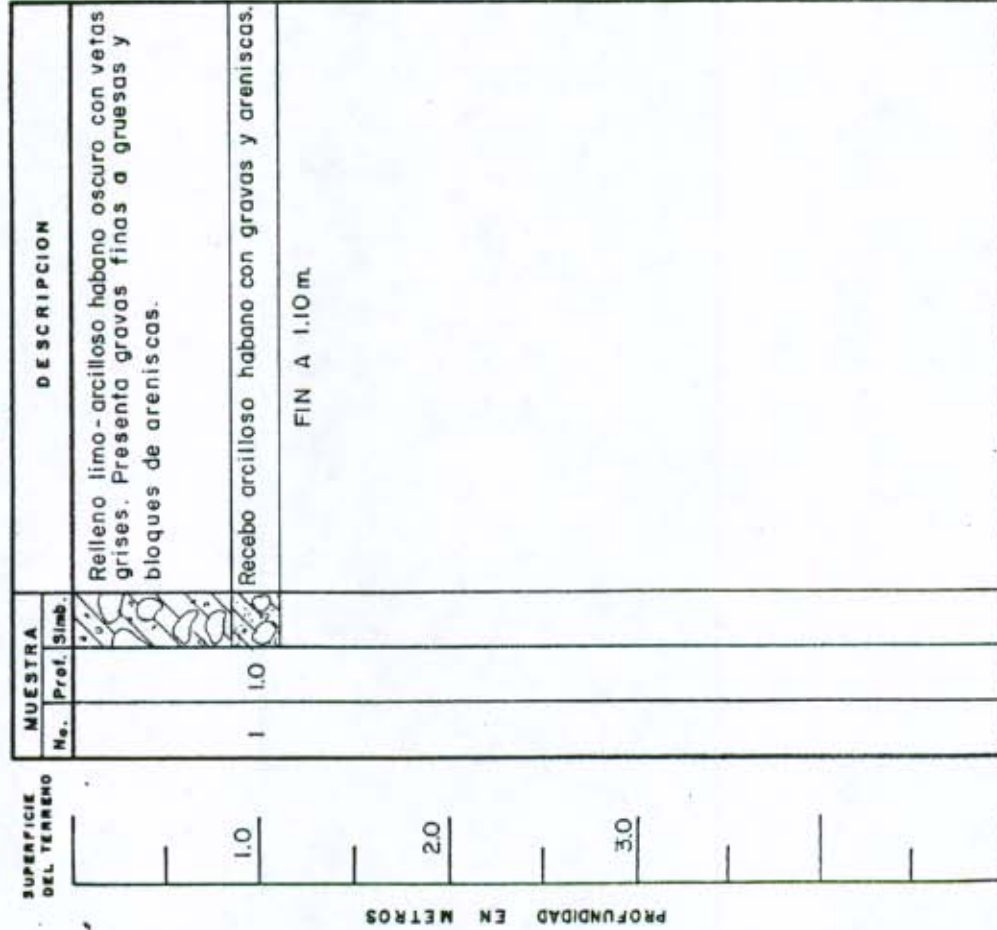
APIQUE Nº 1

APIQUE Nº 2

COTA 1

COTA 1

SUPERFICIE
DEL TERRENO



PROFUNDIDAD EN METROS

000032

FIGURA No. 7



INGENIERIA Y GEOTECNIA LTDA
REGISTRO DE PERFORACION.

PROYECTO CONJUNTO "JARDIN BELVEDERE" - Transversal 4a. No. 43-60

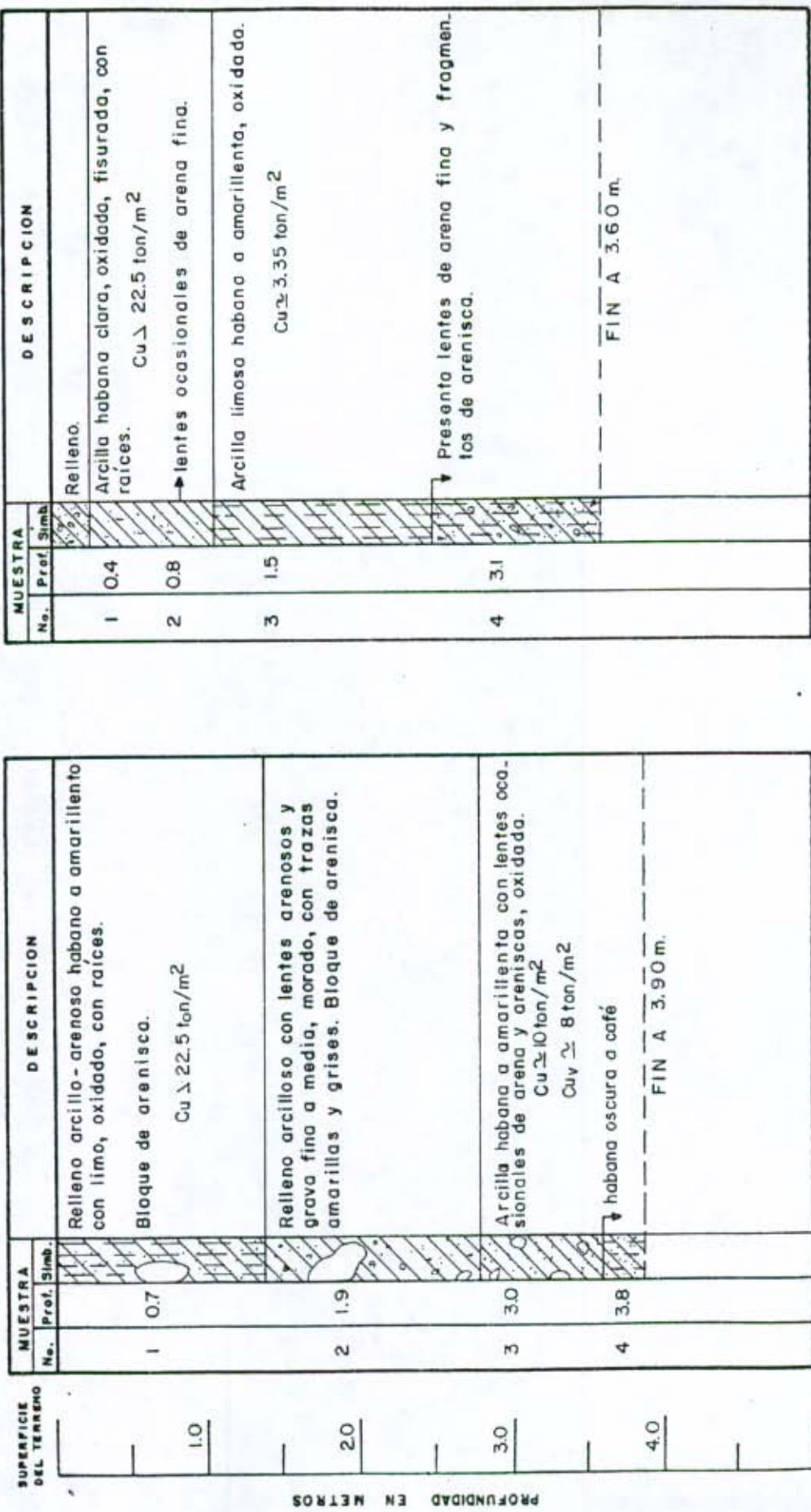
FECHA Marzo, 1992

APIQUE Nº 3

APIQUE Nº 4

COTA:

COTA:



000033

FIGURA No. 8



INGENIERIA Y GEOTECNIA LTDA
REGISTRO DE PERFORACION .

PROYECTO CONJUNTO " JARDIN BELDEVERE " — Transversal 4a. No. 43-60

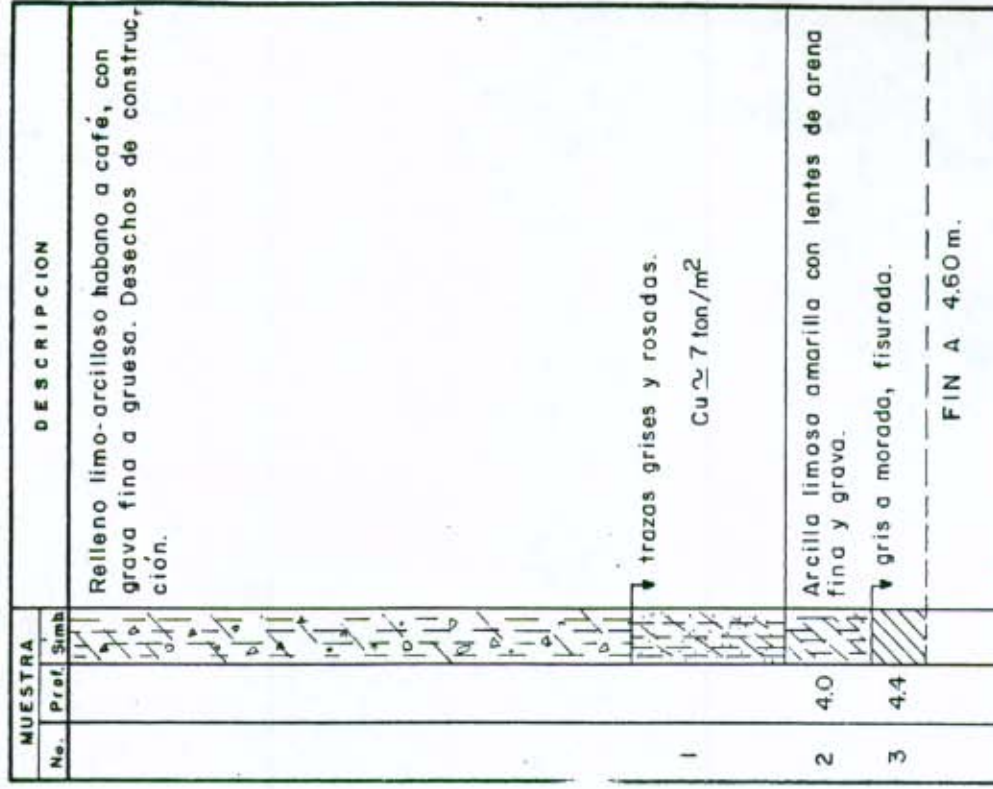
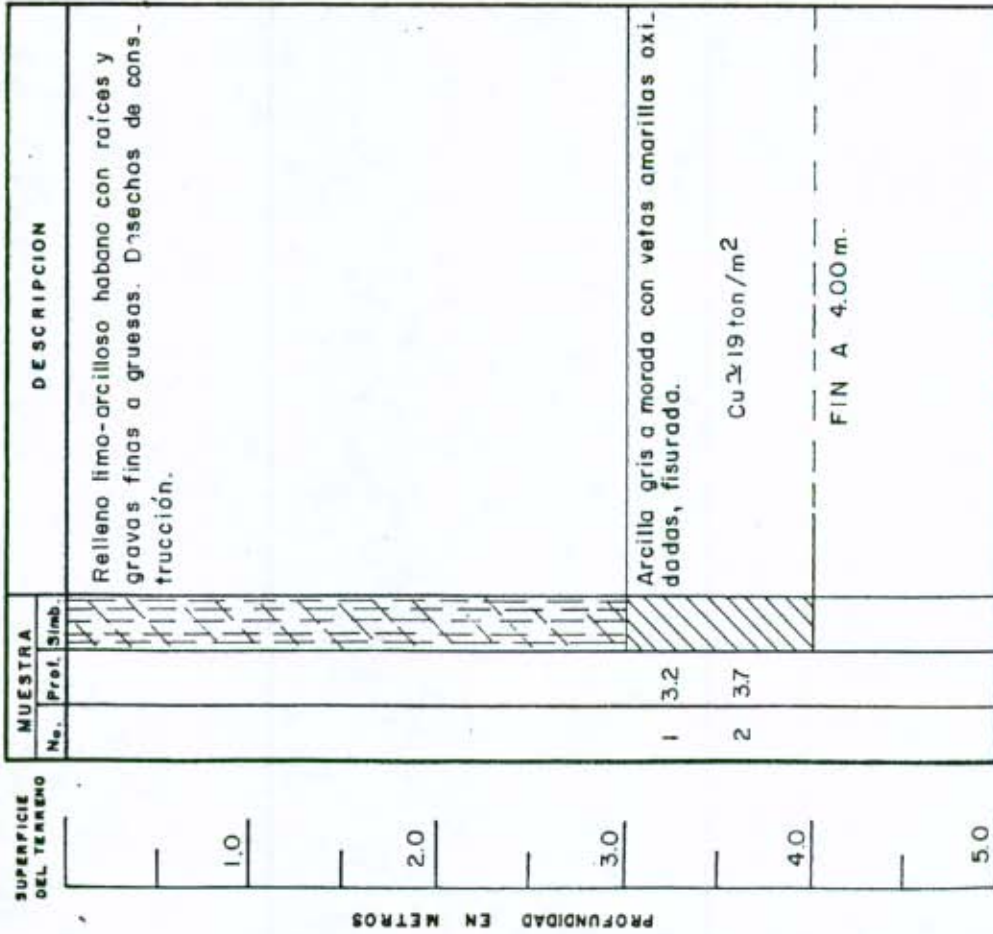
FECHA Marzo, 1992

APIQUE N° 5

APIQUE N° 6

COTA :

COTA :



PROFUNDIDAD EN METROS

000034

FIGURA No. 9



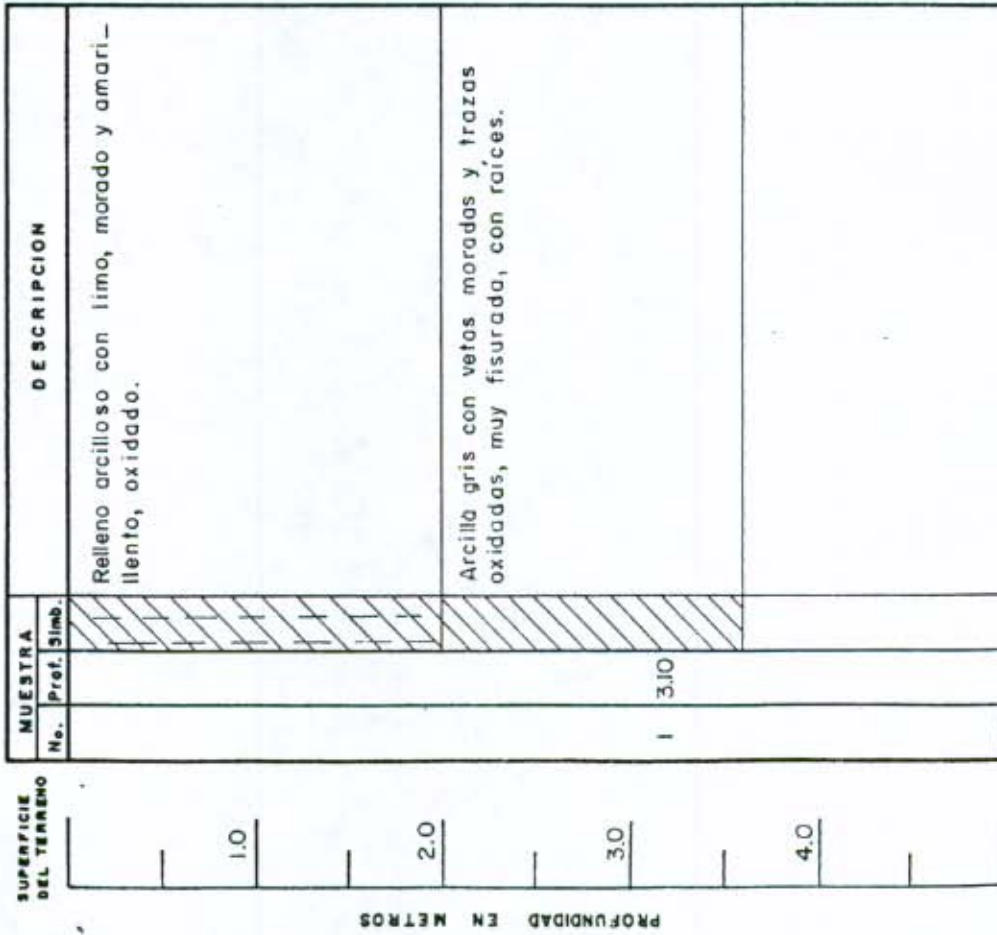
INGENIERIA Y GEOTECNIA LTDA
REGISTRO DE PERFORACION .

PROYECTO **CONJUNTO "JARDIN BELVEDERE"** - Transversal 4a. No. 43 -60

FECHA **Marzo, 1992**

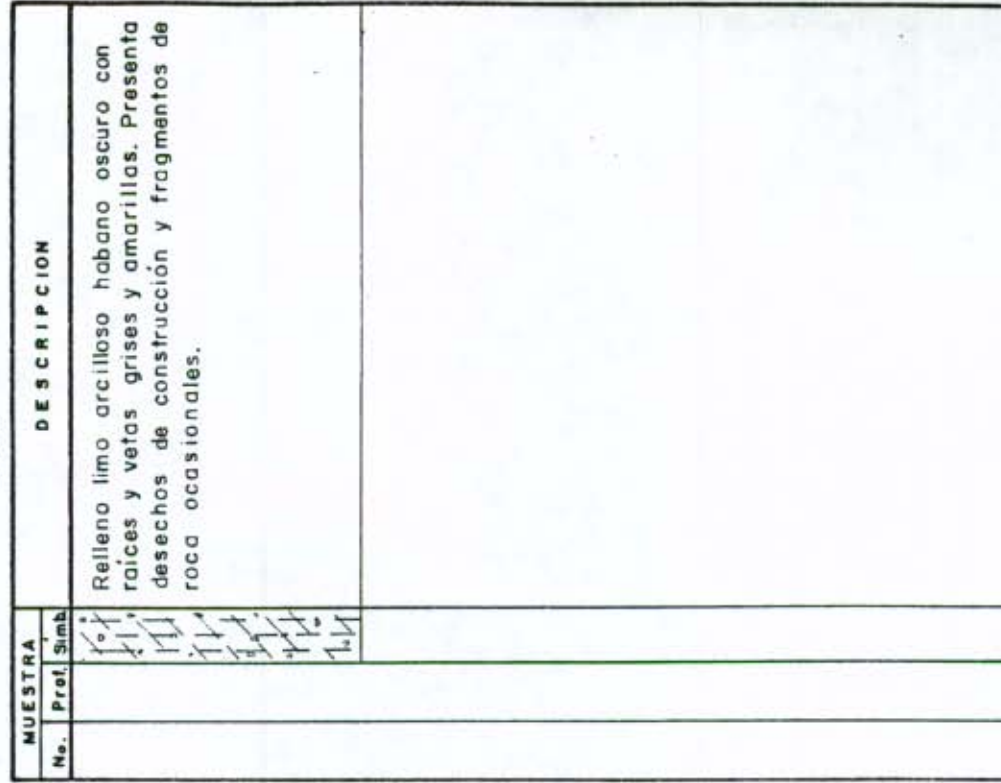
TRINCHERA I

COTA I



TRINCHERA 2

COTA I



000035



INGENIERIA Y GEOTECNIA LTDA
REGISTRO DE PERFORACION.

PROYECTO CONJUNTO "JARDIN BEVEDERE" — Transversal 4a. No. 43-60

FECHA Marzo, 1992

TRINCHERA 3

APIQUE N°

COTA:

SUPERFICIE
DEL TERRENO

MUESTRA		DESCRIPCION
No.	Prof. Simb.	
1C	0.7	Limo café oscuro con raíces y gravas finas a media. Desechos de construcción.
1B	2.6	Limo negro con raíces y fragmentos de roca. Desechos de construcción
1A	4.5	Limo arcilloso habano oscuro con gravas, finas a gruesas y desechos de construcción. Rocas ocasionales.

PROFUNDIDAD EN METROS



MUESTRA		DESCRIPCION
No.	Prof. Simb.	

000036

FIGURA No. II



INGENIERIA Y GEOTECNIA LTDA.
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS

CARTA DE PLASTICIDAD.

PROYECTO CONJUNTO "JARDIN BELVEDERE"

FECHA Marzo, 1992

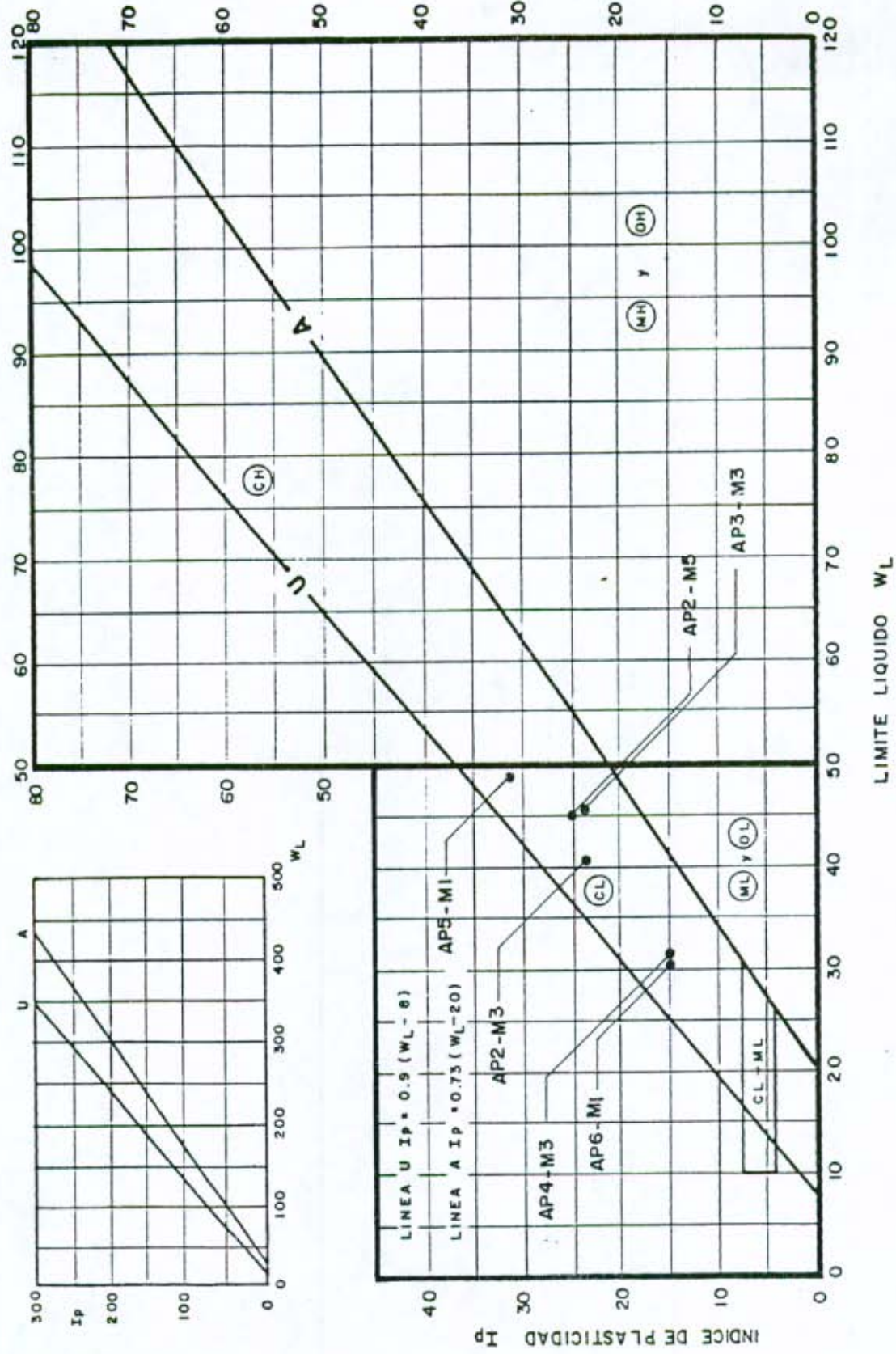
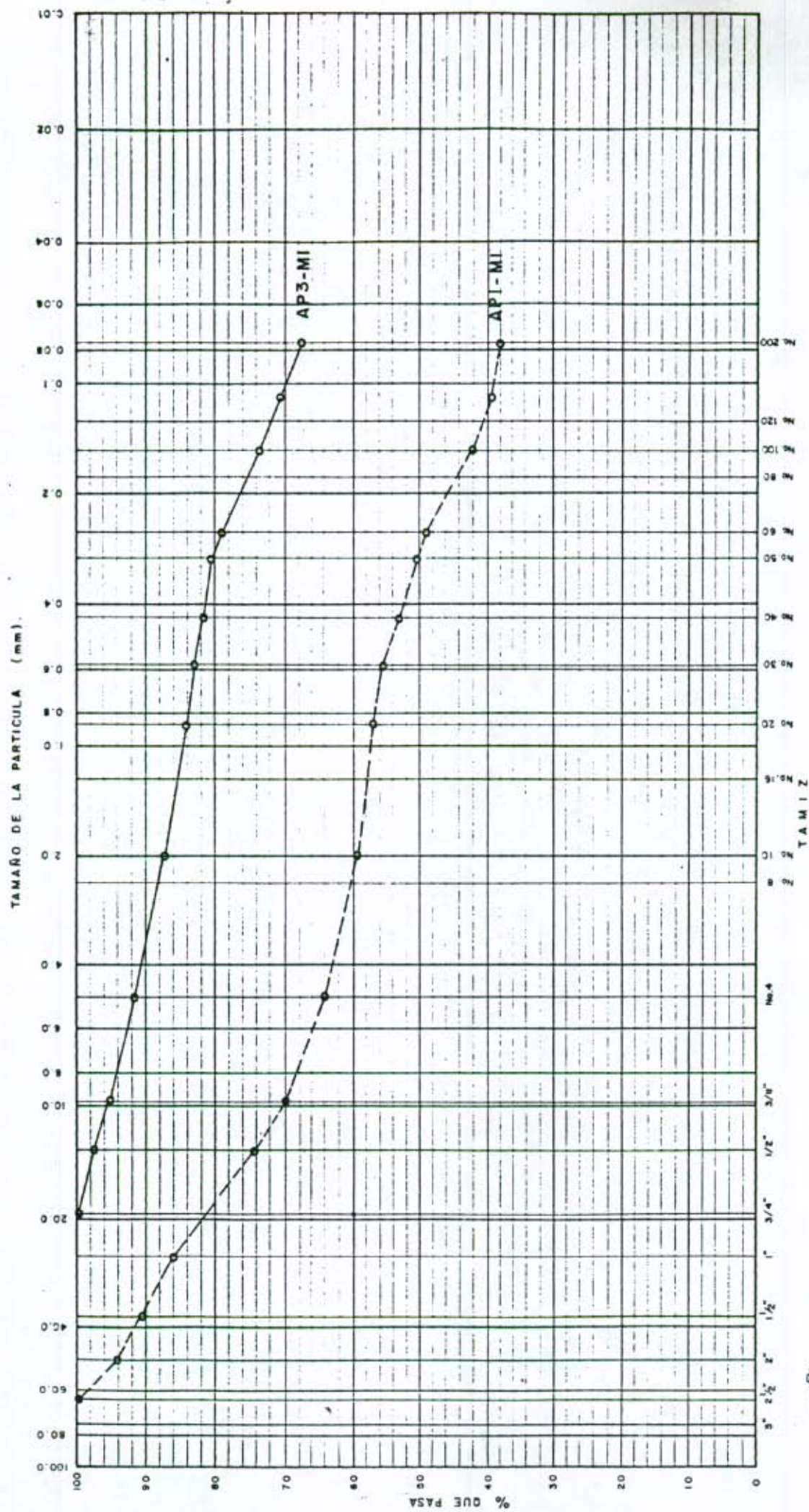


FIGURA N 12

000037



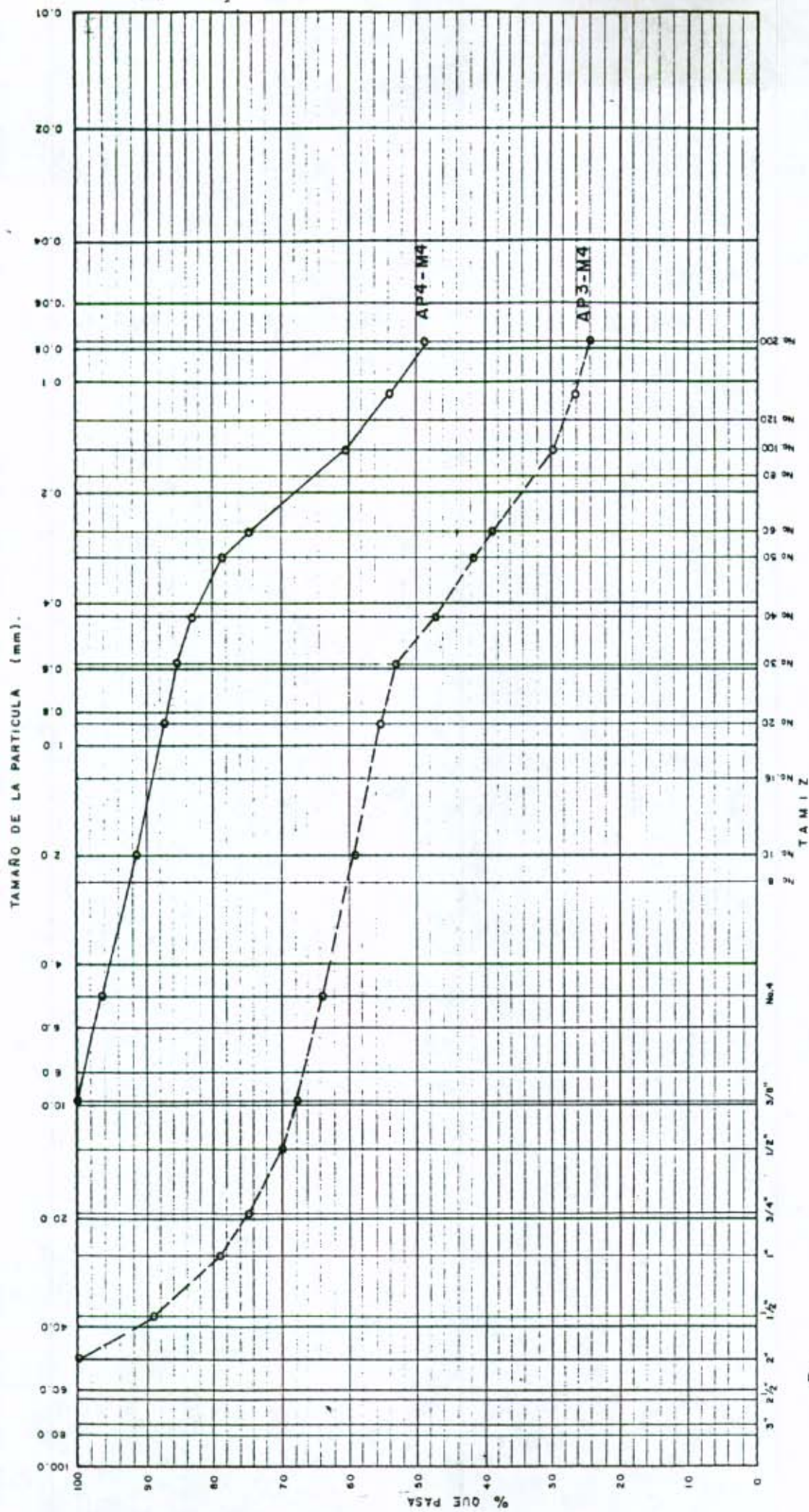
INGENIERIA Y GEOTECNIA LTDA.
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS

CURVA DE GRADACION

PROYECTO CONJUNTO "JARDIN BELVEDERE"

FIG. No. 13 _____ FECHA Marzo, 1992

MUESTRA No.	DESCRIPCION	LIMITE LIQUIDO	LIMITE PLASTICO	INDICE PLASTICO	PESO ESPECIF.	Cu	C8	CLASIFICACION.
API-MI	Recabo. Grava gruesa a fina con arena fina, amarillo.							GC
AP3-MI	Arcilla limosa amarillenta con gravas y arenas finas.							CL



INGENIERIA Y GEOTECNIA LTDA.
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS

CURVA DE GRADACION

PROYECTO CONJUNTO "JARDIN BELVEDERE

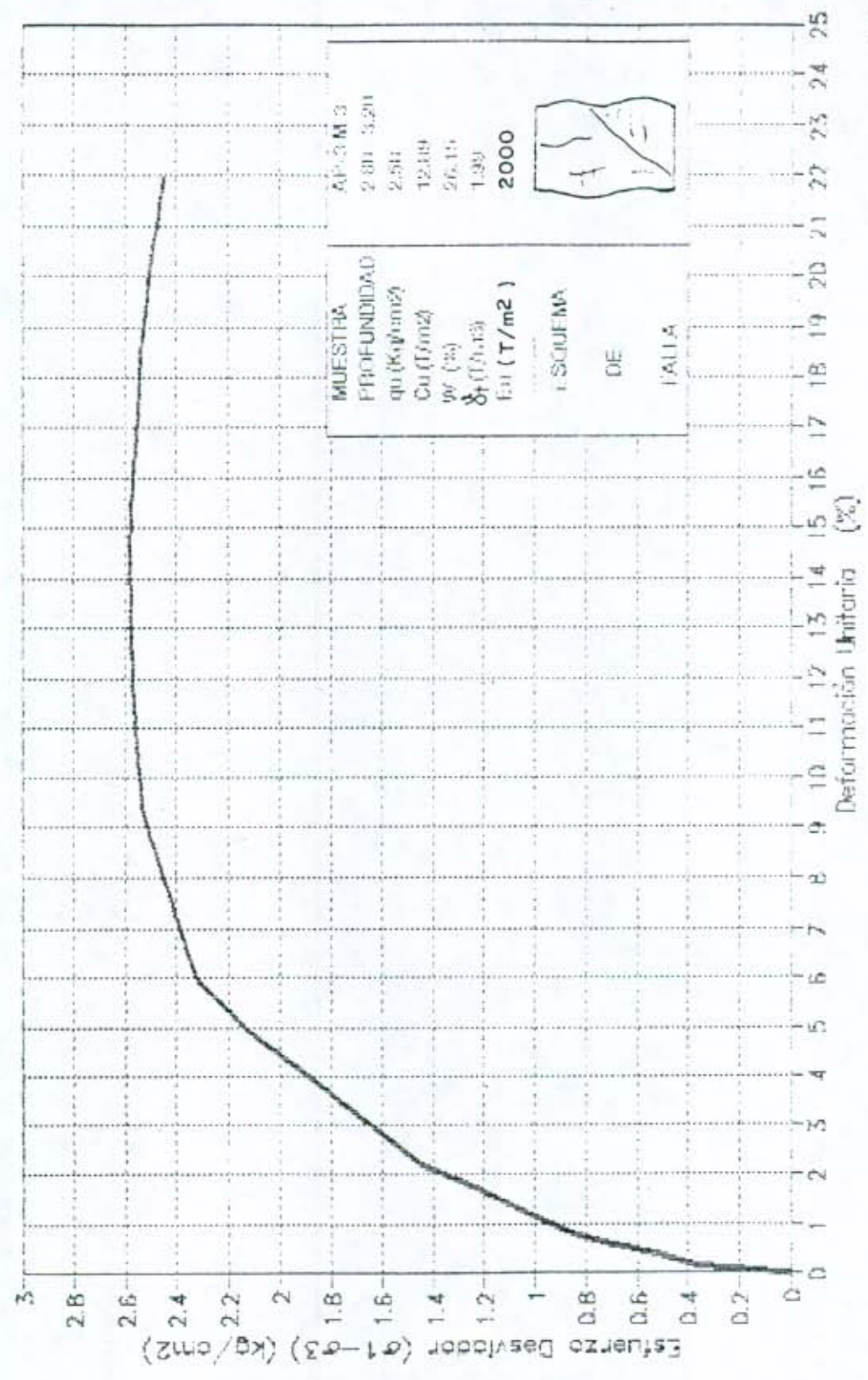
FIG. No. 14

FECHA Marzo, 1992

MUESTRA No.	DESCRIPCION	LIMITE LIQUIDO	LIMITE PLASTICO	INDICE PLASTICO	PESO ESPECIF.	Cu	Cg	CLASIFICACION.
AP3-M4	Arenas y gravas arcillosas, finas a gruesas, café y rojiza							SC
AP4-M4	Arena fina arcillosa haba, na semioscura.							SC

INGENIERIA Y GEOTECNIA LTDA

ENSAYO DE COMPRESION INCONFINADA
Conjunto Belvedere



MUESTRA	AP.3 M 3
PROFUNDIDAD	2.80 - 3.20
qu (Kg/cm²)	2.54
Cu (T/m²)	12.09
w (%)	26.15
δ_r (T/m²)	1.39
Est (T/m²)	2000
ESQUEMA	
DE	
FAULA	

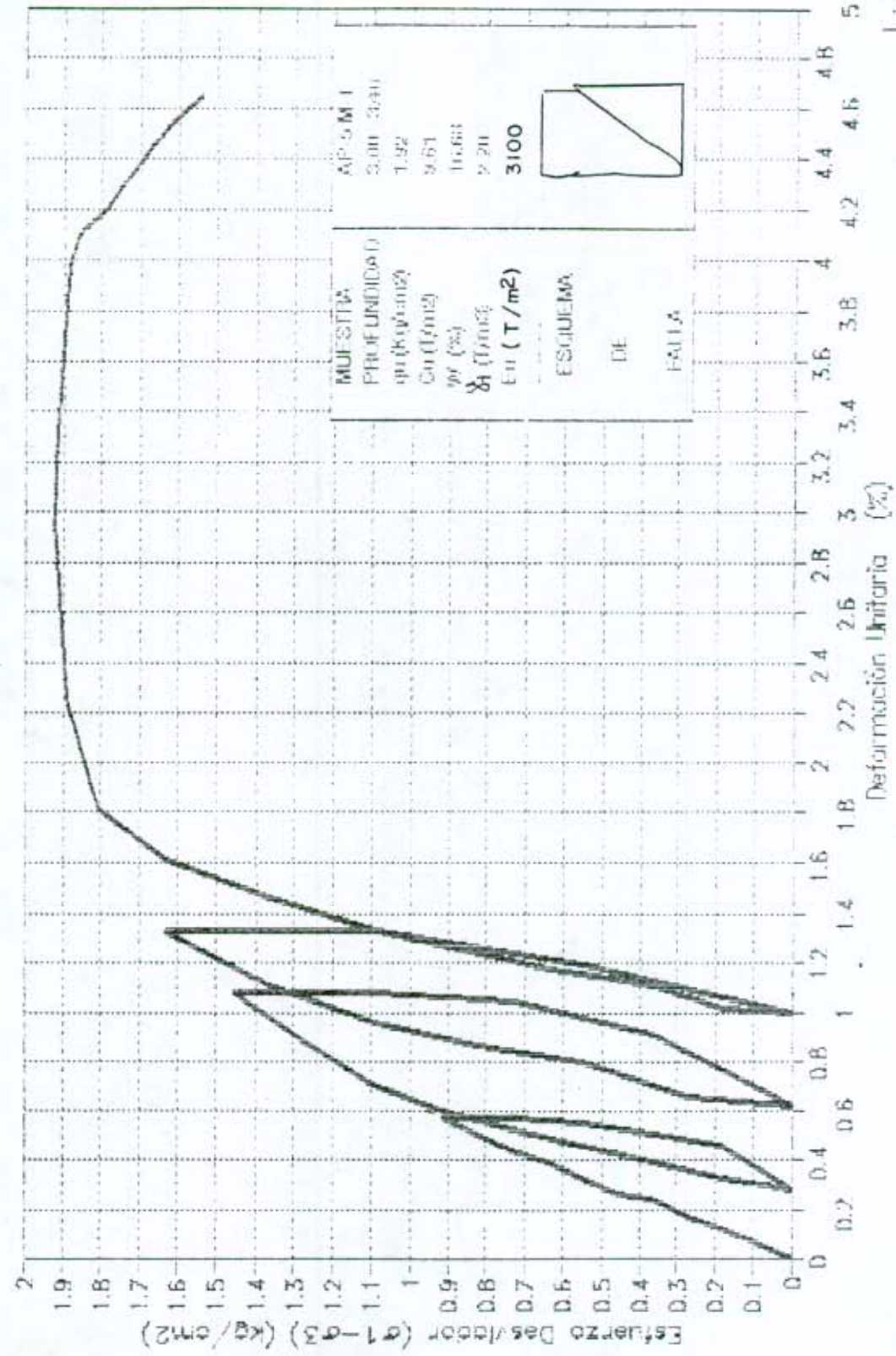
IGL

FIGURA 15

000040

ENSAYO DE COMPRESION INCONFINADA
Conjunto Belvedere

INGENIERIA Y GEOTECNIA LTDA



IGL

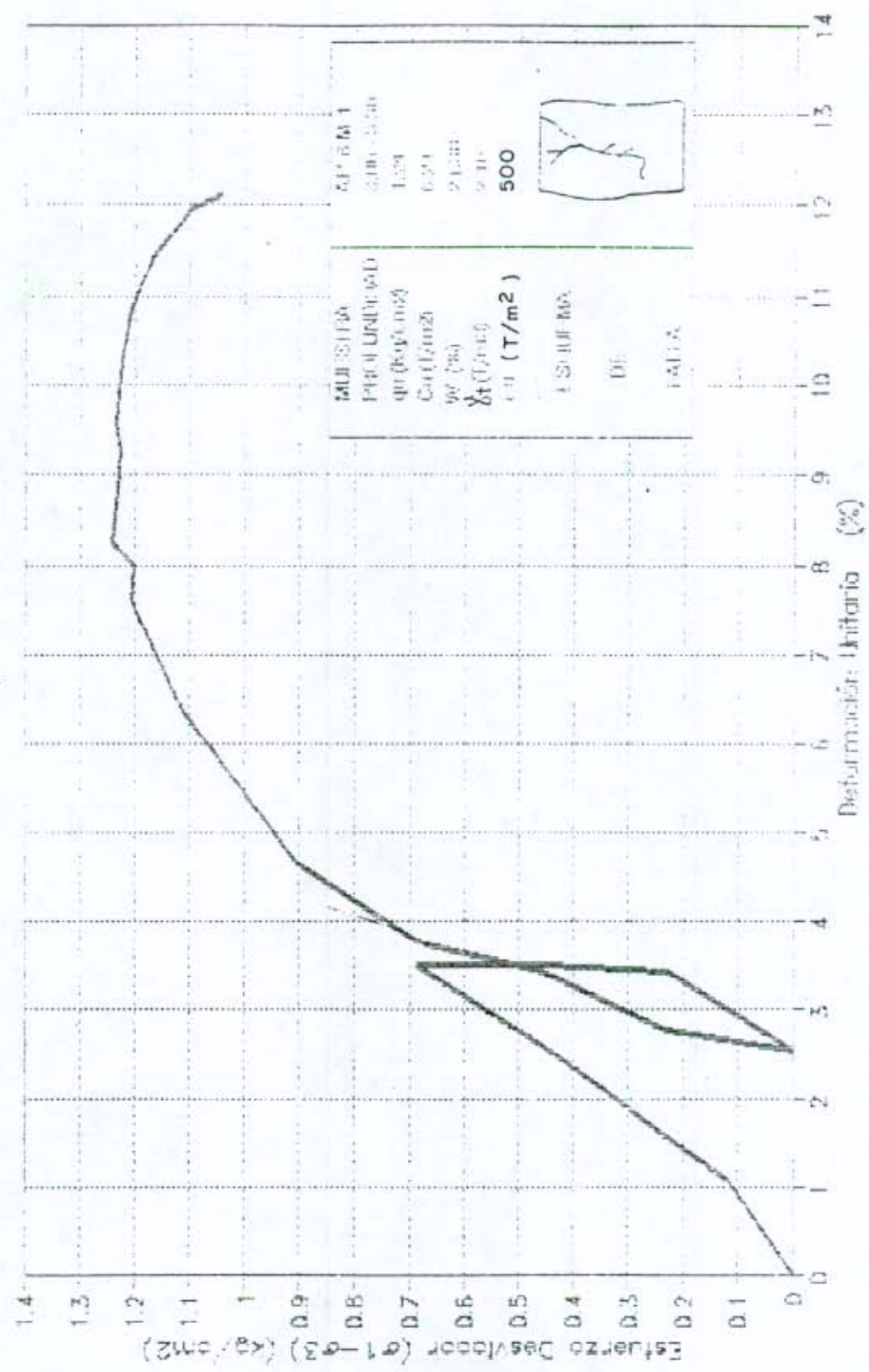
FIGURA 16

000042

INGENIERIA Y GEOTECNIA LTDA

ENSAYO DE COMPRESION INCONFINADA

Conjunto Belvedere

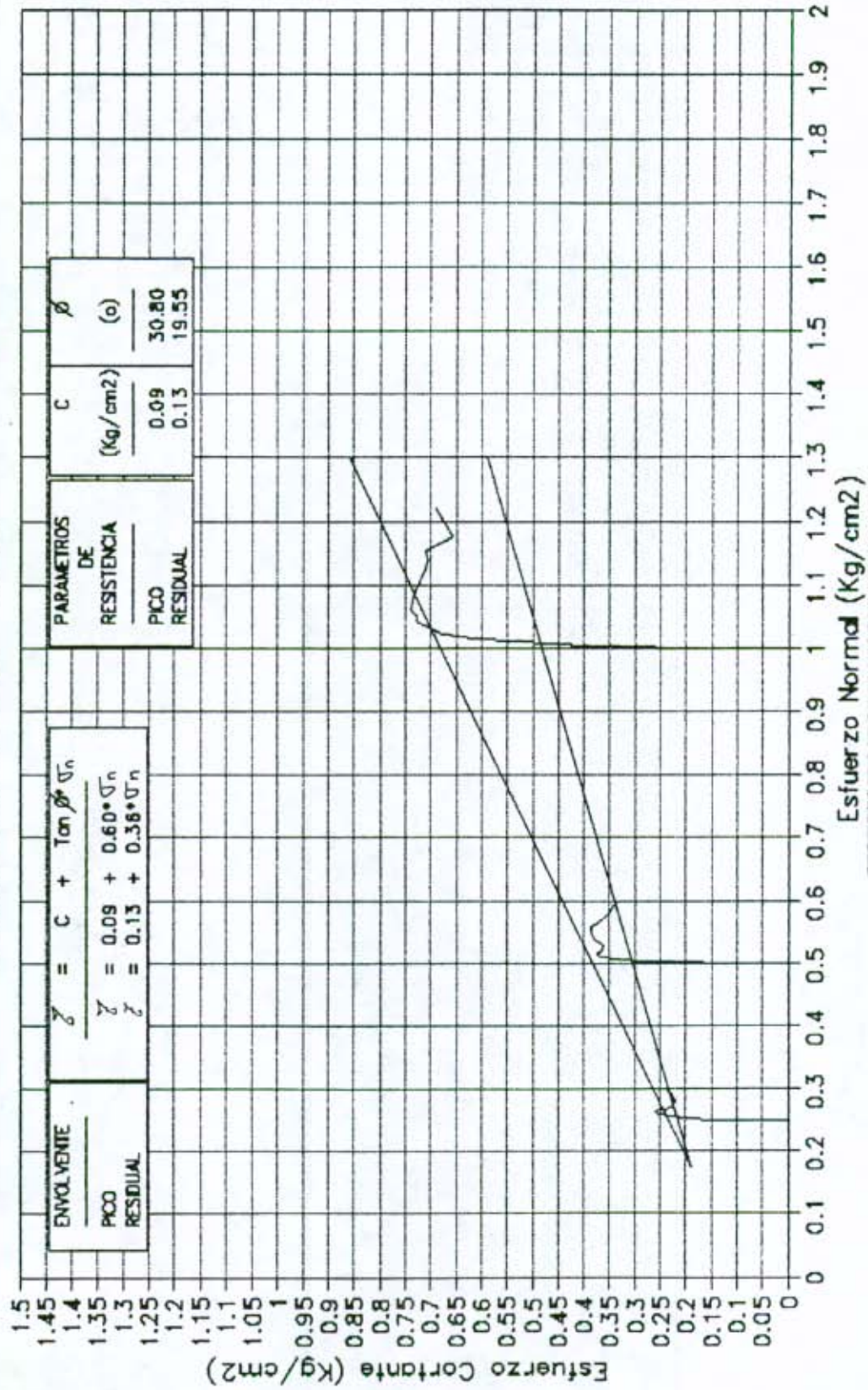


IGL

FIGURA 17

INGENIERIA Y GEOTECNIA LTDA

ENSAYO DE CORTE DIRECTO Conjunto Belvedere (3 - AP3)



DESCRIPCION: ARCILLA, limosa amarilla

IGL

FIGURA 18

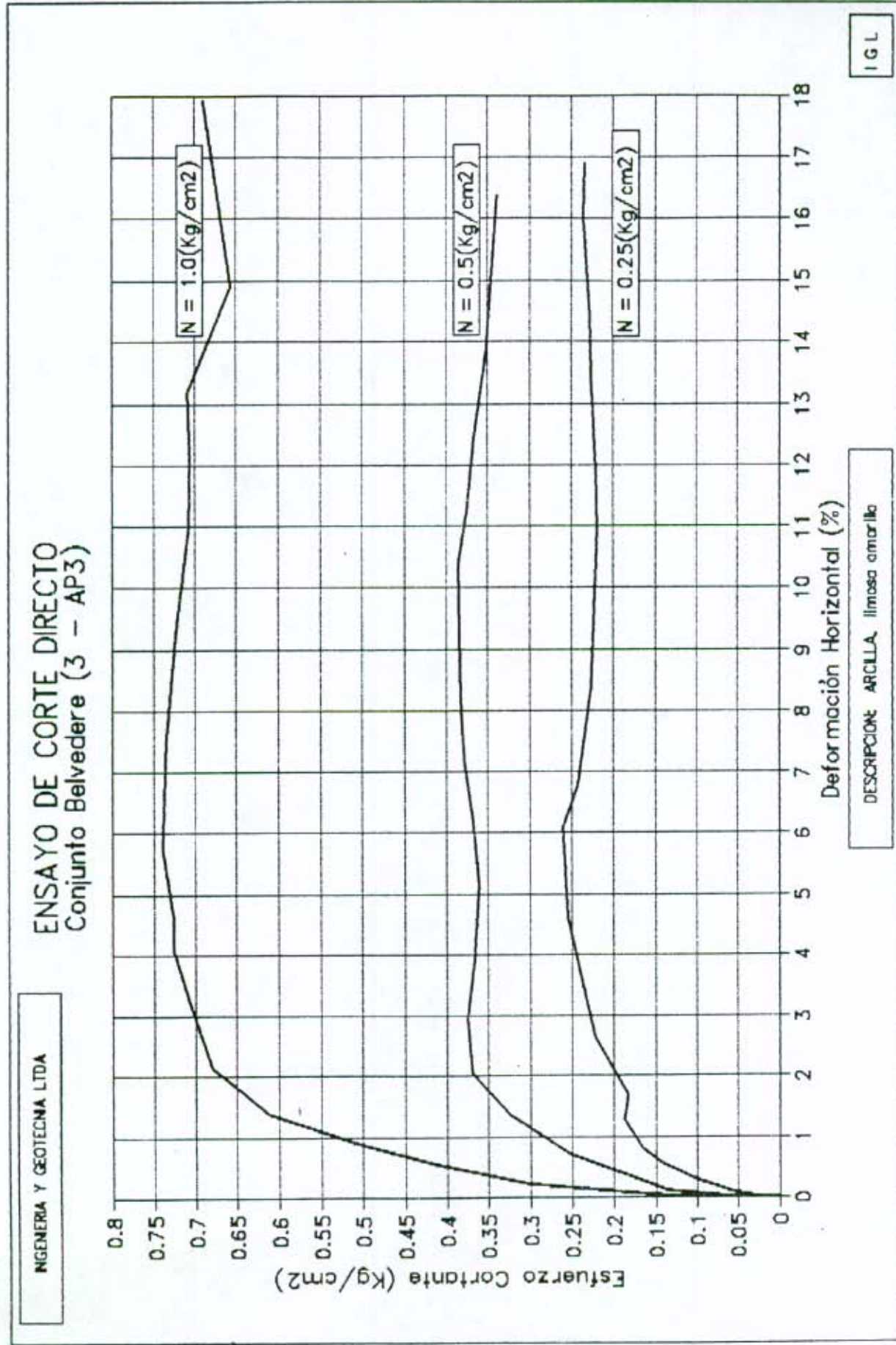
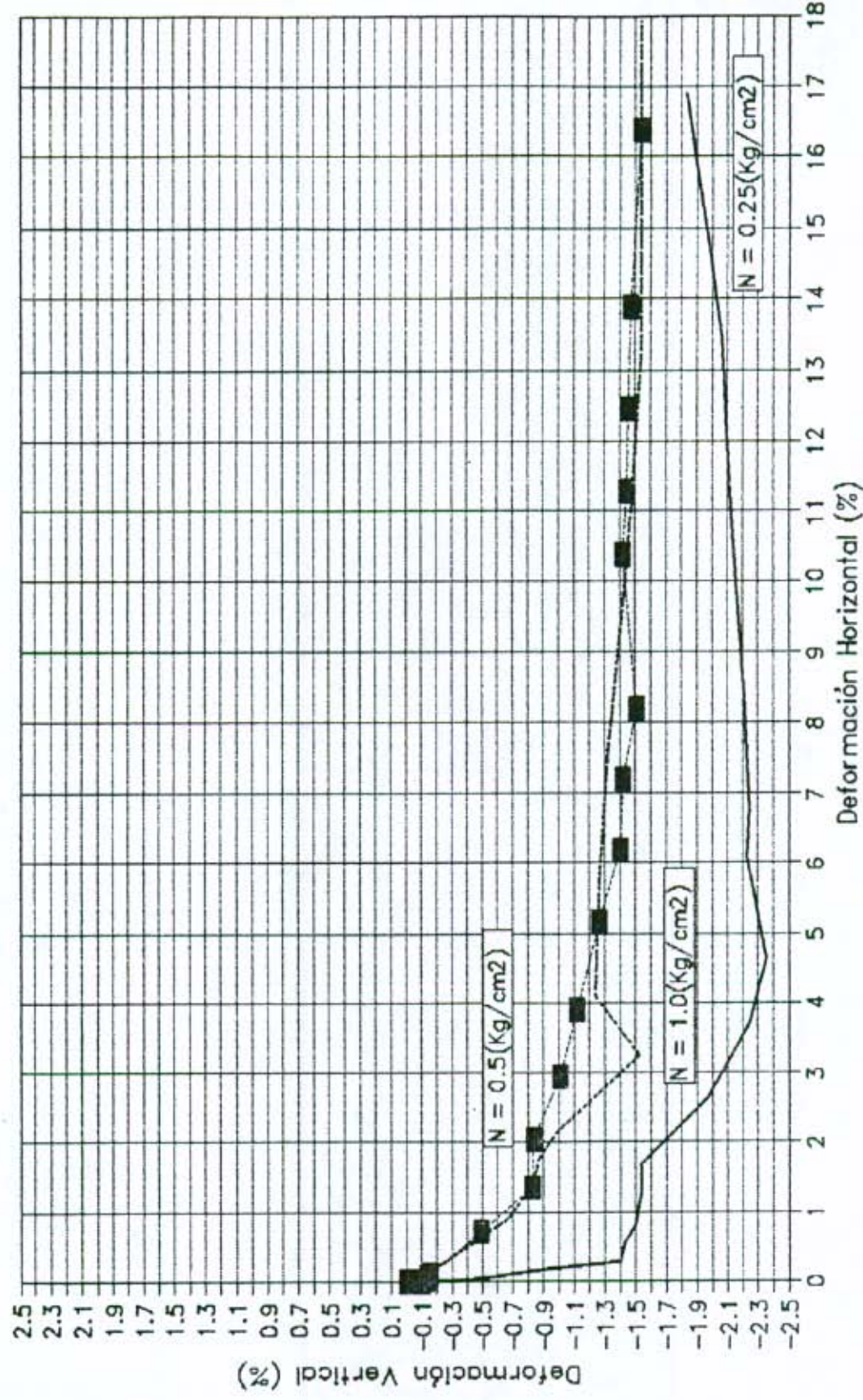


FIGURA 19

INGENIERIA Y GEOTECNIA LTDA

ENSAYO DE CORTE DIRECTO Conjunto Belvedere (3 - AP3)



DESCRIPCIÓN: ARCILLA, limosa amarilla

I G L

FIGURA 20

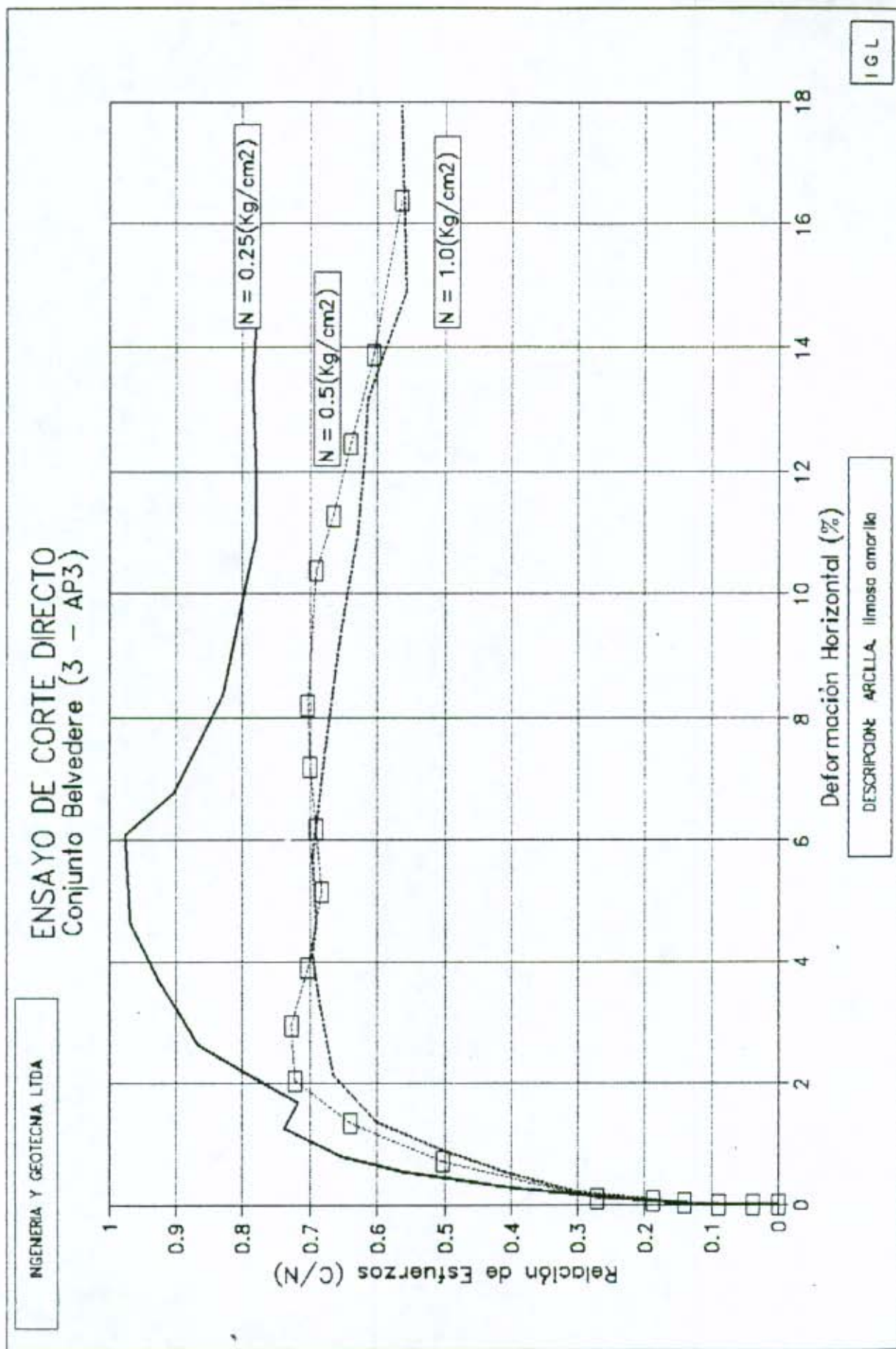
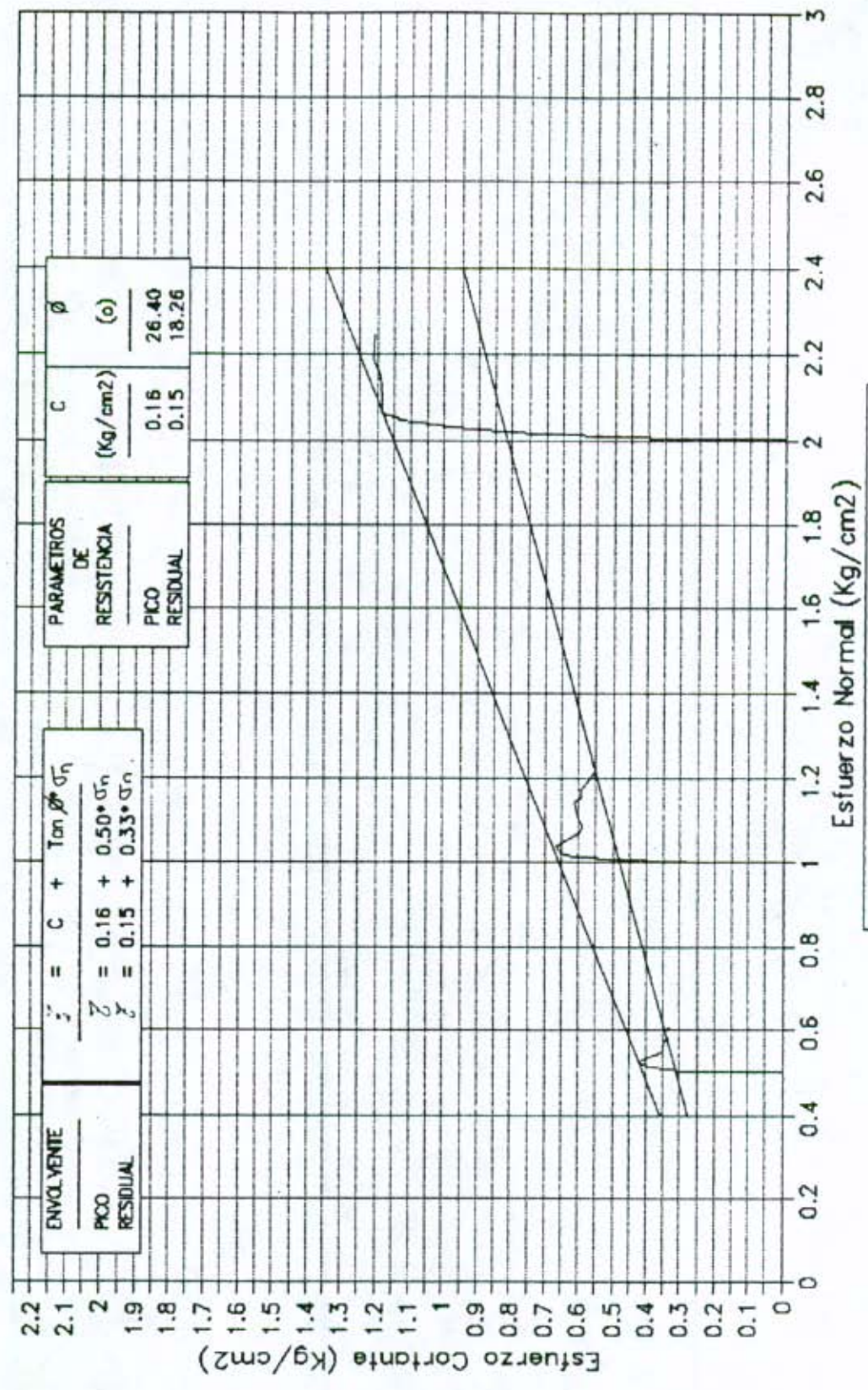


FIGURA 21

INGENIERIA Y GEOTECNIA LTDA

ENSAYO DE CORTE DIRECTO
Conjunto Belvedere (1 - AP5)



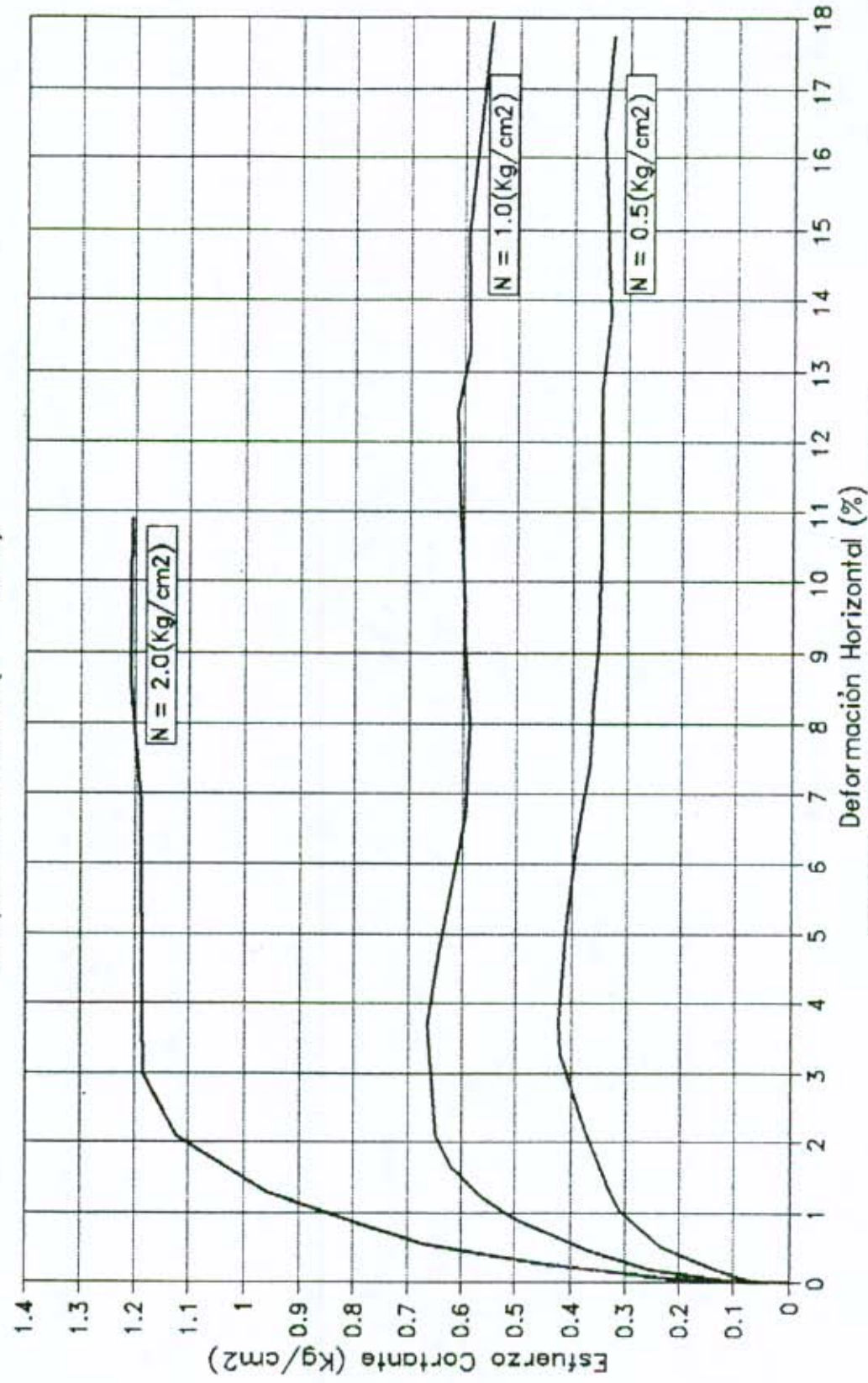
DESCRIPCION: ARCILLA, gris oxidada y morada

IGL

FIGURA 22

INGENIERIA Y GEOTECNIA LTDA

ENSAYO DE CORTE DIRECTO
Conjunto Belvedere (1 - AP5)

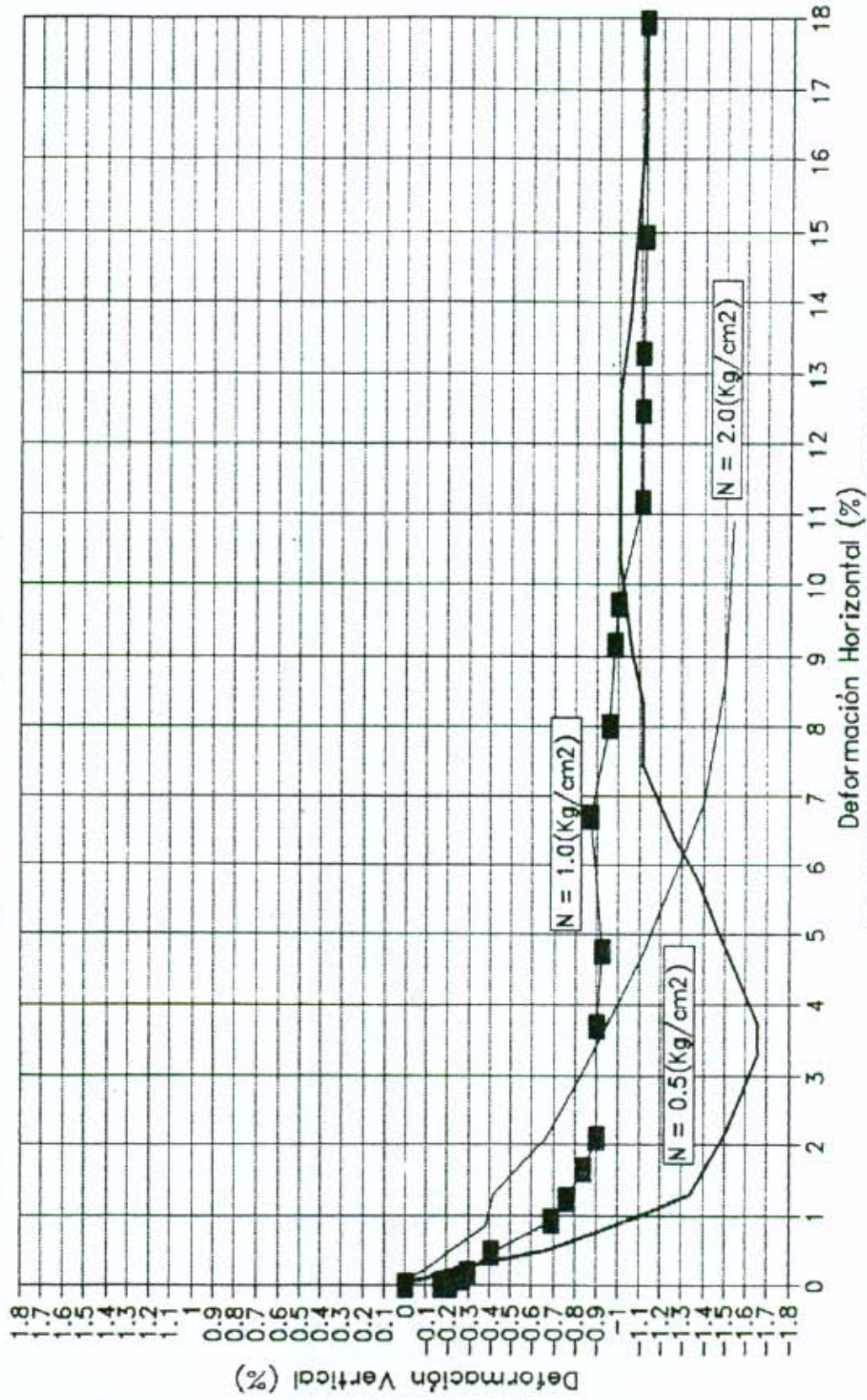


DESCRIPCION: ARCILLA, gr/s oxidado y morado

IGL

FIGURA 23

ENSAYO DE CORTE DIRECTO
Conjunto Belvedere (1 - AP5)



DESCRIPCION: ARCILLA, gris oxidado y morada

IGL

FIGURA 24

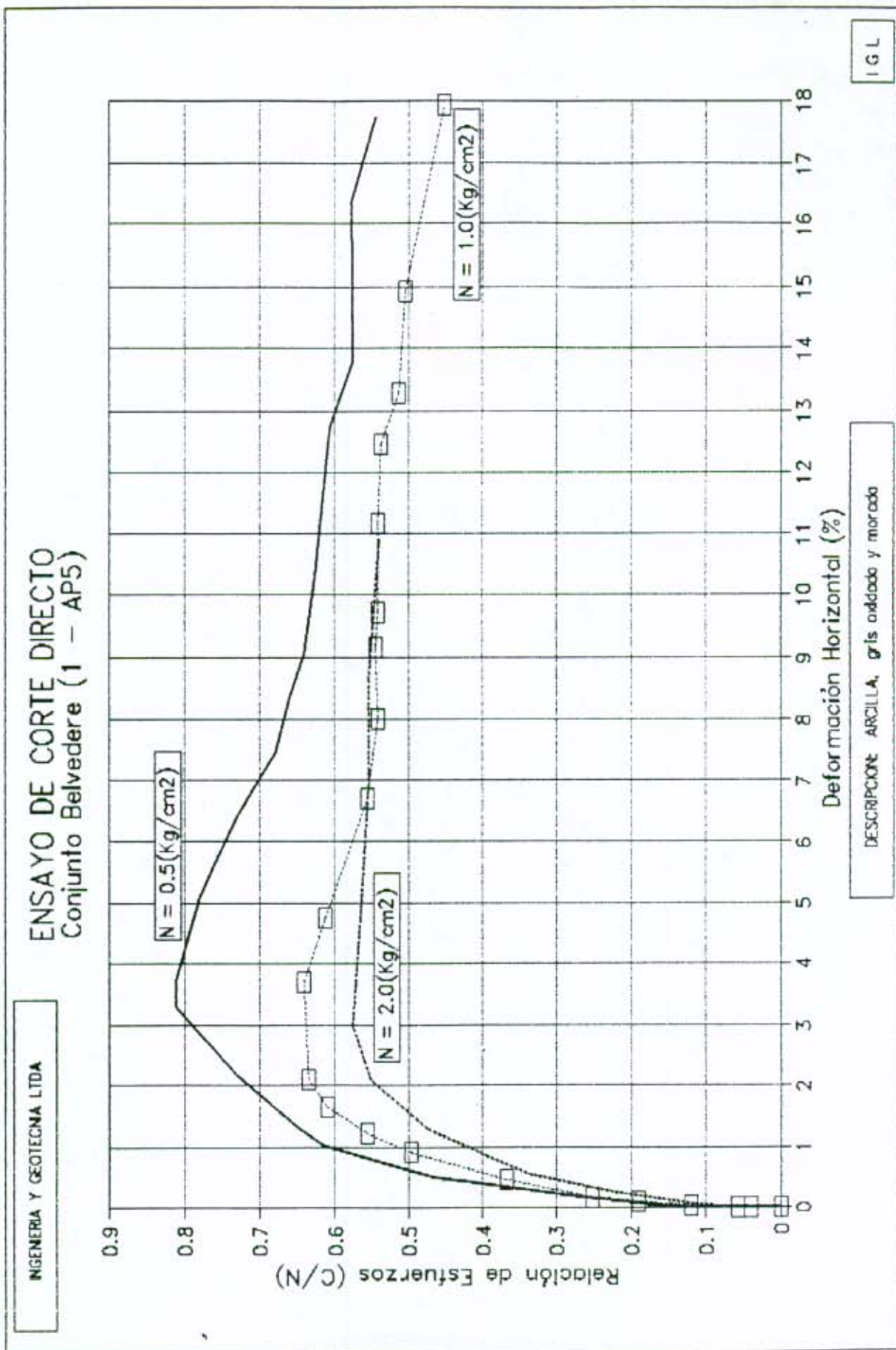


FIGURA 25

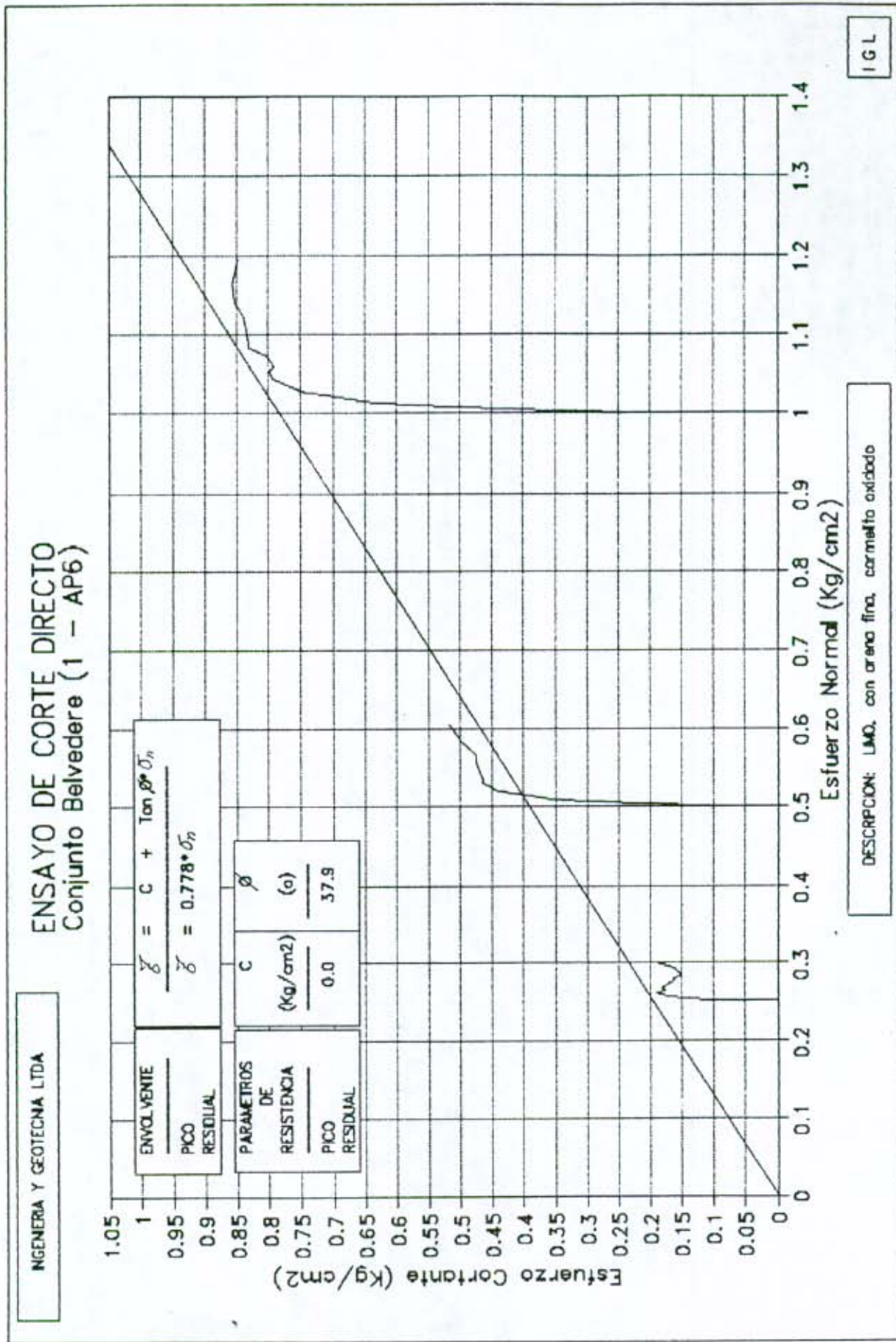


FIGURA 26

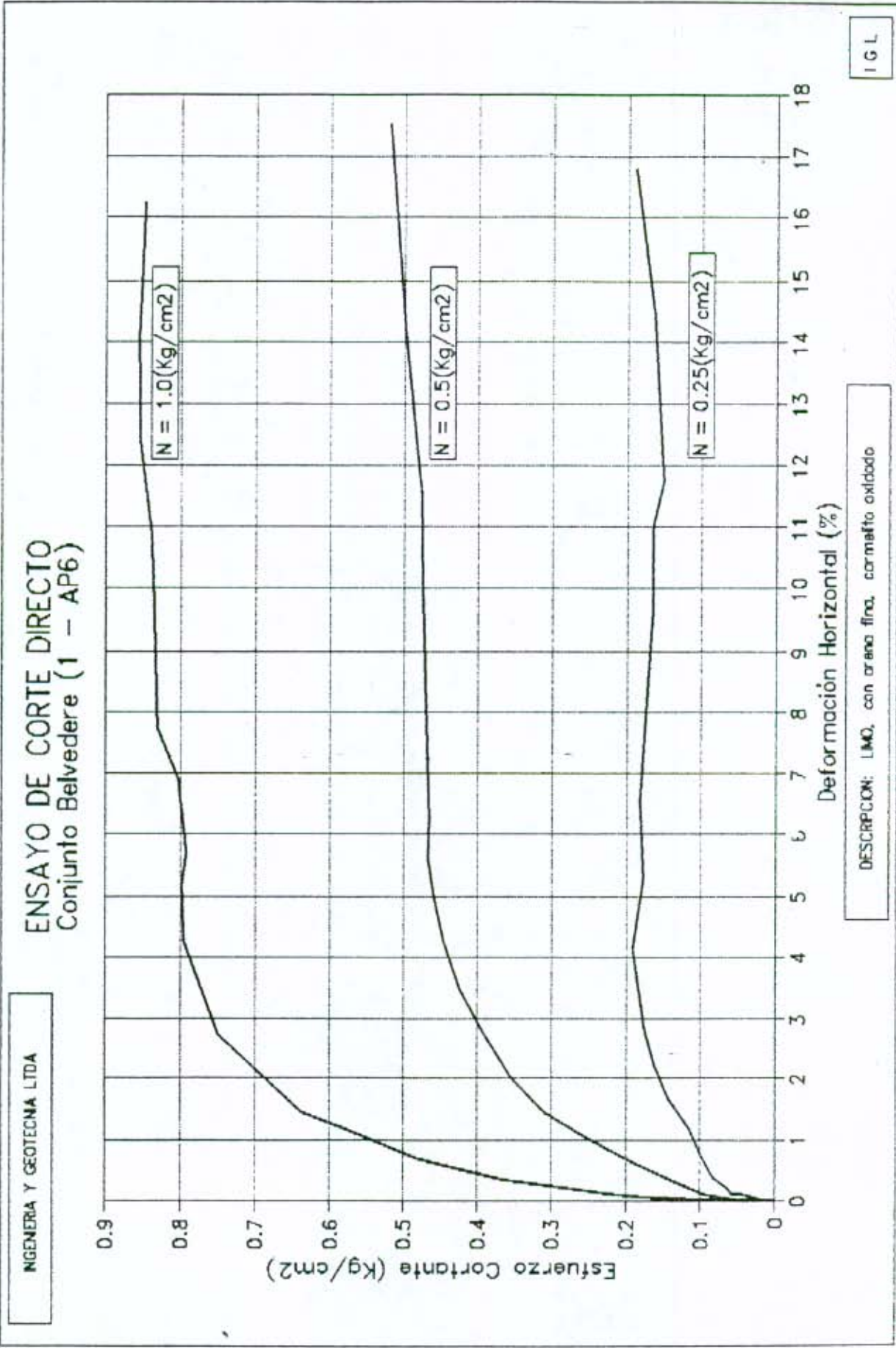
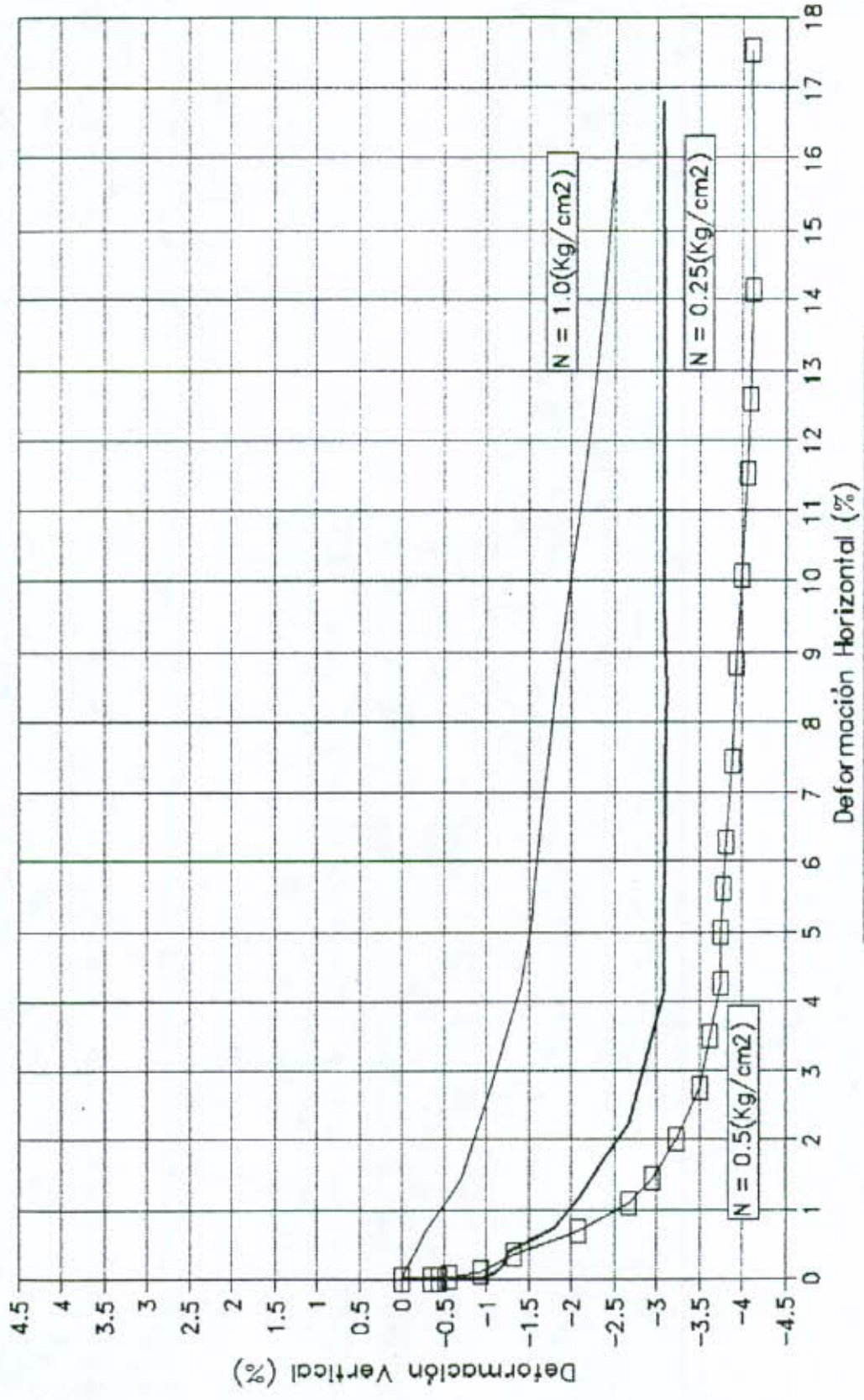


FIGURA 27

INGENIERIA Y GEOTECNIA LTDA

ENSAYO DE CORTE DIRECTO Conjunto Belvedere (1 - AP6)



IGL

DESCRIPCION: LIMO, con arena fina, carmelito oxidado

FIGURA 28

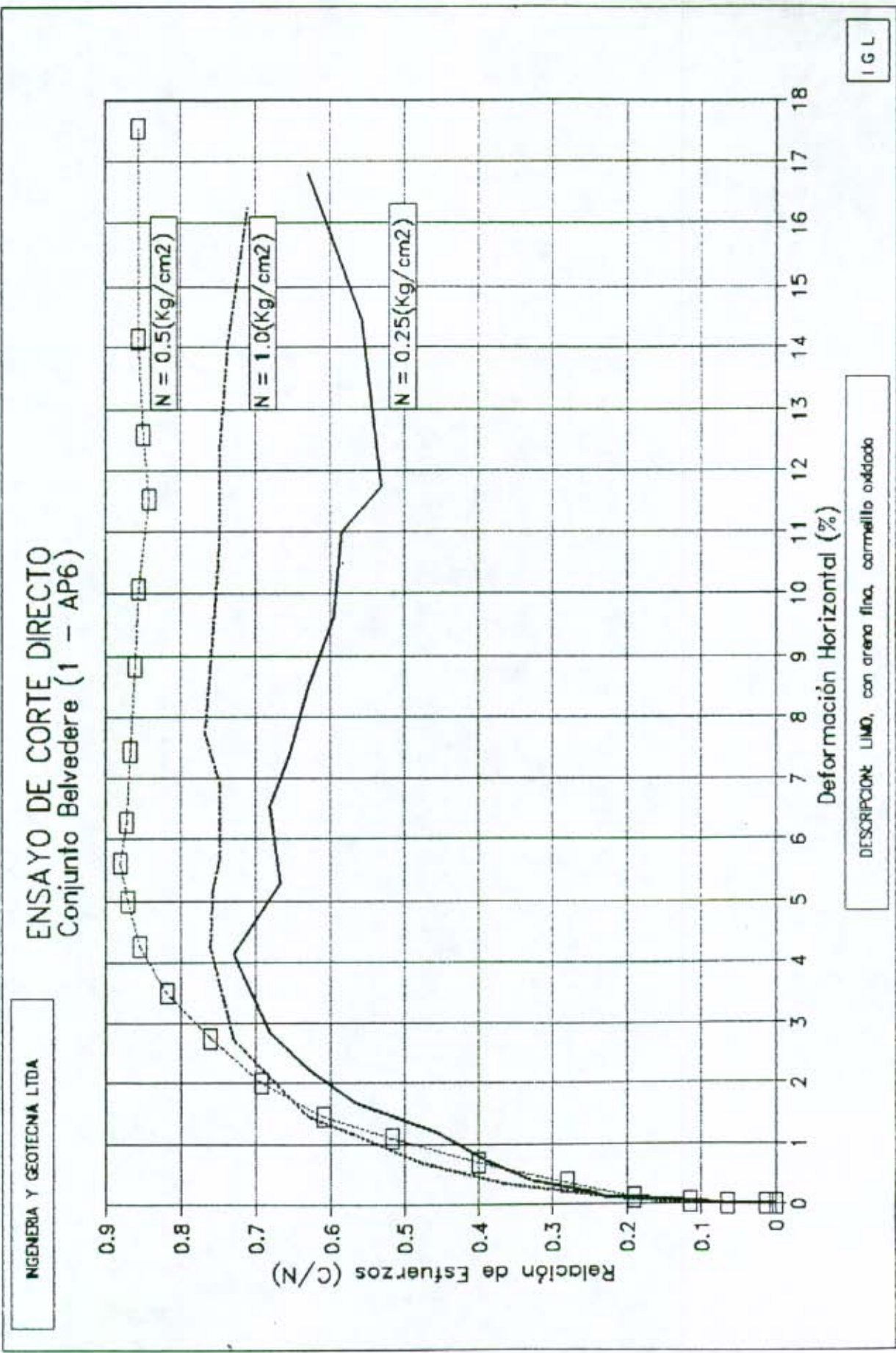


FIGURA 29



INGENIERIA Y GEOTECNIA LTDA.
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS.

TABLA DE RESULTADOS

PROYECTO : Conjunto "Jardín Belvedere"

No. 1200

FIGURA

30

MUESTRA No.	AP4 - M1	AP4 - M2	AP4 - M3	AP4 - M4	AP5 - M1	AP5 - M2	AP6 - M1	AP6 - M2	AP6 - M3	TR1 - M1
DESCRIPCION	Arcilla haba na con are- na fina oca sional.	Arcilla ha- bena con are- na fina oca sional.	Arcilla haba na oxidada, na arena fina.	Arena fi- na arcillo- sa habana.	Arcilla gris con vetas moradas algo oxidada.	Arcilla gris con vetas moradas algo oxidada.	Relleno arcil- loso haba- no a café con arena y gra- vas.	Relleno arcil- loso amarillo con arenas y gravas.	Arcilla gris con tonos no claros y vetas de óxido.	Arcilla gris clara con tonos morados algunos oxida- da.
PROFUNDIDAD (m)	0.25-0.60	0.60-1.10	1.10-2.00	3.60	3.0-3.40	3.40-4.00	3.0-3.30	3.80-4.30	4.30-4.60	0.0-0.30
HUMEDAD NATURAL w_n (%)	15.5	13.2	21.8	17.8	16.7	20.8	21.4	20.6	21.4	10.5
LIMITE LIQUIDO w_L (%)			31		48		31			
LIMITE PLASTICO w_p (%)			16		16		16			
INDICE DE PLASTICIDAD (Ip)			15		32		15			
PESO UNITARIO ρ (Ton/m ³)	2.12	1.88	1.93	1.91	2.20	2.06	2.10	1.64	2.07	2.26
RESISTENCIA A LA COMPRESION INCONFINADA q_u (kg/cm ²)					1.92		1.24			
PENETROMETRO DE BOLSILLO R_p (kg/cm ²)	4.5	4.5	0.67		3.87		1.37			4.5
Veleta de laboratorio Cu (ton/m ²)		49.4	61.6	48.9			5.65			
% PASA TAMIZ No. 200										
Angulo de fricción interna (ϕ')					19		36			
Cohesión C (ton/m ²)					1.5		0			
CLASIFICACION UNIFICADA	CL	CL	CL	SC	CL	CL	CL	CL	CL	CL

000055



INGENIERIA Y GEOTECNIA LTDA.
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS.

TABLA DE RESULTADOS

PROYECTO : Conjunto "Jardín Belvedere"

No. 1200

FIGURA

31

MUESTRA No.	AP1 - M1	AP2 - M1	AP2 - M2	AP2 - M3	AP2 - M4	AP2 - M5	AP3 - M1	AP3 - M2	AP3 - M3	AP3 - M4
DESCRIPCION	Relleno, gravas y arenas con arcilla amarilla.	Arcilla gris clara con vetas moradas oxidada.	Arcilla gris clara con vetas moradas oxidada.	Arcilla gris clara con vetas moradas oxidada y óxido.	Arcilla gris con vetas moradas, rojizas y óxido.	Arcilla algomosa, oxidada, café rojiza y morada.	Arcilla limosa amarilla con gravas y arena fina.	Arcilla limosa café, rojiza, oxidada con arena y grava.	Arcilla haba clara oxidada y amarillenta.	Arenas y gravas arcillosas café y rojiza.
PROFUNDIDAD (m)	0.80-1.00	0.40-0.70	0.7-1.00	1.0 - 1.80	1.80 - 2.20	2.70 - 3.00	0.0 - 1.40	1.40 - 2.40	2.80 - 3.20	3.60 - 3.90
HUMEDAD NATURAL ω_n (%)	11.7	21.6	13.0	12.2	13.8	12.7	19.0	17.2	26.1	13.6
LIMITE LIQUIDO ω_L (%)				41		45			46	
LIMITE PLASTICO ω_p (%)				17		20			22	
INDICE DE PLASTICIDAD (Ip)				24		25			24	
PESO UNITARIO γ (Ton/m ³)		2.03	2.23	2.29	2.22	2.27	1.94	2.12	1.99	
RESISTENCIA A LA COMPRESION INCONFINADA q_u (kg/cm ²)									2.58	
PENETROMETRO DE BOLSILLO R_p (kg/cm ²) Veleta de Laboratorio Cu (ton/m ²)		3.37	4.5	4.5	4.5	4.5	4.5		1.93	
% PASA TAMIZ 200	38.0						67.5	78.5	8.0	23.9
Angulo de fricción interna (ϕ')									20°	
Cohesión C (ton/m ²)									1.3	
CLASIFICACION UNIFICADA	GC	CL	CL	CL	CL	CL	CL	CL	CL	SC

000056

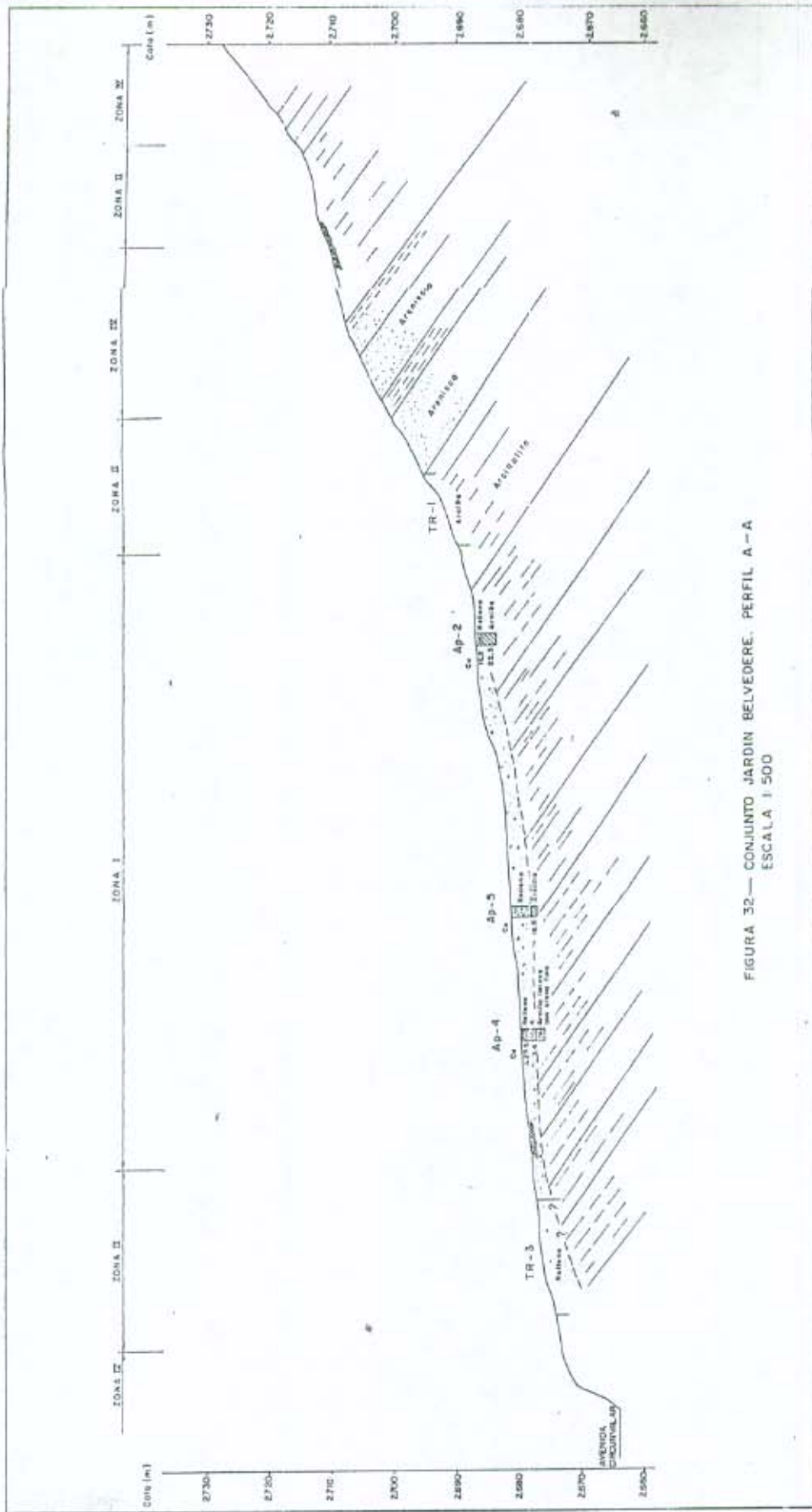


FIGURA 32— CONJUNTO JARDIN BELVEDERE. PERFIL A-A
 ESCALA 1:500

000057

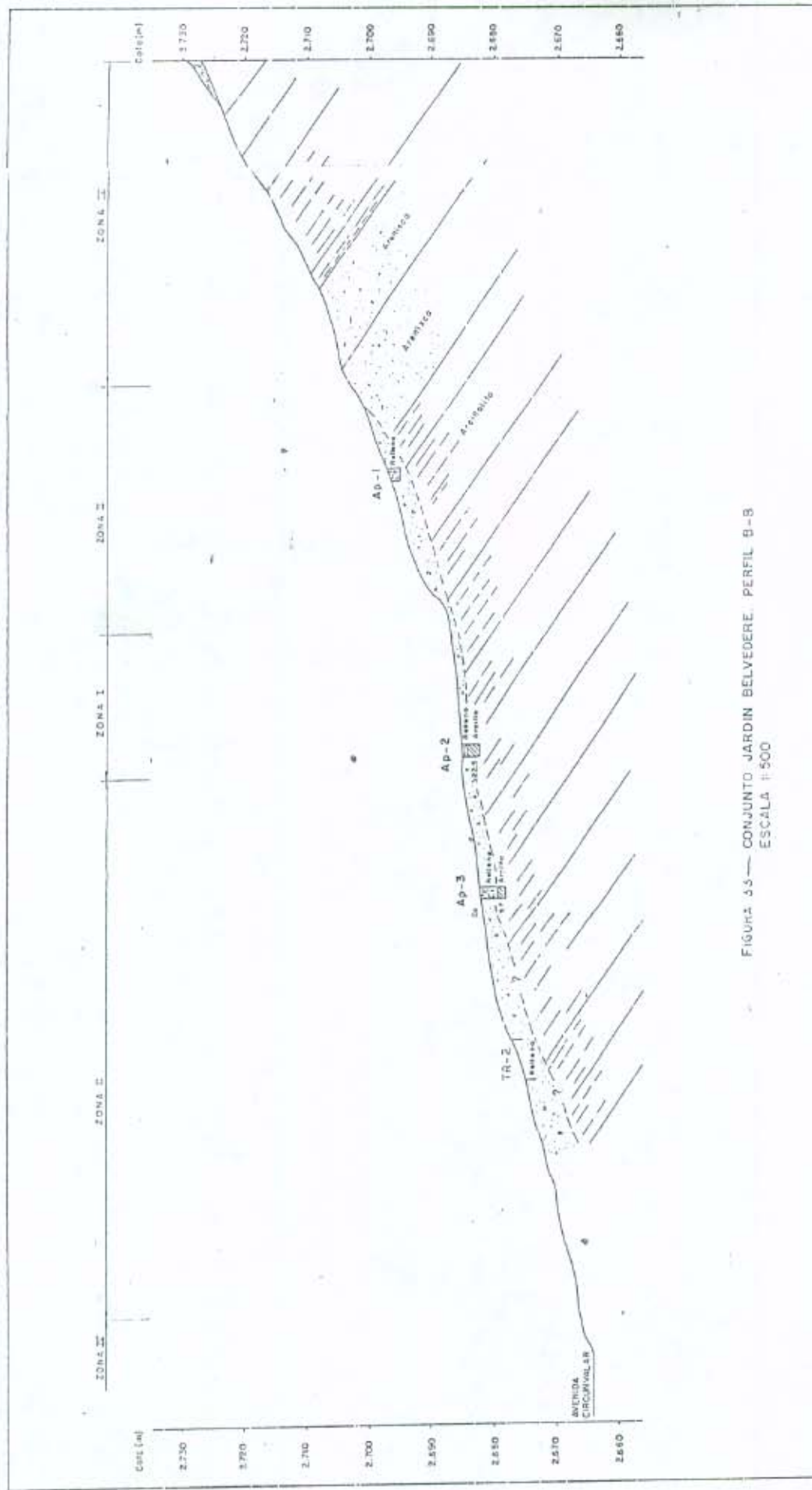
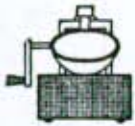


FIGURA 33- CONJUNTO JARDIN BELVEDERE. PERFIL B-B
 ESCALA 1:500

000058



000059

ANEXO No. 4
REGISTRO FOTOGRAFICO



Fotografía 1

Panorámica del costado norte del lote, en primer plano, sobre la margen izquierda de la Quebrada Sucre. La acción de la vegetación existente, así como la construcción del dissipador de energía para evitar problemas de erosión, han logrado estabilizar las zonas inestables aledañas a su lecho. Este sector presentaba antes la ocurrencia continua de flujos en períodos de invierno. A la derecha la Avenida de Circunvalación.



Fotografía 2

Afloramiento de arenisca en el Barrio Mariscal Sucre, localizado al norte del lote. La continuidad de los estratos (con buzamiento hacia el oriente como lo indica la flecha) se ve interrumpida por el cauce de la quebrada del mismo nombre. En A se observa un hundimiento cuyo escalonamiento está influido por la inclinación y diaclasamiento de la arenisca (Formación Bogotá).



Fotografía 3

Extremo nor-oriental del lote y obra hidráulica construida para estabilizar las márgenes de la Quebrada Sucre. En A afloramiento de areniscas de la Formación Bogotá (Tb). En B erosión intensa y reptamiento, mostrados en detalle en la Fotografía 4. En C zonas con humedad elevada. En D sectores con hundimientos como el indicado en la Fotografía 5.



Fotografía 4 000061

Esquina nor-oriental del lote. La fotografía muestra la zona periférica, cuyos problemas pueden llegar a afectarlo. En primer plano, erosión y cárcavamiento que ha ido arrastrando la cobertura vegetal. En la esquina superior izquierda, evidencia de reptamiento y erosión mostrada por la inclinación del árbol. Al fondo, zonas de botadero de la vía que conduce al barrio El Paraíso.



Fotografía 5

Zona de hundimientos sobre la margen izquierda de la Quebrada Sucre. La siembra de eucaliptos y pinos ha contribuido a estabilizar la ladera. En primer plano, bancos de arcillolita y arenisca (10 - 15 cm) de la Formación Bogotá.



Fotografía 6

Grietas de tracción de abertura apreciable como lo indica el martillo (aprox. 30 cm) y que constituyen la corona de un pequeño deslizamiento localizado en la esquina nor-occidental del lote.



7

Fotografía 7

Talud contiguo a la Avenida de Circunvalación, con una altura máxima de 9.0 m. Los materiales encontrados en este sector corresponden a un coluvión con fragmentos angulares de roca de pequeño diámetro (10 cm). En A, paredes de un antiguo chirral, incrustadas en el coluvión. En B, pequeño flujo de detritos cuyos materiales ya alcanzan a llegar a la calzada de la vía y en cuya parte superior ha logrado dejar en voladizo una antigua cuneta perimetral (C).



8

Fotografía 8

Costado oriental del lote, paralelo a la Avenida de Circunvalación. Las grietas indicadas con las flechas, muestran la acción de los empujes ejercidos por la ladera contigua a la vía.

000062



9



Fotografía 9

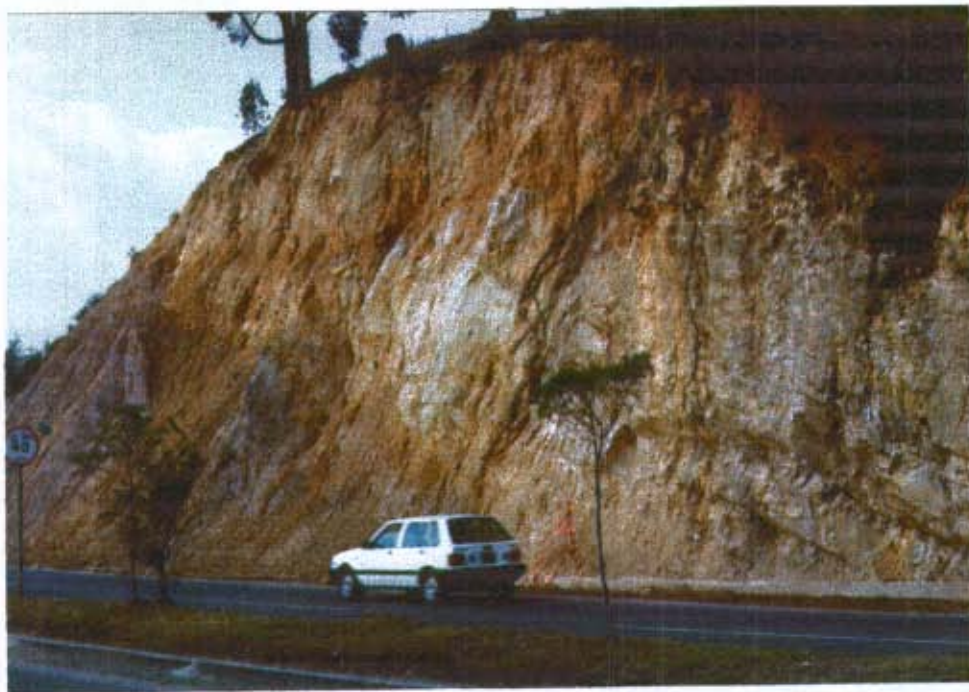
Sector sur. Se aprecia a la derecha un antiguo canal de recolección construido antes que la Avenida y que en la actualidad no cumple ninguna función específica. En la parte inferior izquierda, una depresión (zona húmeda) que drena hacia el oriente. Se indica también la localización del Apique No. 6.

Fotografía 10

Parte plana del lote. Su aprovechabilidad para la ejecución del proyecto es la mayor en comparación con las demás zonas. Las condiciones topográficas y del suelo favorecen las labores de construcción en especial aquellos sectores que no involucran depósitos coluviales recientes. La inclinación horizontal del terreno, se debió a una adecuación previa con equipo de movimiento de tierras.

10

000063



000064

Fotografía 11

Afloramiento y disposición de los paquetes de arenisca (amarillo y habano) y arcillolita (tonos rojizos) de la Formación Bogotá sobre la Avenida de Circunvalación en un sector localizado a unos 100 m al sur del lote. El corte, como se aprecia, tiene aproximadamente 10 m de altura, y la inclinación de los estratos en el sector, favorece la estabilidad.



Fotografía 12

Escarpe de areniscas en la parte media del lote. La línea a trazos muestra el cambio de pendiente de escarpada a plana, diferenciable también mediante el cambio en las formas de vegetación existentes. En la parte superior, vivienda localizada dentro del predio, cimentada directamente sobre roca.



Fotografía 13

Costado oriental del proyecto. En A se indica una antigua zona de botadero durante la construcción de la vía que conduce a los barrios Paraiso y San Martín de Porres. Existen otros depósitos similares al borde de la vía en mención en los límites del lote.



Fotografía 14

Zona inestable en el sector nor-oriental de la ladera. El material deslizado involucra fragmentos de la arenisca que aflora en el sitio (A). Su causa principal la constituye la acción erosiva de las aguas de escorrentía venidas desde las partes altas del cerro. El flujo involucra un pequeño espesor de suelo, pero puede llegar a generalizarse a menos que se adopten medidas correctivas encaminadas al manejo de estas aguas y al recubrimiento del suelo expuesto, mediante su revegetalización.



Fotografía 15

Apique No. 1 localizado en el extremo norte del lote. El material encontrado corresponde a un depósito natural (coluvión), arrojado en este sector por la acción conjunta de la gravedad y las aguas superficiales que fluyen de manera rápida en épocas de invierno. El diámetro medio de estas areniscas halladas supera los 50 cm, lo que imposibilitó por una parte la continuación de la excavación luego de 1.5 m de profundidad y por otro lado permitió establecer la cercanía de la roca parental.



Fotografía 16

Apique No. 2, localizado en la parte central de la zona plana. El tipo de suelo encontrado, como se aprecia, corresponde a una arcilla algo limosa habana oxidada, con vetas grises y tonos morados y amarillos propia de la Formación Bogotá, cuyo espesor en este sector supera los 3.0 m de profundidad. La verticalidad y uniformidad presentada por las paredes de la excavación muestra el alto grado de consistencia que ofrece esta arcilla y las condiciones óptimas de resistencia que puede brindar como suelo de fundación.



Fotografía 17

Excavación del Apique No. 3, localizado en la parte exterior a la corona del talud norte. El tipo de suelo al igual que en el Apique No. 1, lo constituyen grandes bloques de arenisca, venidos desde las partes altas, envueltos en una matriz arcillosa amarilla y cuya profundidad alcanza los 2.80 m. A partir de aquí, y hasta la profundidad explorada en este sector (3.90 m) el suelo es predominantemente arcilloso, de coloración habana a amarillenta.



Fotografía 18

Apique No. 5, localizado en el costado sur del lote. Se aprecia un relleno limo arcilloso habano a café con gravas finas a gruesas. Los materiales mas gruesos lo constituyen desechos de construcción (ladrillo). A partir de 3.0 m de profundidad se encuentra una arcilla abigarrada, fisurada, de consistencia media a dura (Formación Bogotá). El Espesor de capa vegetal es muy reducido.



Fotografía 19

Apique No. 6. Sus características en la estratificación son muy similares a las encontradas en el Apique No. 5, también localizado en el sector sur del lote. El espesor del relleno en este caso es de 3.80 m, a partir de los cuales el suelo cambia a una arcilla amarilla con lentes de arena y grava y fragmentos de arenisca ocasionales. Al igual que en los demás apiques, no se apreció nivel freático hasta la profundidad excavada. durante las labores de exploración.



Fotografía 20

Apique No. 4, localizado en el sector oriental del lote, en la parte anterior a la corona del talud que bordea la Avenida de Circunvalación. El suelo está conformado superficialmente por una arcilla habana clara, fisurada, seguida de una arcilla limosa habana a amarillenta con vetas de óxido. La profundidad alcanzada en este apique fue de 3.70 m.



Fotografía 21

Trincheras No. 1. Al igual que en el Apique No. 2, aflora la arcilla habana, amarilla con tonos rojizos y grises (arcillolita) de consistencia dura y fisurada. La excavación se localiza en la parte media de la ladera, en el cambio de pendiente.

000069



Fotografía 22

Trinchera No. 2, sector del talud nor-occidental del lote. Se aprecia la presencia en superficie de un relleno arcillo-limoso habano oscuro con vetas grises, amarillas y moradas, y desechos de construcción.



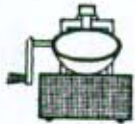
Fotografía 23

Trinchera No. 3 en el sector Occidental; se presenta el mismo tipo de materiales que en la trinchera anterior.



000070

ANEXO No. 5
ANALISIS DE ESTABILIDAD Y DEFORMACION



000071

ANEXO No. 5
ANALISIS DE ESTABILIDAD Y DEFORMACION

ANEXO - PROYECTO "JARDIN BELVEDERE"

ANALISIS DE ESTABILIDAD Y DEFORMACION

1. Capacidad Portante - Cimentación Superficial

Suponiendo el suelo de fundación la arcilla gris amarada con vetas amarillas oxidadas, $C_u \geq 10 \text{ t/m}^2$ que aumenta con la profundidad.

1.1 Cimiento aislado

$$\sigma_u = C_u N_c^* + \gamma D$$

$$\sigma_u = 10 \times 5.14 \times 1.2 + 2.0 \times 1.0$$

$$\sigma_u = 63.7 \text{ t/m}^2$$

$$\sigma_{nu} = 61.7 \text{ t/m}^2$$

$$\text{con FS} = 2.5 \quad \sigma_r = 24.7 \text{ t/m}^2$$

$$\sigma_s = 26.7 \text{ t/m}^2$$

1.2 Cimiento corrido

$$\sigma_u = 10 \times 5.14 \times 1.0 + 2.0 \times 1.0$$

$$\sigma_u = 53.4 \text{ t/m}^2$$

$$\sigma_{nu} = 51.4 \text{ t/m}^2$$

$$\text{con FS} = 2.5 \quad \sigma_{ns} = 20.6 \text{ t/m}^2$$

$$\sigma_s = 22.6 \text{ t/m}^2$$

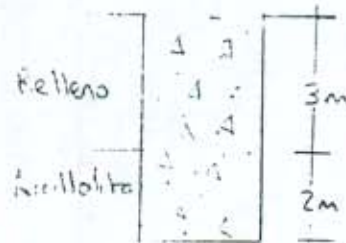
2. Capacidad Portante - Cimentación Semi-profunda

2.1 Pilas

Capacidad portante última neta $(P_u)_n = P_f + (P_u)_b$

Por fricción $P_f = \sum F_{cu} \times f_{su} \times 4H$

Por la base $(P_u)_b = A_b \times \sigma_u$



$$\gamma_r = 1.57 \text{ t/m}^3$$

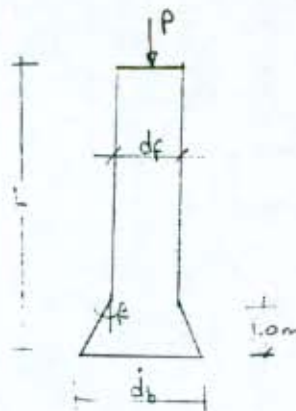
$$\gamma_r = 2.0 \text{ t/m}^3$$

$C_u \geq 10 \text{ t/m}^2 \rightarrow$ aumenta con la profundidad

con $L = 5 \text{ m}$

B(m)	$A_p \text{ (m}^2\text{)}$	$P_f \text{ (m)}$	P_b	$(F_{cu})_n$	$(P_u)_n$	$P_b \text{ (FS} = 2.0\text{)}$
0.9	0.64	3.83	63.7	57.6	121.3	60.6
1.0	0.79	3.14	70.7	71.1	141.8	70.7
1.1	0.95	3.46	77.9	85.5	163.4	81.7
1.2	1.13	3.77	84.8	101.8	186.6	93.3

2.2 Pilas con base acampanada



$$\text{con } \beta = 30^\circ$$

$$d_b = d_f + 2 \times 1 \times \tan \beta$$

$$d_b = d_f + 1.154$$

$$A_b = (d_f + 1.154)^2 \times \frac{\pi}{4}$$

$$L = 5 \text{ m}$$

d_f (m)	A_b (m ²)	P_{cr} (t)	P_{f_c} (ton)	$(P_{bu})_n$ (ton)	$(P_u)_n$ (ton)	P_o (FS=2) (ton)
0.9	3.31	2.83	15.3	297.9	313.18	156.6
1.0	3.64	3.14	14.1	327.6	341.7	170.9
1.2	4.35	3.77	10.2	391.7	401.9	200.9
1.4	5.12	4.40	3.96	461.1	465.1	232.5
1.6	5.96	5.03	—	536.1	536.1	268.1
2.0	7.81	6.28	—	702.9	702.9	351.5

3. ASENTAMIENTOS PRELIMINARES

3.1 Cimentación Superficial

a) Asentamientos de tipo elástico

Tomando Módulo de Elasticidad de la arcillolita $E = 2000 \text{ t/m}^2$
 suponiendo presiones entre 3 y 12 t/m^2 , se obtienen los asentamientos
 presentados en la Figura 1B

$$A_i = \Delta P \cdot B \cdot \mu \frac{(1-\nu^2)}{E} \quad \text{para zapata cuadrada} \quad \begin{array}{l} \mu = 1.12 \\ \Delta P = 5 \text{ t/m}^2 \\ B = 1.0 \end{array}$$

$$A_i = 5 \cdot 1.0 \cdot 1.12 \frac{(1-0.3^2)}{2000} \quad A_i = 0.0021 \text{ m} \approx 0.21 \text{ cm}$$

b) Asentamientos por consolidación

Con datos de ensayos de consolidación realizados para la arcillolita, en los mismos terrenos, se obtienen los asentamientos presentados en la tabla 1.

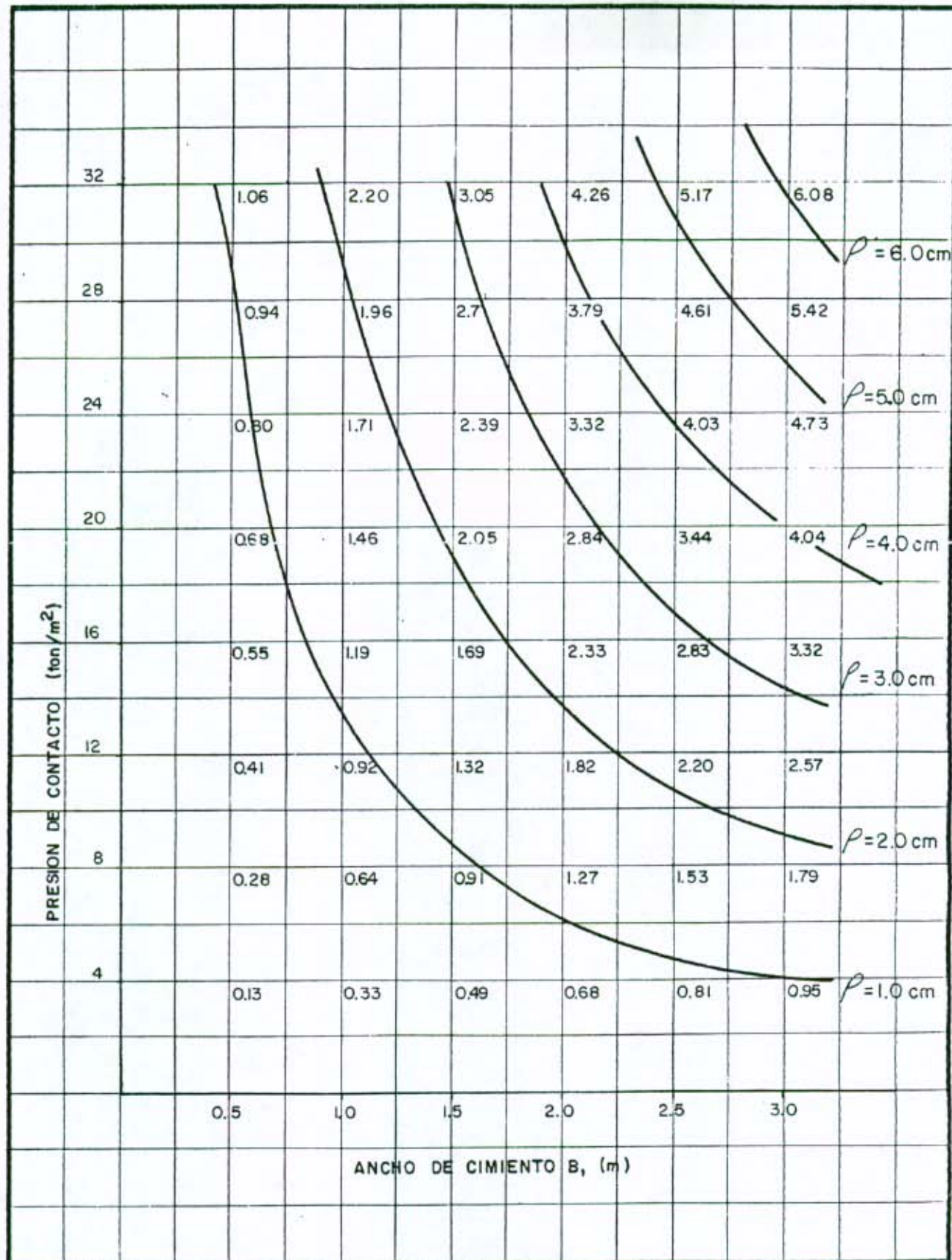
$$A = \sum_{z=0}^{\Delta H} \frac{C_r}{\sigma_{vs}'} \cdot \log \left(\frac{\sigma_{vs}' + \Delta C_v}{\sigma_{vs}'} \right)$$

Para $B = 1.0 \text{ m}$ y $P = 5 \text{ t/m}^2$

Estrato	Eprom (m)	ΔH (m)	γ_r (t/m^3)	G_s	w_n (%)	e_0	C_r	σ_{vs}' (t/m^2)	ΔC_v (t/m^2)	A_i (cm)
1.0-3.0	2.0	2.0	2.0	2.60	15	2.26	0.027	6.0	1.68	0.182
3.0-8.0	5.5	5.0	2.2	2.67	17	2.28	0.028	11.5	0.12	0.022
8.0-10.0	9.0	2.0	2.3	2.73	10	2.48	0.027	19.3	0.04	0.007
										$\Sigma 0.201 \text{ m}$

$$\text{Asentamiento total} = A_i + A_{cp} = 0.21 + 0.201 = 0.411 \text{ cm}$$

En la Figura 1B se presentan los valores de asentamiento total para diferentes relaciones de presión de contacto y anchos de cimentación.

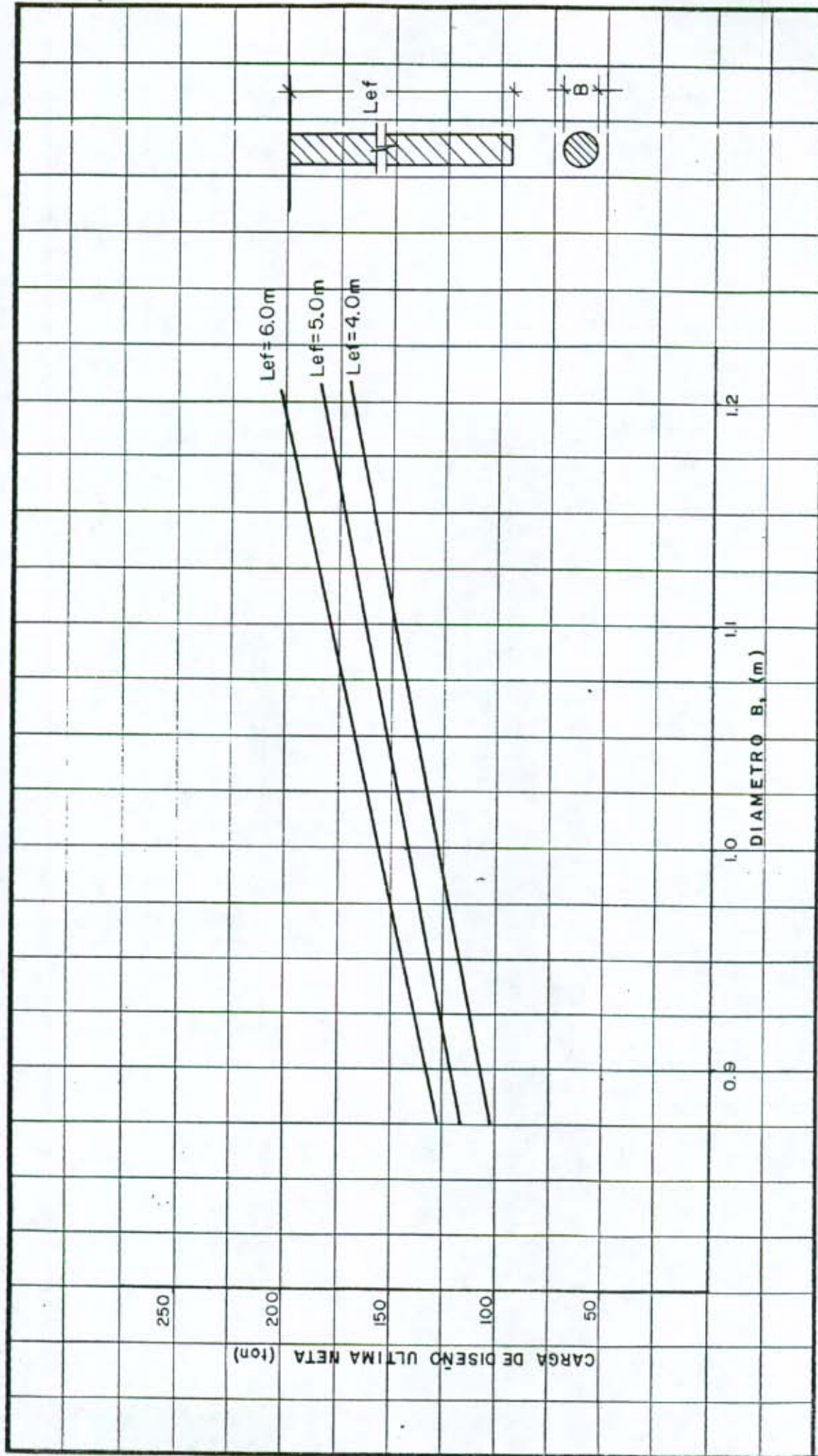


RELACION PRESION DE CONTACTO (ΔP) - ANCHO DEL CIMIENTO (B) - ASENTAMIENTO (ρ)

CONJUNTO JARDIN BELVEDERE
ASENTAMIENTOS TOTALES
CIMIENTOS AISLADOS

INGENIERIA Y GEOTECNIA LTDA.
INGENIEROS CONSULTORES

TRABAJO No. 1200



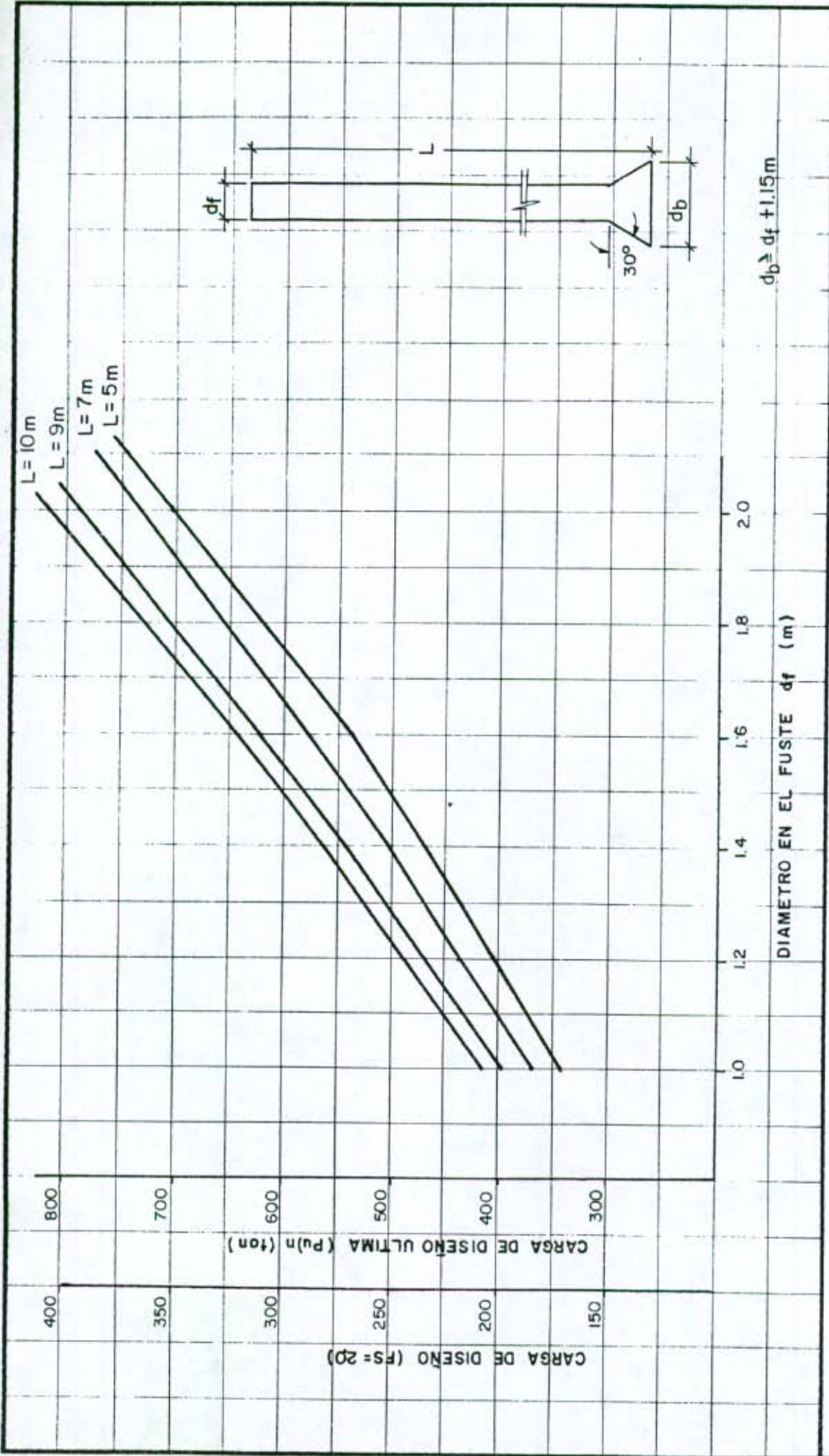
INGENIERIA Y GEOTECNIA LTDA.
INGENIEROS CONSULTORES

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS

CONJUNTO JARDIN BELVEDERE

GRAFICO PARA DISEÑO DE PILAS PREEXCAVADAS DE
SECCION CIRCULAR FUNDIDAS EN EL SITIO.

TRABAJO No. 1200 FECHA Abril, 1992 FIGURA No. 2 B

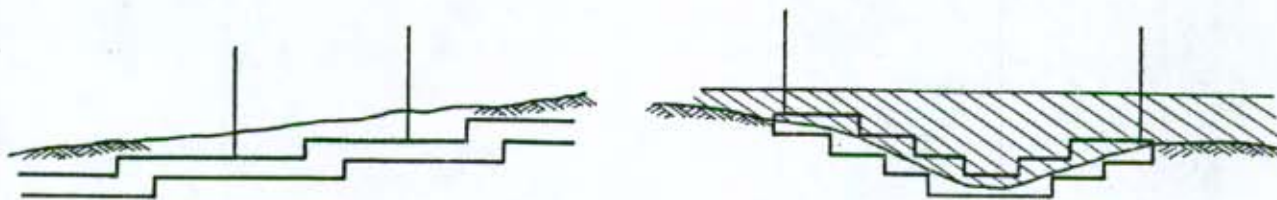


INGENIERIA Y GEOTECNIA LTDA.
INGENIEROS CONSULTORES

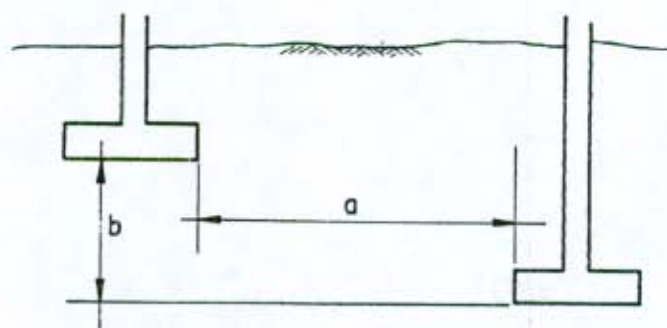
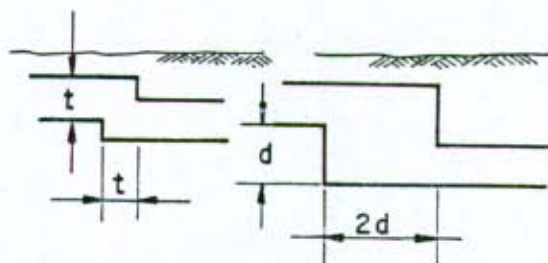
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS

GRAFICO PARA DISEÑO DE PILAS PRE-EXCAVADAS
ACAMPANADAS CON DIAMETRO EN EL FUSTE df

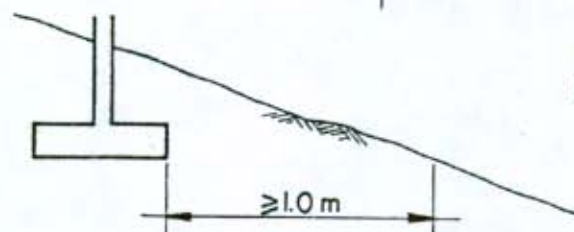
TRABAJO No. 1200 FECHA ABRIL, 1992 FIGURA No. 3 B



En el escalón debe haber traslapeo del paso en una distancia igual al mayor valor entre la altura t del cimiento, o el doble de la altura del paso d .



$b \leq a/2$ para suelo.
 $b \leq a$ para roca.



CRITERIOS PARA CONSTRUCCION DE CIMIENTOS
 ESCALONADOS Y A DIFERENTES NIVELES

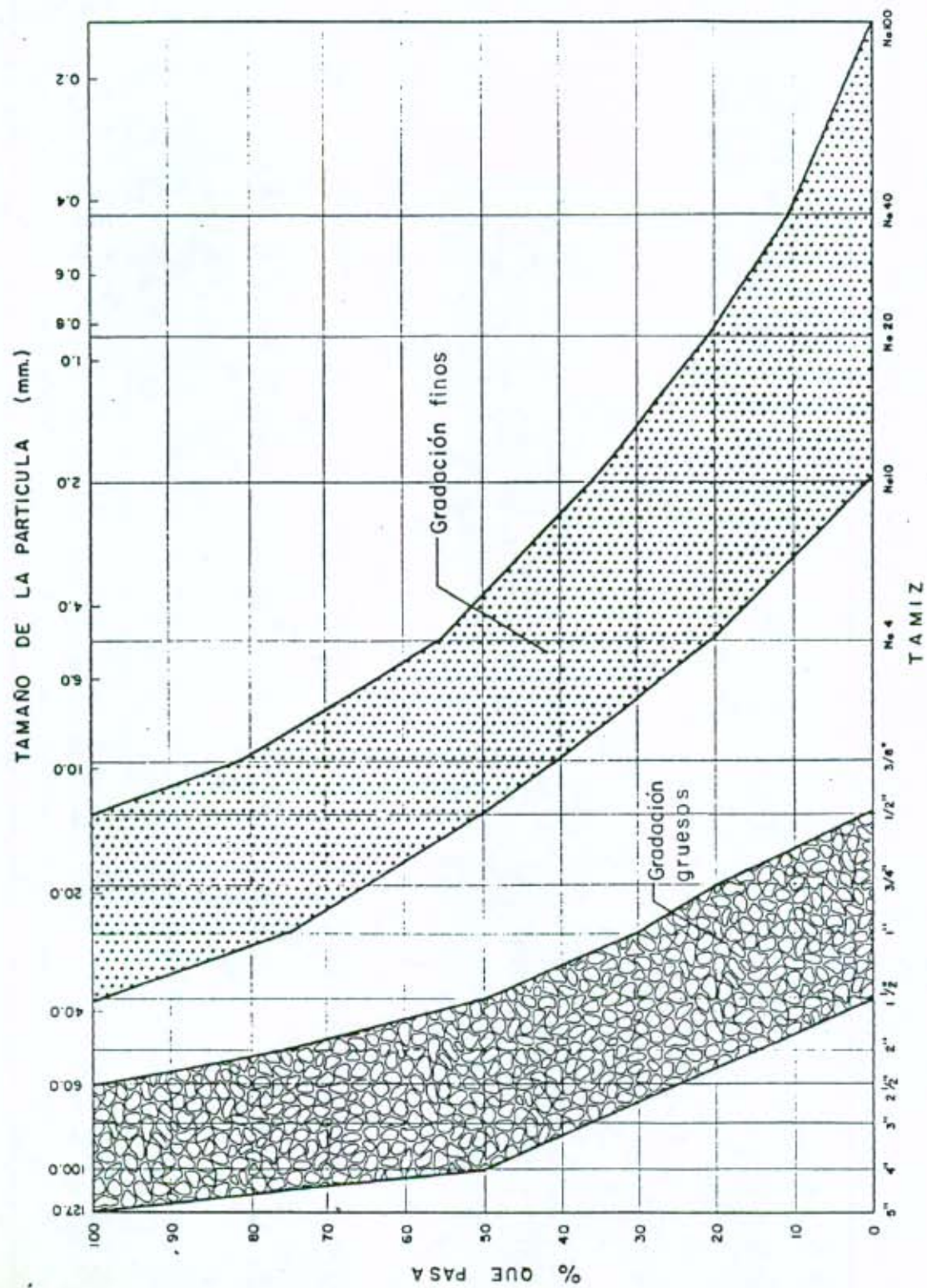


FIGURA No. 5 B
ESPECIFICACION DE
MATERIALES PARA FILTRO