E 22,1

SECRETARIA DE OBRAS PUBLICAS DE BOGOTA

ESTUDIO DE ZONAS INESTABLES

BARRIO PERDOMO ALTO

INFORME FINAL

TEXTO - FIGURAS - PLANOS

CUADROS



GEOAMERICA LTDA.

BOGOTA - COLOMBIA

Marzo, 1990

A.A. 45972

Tel: 2183458

INDICE

LISTA DE FIGURAS

LISTA DE PLANOS

LISTA DE CUADROS

LISTA DE ANEXOS

I.	INTRODUCCION	Pág. 1
II.	GENERALIDADES	3
	A. LOCALIZACION	3
	B. PLUVIOMETRIA	3
III.	ZONA 1	4
	A. ANTECEDENTES	4
	B. GEOLOGIA	4
	1. Estratigrafia	4
	a. Cuaternario	5
	b. Terciario	5
	2. Geologia Estructural	6
	C. GEOMORFOLOGIA	7
	1. Morfogénesis	7
	2. Procesos degradativos	8
	3. Evolución morfológica	8

SECRETARIA DE OBRAS PUBLICAS
DIRECTOR
DE ESTUDIOS

D. ESTABILIDAD 11

1. Fenómenos estabilizados 11

2. Fenómenos activos 12

E. MEDIDAS INMEDIATAS 13

F. TRABAJOS FUTUROS 13

IV. ZONA 2 16

A. ANTECEDENTES 16

B. GEOLOGIA 16

1. Estratigrafía 16

a. Cuaternario 16

b. Terciario 17

2. Geología Estructural 17

C. GEOMORFOLOGIA 17

1. Morfogénesis 17

2. Procesos degradativos 18

D. GEOTECNIA 18

1. Exploración del subsuelo 21

a. Sondeo Eléctrico Vertical 22

b. Apiques 22

b1. Horizonte Superior 23

b2. Horizonte Inferior 23

c. Posición del Nivel Freático y del Plano de Falla 23

2. Muestreo 24

3. Propiedades Geotécnicas de los Materiales 24

a. Peso Unitario 24

b. Resistencia al Corte 24

c. Límites de Atterberg 26

4. Estado de los Sistemas de Acueducto y Alcantarillado 27

a. Alcantarillado 27

b. Acueducto 28

5. Análisis de Estabilidad 28

a. Origen del Problema 28

b. Metodología 29

c. Resultados 32

6. Obras de Estabilización 32

a. Diseño 32

b. Factores de Seguridad 35

c. Obras Complementarias 36

E. PRESUPUESTO Y CRONOGRAMA DE EJECUCION DE OBRAS 36

V. ZONA 3 38

A. ANTECEDENTES 38

B. GEOLOGIA 38

1. Estratigrafía 38

a. Cuaternario 38

b. Terciario 39

2. Geología Estructural 39

C. GEOMORFOLOGIA 39

1. Morfogénesis 39

2. Procesos Degradativos 40

D. GEOTECNIA 41

1. Exploración del Subsuelo 41

a. Sondeo Eléctrico Vertical 41

b. Apique 42

b1. Horizonte Superior 42

b2. Horizonte Inferior 42

c. Posición del Nivel Freático y del Plano de Falla 42

2. Muestreo 43

3. Propiedades Geotécnicas de los Materiales 43

a. Peso Unitario 43

b. Resistencia al Corte 44

c. Limites de Atterberg 44

4. Estado de los Sistemas de Acueducto y Alcantarillado 44

a. Alcantarillado 44

b. Acueducto 45

5. Análisis de Estabilidad 45

a. Origen del Problema 45

b. Metodología 46

c. Resultados 46

6. Obras de Estabilización 47

a. Diseño 47

b. Factores de Seguridad 48

c. Obras Complementarias 48

E. PRESUPUESTO Y CRONOGRAMA DE EJECUCION DE OBRAS 49



LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1: Localización General Area de Estudio

2: Ubicación Zonas de Estudio

3: Columna Estratigráfica Zona 1

4: Sección Geológica Zona 1

5: Esquema Evolución Morfológica Zona 1

6: Sección Geológica Zona 2

7: Sondeo Eléctrico Vertical Zona 2

8: Apique No. 1 - Zona 2

9: Apique No. 2 - Zona 2

10: Ensayo de Corte Directo - Muestra 7 - Zona 2

11: Ensayo de Corte Directo - Muestra 7 - Valores Máximos - Zona 2

12: Ensayo de Corte Directo - Muestra 8 - Zona 2

13: Ensayo de Corte Directo - Muestra 8 - Valores Máximos - Zona 2

14: Ensayo de Corte Directo - Muestra 9 - Zona 2

15: Ensayo de Corte Directo - Muestra 9 - Valores Máximos - Zona 2

16: Esquema del Estado del Alcantarillado - Zona 2

17: Sección 1A - Zona 2

18: Sección 1.- Zona 2

19: Sección 2 - Zona 2

20: Sección 3 - Zona 2

21: Sección 4 - Zona 2

22: Sección 5 - Zona 2

23: Sección 6 - Zona 2

24: Sección 7 - Zona 2

25: Sección 8 - Zona 2

26: Sección 8A - Zona 2

27: Sección Geológica - Zona 3

28: Sondeo Eléctrico Vertical - Zona 3

29: Apique No. 3 - Zona 3

30: Ensayo de Corte Directo - Muestra 10 - Zona 3

31: Ensayo de Corte Directo - Muestra 10 - Valores Máximos - Zona 3

32: Sección 9 - Zona 3

33: Sección 10 - Zona 3

34: Sección 11 - Zona 3

35: Sección 12 - Zona 3

36: Sección 13 - Zona 3

37: Sección 14 - Zona 3

38: Sección 15 - Zona 3

39: Sección 16 - Zona 3

40: Sección 17 - Zona 3

LISTA DE PLANOS

PLANO 1: Planta Geológica Zona 1.

2: Mapa Morfogenético Zona 1.

3: Planta Geológica Zona 2.

4: Planta Geológica Zona 3.

5: Obras de Estabilidad Zona 2.

6: Obras de Estabilidad Zona 3.

LISTA DE CUADROS

CUADRO 1: Pluviometría 1.970 - 1.989

2: Localización de muestras tomadas en bloque.

3: Localización de muestras tomadas con tubo shelby.

4: Resumen de Limites de Atterberg.

5: Resumen de Ensayos de Corte Directo.

6: Resumen de Pesos Unitarios.

7: Presupuesto de Obras Zona 2.

8: Cronograma de Obras Zona 2.

9: Presupuesto de Obras Zona 3.

10: Cronograma de Obras Zona 3.

LISTA DE ANEXOS

ANEXO 1: Registro Fotográfico.

2: Análisis de Laboratorio.

3: Carteras de Topografía.

4: Factores de Seguridad Actuales Zonas 2 y 3.

5: Factores de Seguridad Finales.

I. INTRODUCCION

Por medio del contrato de consultoria No. 601 del 28 de Diciembre de 1989, suscrito entre el Distrito Especial de Bogotá - Secretaria de Obras Públicas y Geoamérica Ltda, se adelantó el estudio geológico, geomorfológico y geotécnico de las zonas con problemas de inestabilidad en el Barrio Perdomo Alto, los cuales se han producido por prácticas antrópicas no dirigidas, que han conformado taludes actualmente desprotegidos.

Se establecieron como objetivos del estudio, evaluar los problemas de inestabilidad, plantear las medidas correctivas y diseñar las obras correspondientes, para lograr la supresión de los factores que causan dicha inestabilidad.

Con tal fin se desarrollaron las siguientes actividades :

- Recopilacion e interpretación de información preexistente.
- Observación e interpretación de fotografías aéreas.
- Levantamientos topográficos en escala 1:500 y 1:125.
- Cartografía geológica y geomorfológica.
- Prospección geoeléctrica.
- Investigaciones del subsuelo (excavación de apiques).
- Análisis geotécnicos de laboratorio.
- Diseño y presupuesto de obras de estabilización.
- Inventario del estado de los sistemas de acueducto y alcantarillado.

- Registro fotográfico ilustrativo.

Los resultados del estudio se consignan en el presente informe que contiene planos, cuadros, figuras, fotografías, descripción e interpretacción de actividades y conclusiones para cada una de las zonas incluidas en el trabajo, abarcando plenamente el objeto del contrato.

II. GENERALIDADES.

A. LOCALIZACION.

El barrio Perdomo Alto se localiza al sur de Bogotá, entre las coordenadas N 998000 - 999000 y E 989000 - 990000 en jurisdicción de la Alcaldia Menor de Ciudad Bolivar, tiene acceso por la autopista, desviando hacia el sur antes del Parque Cementerio el Apogeo. Limita con los barrios Ismael Perdomo y el Rincón de Perdomo, véase figura 1.

Las tres zonas estudiadas en desarrollo del Contrato, se presentan en la Figura 2.

B. PLUVIOMETRIA.

La información pluviométrica suministrada por el Himat y registrada desde el año de 1970 en la estación más cercana al área de estudio, véase Cuadro 1, indicá que la media mensual para veinte años, es de 794.7 mm, la minima mensual para el mismo período es de 0.3 mm (Enero de 1977), la pluviosidad mensual máxima en las últimas dos décadas se midio en el mes de Junio de 1988, con 337.3 mm, los años de mayor pluviosidad acumulada fueron 1975 con 1018 mm y 1979 con 1000 mm.

De acuerdo con el registro histórico, se deduce que los meses más secos son Enero, Febrero, Marzo, Septiembre y Diciembre y que los más lluviosos son Abril, Mayo, Junio, Octubre y Noviembre.

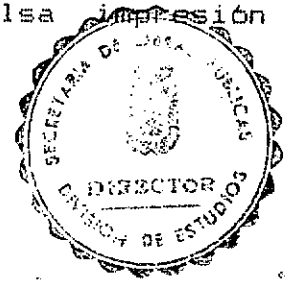
15

III. ZONA 1.

A. ANTECEDENTES.

La Zona 1, con una extensión aproximada de veinte hectáreas, se localiza al sur del barrio Perdomo Alto y se conoce con el nombre de La Carbonera, véase Figura 2.

La zona no está urbanizada y corresponde a un sector de canteras que en el transcurso de los últimos 18 años han sido explotadas en forma intensiva y antitécnica, dejando taludes altos y de fuerte pendiente expuestos a los agentes de erosión, que a su vez han dado lugar a taludes activos de erosión, los cuales dan al observador desprevenido la falsa impresión de coronas de deslizamiento.



B. GEOLOGIA.

La cartografía geológica se presenta en el Plano 1, a escala 1:2000.

1. Estratigrafía.

En esta zona se observan manifestaciones de suelo residual, ceniza volcánica y depósitos de ladera del Cuaternario, que se disponen como cobertura, en algunas partes del área, véanse fotografía 13 y Figura 14. no corresponde (Ensayo Corte directo)

(Fig 3) Columna?

El material rocoso está formado por arenisca, limolita y arcillolita del terciario.

En la columna estratigráfica de la figura 3, levantada en el terreno por personal de Geoamérica Ltda., se describe detalladamente la litología aflorante en la zona 1.

a. Cuaternario - Suelos residuales (Qsr) y Depósitos de Pendiente (Qts).

El suelo es negro, arcilloso, de desarrollo incipiente y espesor máximo de 20 cms, con capa vegetal muy escasa, véanse fotografías 2 y 3.

La ceniza es gris clara, con granulometría uniforme y espesor variable entre 20 y 50 cms.

b. Terciario Inferior - Nivel Medio de la formación Guaduas (Tgm).

La secuencia es principalmente de arenisca con intercalaciones de arcillolita y carbón. En años anteriores el carbón fue explotado mediante la construcción de una galería de gran longitud, con muy escaso soporte y buena estabilidad.

Las características de la arenisca de la Zona 1 son muy similares a las descritas en la sección tipo para la arenisca del tope del nivel medio de la Formación Guaduas, llamada

Arenisca Lajosa. En ambos casos la arenisca es clara, muy cuarzosa, con tamaño de grano que varía entre fino y grueso, con predominio del grano fino y de espesor variable, véanse fotografías 10 y 11. Adicionalmente, es común la presencia de nódulos limoníticos y de lentes de arenisca.

Por otra parte, del conocimiento que se tiene del Guaduas se deduce, que la unidad con carbón explotable en la Sabana de Bogotá y su prolongación hacia Tunja, corresponde a las arcillas del nivel medio de dicha formación.

Por las razones anteriores, las rocas de la zona 1 se han correlacionado con las mismas del nivel medio de la Formación Guaduas (Tgm) en su parte superior.

2. Geología estructural.

Los sedimentos que formaron las rocas de la zona 1, se depositaron en un ambiente litoral parálico a continental. Esta sedimentación en cuencas subsidentes estuvo fuertemente influenciada por movimientos tectónicos - orogénicos de diferentes intensidades.

Las laderas que conforman la zona 1 corresponden a un monoclinal con estratos inclinados entre 25 y 35 grados hacia el norte, véanse Plano 1, Figura 4 y Fotografías 8 y 12.

Hacia el sector oriental de la zona hay un alineamiento, muy claro en las fotografías aéreas, el cual se interpretó como una falla, véase Plano 1, que produjo replegámientos, pequeños fallamientos, cambios bruscos y locales en la inclinación de los estratos, véanse fotografías 7 y 9, y un alto grado de fracturamiento en la roca más dura.

Los principales sistemas de diaclasas tienen las siguientes aptitudes:

Sistema 1 : Rumbo N85E , Buzamiento 85 SE

Sistema 2 : Rumbo N10W , Buzamiento 85 SW

Los planos de las diaclasas son discontinuos, rugosos y oxidados.

C. GEOMORFOLOGIA.

En la historia reciente, la zona ha estado expuesta a diferentes procesos, varios de los cuales son actualmente activos y ocasionan una fuerte denudación de carácter estacional.

1. Morfogénesis.

Sobre el macizo sedimentario preexistente (Formación Guaduas) desde comienzos del terciario, actuaron fuerzas que originaron geoformas de origen estructural (el monoclinal y la falla).

2. Procesos degradativos.

Durante el cuaternario han actuado precesos degradativos lentos, principalmente meteorización física y erosión.

3. Evolución Morfológica.

El modelo estereoscópico de las fotografías 082 y 083 de 1971, permite ver que hasta ese año la falda montañosa estaba sometida a procesos de erosión hídrica normal y en la dirección de la pendiente, en la forma de erosión por escurrimiento difuso que avanzó a cárcavas en la capa superficial de suelo. También aparecen las huellas de un deslizamiento antiguo estabilizado y que sólo involucró los niveles de suelo y ceniza, desplazados sobre los planos estructurales de las rocas.

Por la intervención humana en la industria extractiva, los fenómenos erosivos iniciales evolucionaron a la formación de más cárcavas, situación ésta controlada por la cobertura vegetal aún existente. Para entonces los escarpes activos de erosión eran los frentes de explotación,que apenas habían producido cortes pequeños en los sitios más bajos, véase plano 2.

El modelo estereoscópico de las fotografías 068 y 069 de 1979, indica que la erosión antrópica aumentó considerablemente desplazando hacia arriba los escarpes activos de explotación. Así aumentó el tamaño de los cortes, creando las condiciones

propicias para la aceleración de los procesos degradativos relacionados fundamentalmente con meteorización química (oxidación) y erosión hídrica en forma de erosión por escurrimiento difuso intenso y escurrimiento concentrado. De esta manera, se formaron muchos surcos que evolucionaron a cárcavas más grandes y abundantes que las de 1971 y que a la vez retrocedieron, conformando un típico fenómeno de erosión regresiva o remontante.

En las fotografías aéreas de 1979 se observan también pequeños flujos de detritos acumulados como conos de deyección y un deslizamiento planar. Estos fenómenos sucedieron entre 1975 y 1979.

En el estereopar de 1987, se ve que la masa sometida al deslizamiento planar anterior a 1979 no se ha movido desde entonces, por lo que se presume que se ha estabilizado. También se observa que la acción de los agentes erosivos es mucho más severa, por la errónea e intensiva explotación efectuada hasta entonces en las canteras.

El alto grado de fracturamiento de la arenisca que subyace la capa de suelo, véase fotografía 7, ha permitido la efectiva acción de los agentes meteóricos. El agua como agente principal de erosión en la zona, penetra por las zonas abiertas y actúa en forma diferencial, lavando la arcillolita alterada y blanda que infrayace a la arenisca, véase Figura 5.

Posteriormente, por gravedad se forman grietas de varios tamaños produciendo la caida del material más consistente, véanse fotografías 3, 5 y 6. Así se han formado los taludes superiores actuales como los rasgos morfológicos activos más importantes sometidos a erosión hídrica remontante, véanse plano 2 y fotografías 1 y 2.

Simultáneamente sobre la capa superior de suelo continúan actuando los agentes erosivos que arrastran el suelo y culminan nuevamente en la formación de cárcavas.

En el cuadro geomorfológico de 1987, se distinguen depósitos producidos por fenómenos de remoción en masa, depósitos antrópicos y coluviones, cuyos desplazamientos siempre han estado relacionados con precipitaciones.

Por la combinación de todos estos procesos continuos en el tiempo, la morfología de hoy se asimila con un paisaje avanzado de tierras malas (bad-lands).

El Plano 2 corresponde al mapa morfogenético obtenido mediante la fotointerpretación de las fotografías aéreas de 1987, con una escala 1:25.000, ampliado con el pantógrafo óptico a una escala aproximada 1:2.000. En él se pueden observar las áreas de rocas y los depósitos, así como las geoformas más importantes.

D. ESTABILIDAD.

En este literal se describen los fenómenos en los que se observaron huellas de ocurrencia anterior pero que actualmente aparecen estabilizados y los fenómenos actualmente activos relacionados con las aguas superficiales.

1. Fenómenos estabilizados.

Por la forma de presentarse en las fotografías aéreas, muy seguramente la huella fosilizada que se observa en el modelo estereoscópico de 1971, correspondió a un deslizamiento de la masa superficial de suelo y cenizas, desplazada sobre los planos de la roca que buza en la dirección de la pendiente topográfica, véanse fotografías 8 y 12.

El deslizamiento planar ocurrido entre 1.975 y 1.979 y que en el estereopar de 1.987 aparece estabilizado, pudo ocurrir por excesivo aporte de aguas meteóricas que saturaron los niveles arcillosos intercalados entre la roca dura, produciendo desplazamiento en la dirección de la pendiente topográfica a lo largo de los planos estructurales de los estratos y hacia los frentes libres producidos por la explotación. .Como se muestra en el cuadro 1, con posterioridad a 1.979, no se han repetido las intensidades de lluvias de 1.975 y 1.979, lo cual podría explicar la estabilización de la masa.

23.

2. Fenómenos Activos.

Con la realización del estudio, se determinaron varios fenómenos activos de pequeña magnitud:

- El movimiento de masas sueltas está relacionado con corrientes ocasionales durante los períodos de lluvia. La magnitud de la masa susceptible de inestabilizarse depende de la capacidad de arrastre de las corrientes torrenciales que discurren por los cauces principales y del volumen de material de los conos de deyección, los depósitos antrópicos, o los coluviones que se han acumulado en diferentes sectores la zona. No se tiene hasta ahora información de avenidas que hayan ocasionado desplazamientos de masas importantes hacia los sectores habitados de las partes bajas.

- Suelen ocurrir desplomes (desprendimientos) de bloques, producidos por la intersección de planos estructurales, véase fotografía 12, especialmente en las áreas de explotación donde los cortes avanzan con taludes cuyas orientaciones son semiparalelas al rumbo de los estratos.

- La erosión hídrica diferencial actúa principalmente en los niveles blandos y ocasiona desbarrancamiento y toppling, que afectan los niveles más duros, véase fotografía 3. Con el tiempo este material es llevado y acumulado por el agua, quedando algunos bloques de roca en las partes altas del área, véanse fotografías 6 y 7.

E. MEDIDAS INMEDIATAS

A continuación se presentan una serie de medidas de aplicación inmediata y que están orientadas a detener el acelerado proceso erosivo, que amenaza con cambiar bruscamente y en poco tiempo, la parte alta del cerro que aún no ha sido afectada por los fenómenos antes enunciados :

- Manejo de las aguas de escorrentía superficial mediante la excavación de obras sencillas de drenaje como acequias que lleven el agua a los cauces principales, evitando así que eroden los taludes actualmente activos. Por donde y arriba? localizar

- Simultáneamente, se deben sembrar en esta misma zona, especies vegetales que produzcan rápidamente una cobertura que proteja y mejore el suelo. Para que se cumpla esta condición, la vegetación debe tener raíces fuertes y largas y crecer en corto tiempo. Se recomienda en una primera etapa sembrar pasto y una vez éste haya prendido suficientemente, reforestar utilizando pino pátulo y acacia melanoxilum.

Recomendaciones de mi delante: [illegible] de [illegible] [illegible] de [illegible] [illegible] de sembrar

F. TRABAJOS FUTUROS.

En el área de bad-lands se debe adelantar un trabajo de detalle que permita hacer una zonificación geotécnica representativa de las características de la zona. En dicho trabajo se incluirán las siguientes actividades:

- Cartografía en escala 1:2000 o más grande, en la que se haga distinción de las diferentes clases de rocas y depósitos. En cada tipo de roca se debe definir el grado y el tipo de meteorización para delimitar de esta manera, los sectores más susceptibles a la erosión. También se deben clasificar los depósitos cartografiados de acuerdo con su génesis (depósito antrópico, depósito coluvión, etc) y conocer su espesor, composición, granulometría y su grado de compactación. Esta información servirá para determinar el comportamiento de las diferentes masas y los volúmenes susceptibles de ser movidos por las corrientes de agua o por la lluvia.

- Determinar los procesos actuantes y diferenciar las clases de erosión actual. Detallar la erosión antrópica, si la hay, en cuanto a la localización de los frentes de explotación, el radio de influencia y el grado de actividad.

La información cartográfica recopilada siguiendo los parámetros anteriores, deberá consignarse sobre una topografía actualizada que refleje exactamente las formas del terreno, que señale los nuevos cursos de agua, la inclinación de las laderas y los cambios en la forma de los taludes. A este nivel de la investigación, se debe realizar una interpretación del mapa resultante y de su información complementaria, para definir zonas homogéneas que serán la base para los tratamientos respectivos, como el diseño y localización de trinchos, ubicación de sectores

de remoción de material y regularización de pendientes, protección de cauces, siembra de nuevas especies, etc.

La evolución de los fenómenos ocurridos entre 1971 y 1987 indican que el modelaje ha variado bruscamente en dicho período. Por lo mismo, la información básica que se recopile para la toma de decisiones de medidas correctivas definitivas, debe ser muy representativa del paisaje vigente en el área en ese momento.

IV. ZONA 2.

A. ANTECEDENTES.

La zona 2 se localiza en la parte occidental, véase Figura 2. El talud motivo del estudio fue afectado por un deslizamiento que a la vez involucró una vivienda en construcción, véanse Plano 3 y Fotografía 14.

B. GEOLOGIA.

1. Estratigrafía.

En la zona 2, hay suelo residual y depósitos de pendiente del Cuaternario infrayacidos por rocas sedimentarias del Terciario, véanse Plano 3 y Figura 6.

a. Cuaternario - Suelo Residual (Qsr) y Depósitos de pendiente (Qts).

El suelo es arcilloso, pardo - amarillento, con escaso desarrollo de capa vegetal. El depósito de pendiente está compuesto por cantos y guijos angulares a subangulares dispuestos caóticamente en una matriz arcillo - arenosa. Los fragmentos duros son de arenisca gris - amarilla, de grano grueso a fino. Reposa discordamente sobre las rocas de la formación Guaduas.

b. Terciario Inferior – Formación Guaduas Nivel Medio (Tgm).

El nivel de roca corresponde a arcillolita gris, moteada de amarillo y violeta, en partes parda, con materia orgánica, véase fotografía 15, e intercalaciones de arenisca gris, oxidada, muy fracturada y dura, en capas de 5 a 30 cms.

2. Geología Estructural.

Los estratos de arenisca tienen rumbos entre 30 y 35 grados al NW e inclinaciones que varían entre 20 y 25 grados al NE. Conforman un mococlinal, véase figura 6, aunque con fuertes replegamientos localizados en la arcillolita.

El sistema principal de diaclasas, común en los horizontes de arenisca, tiene la siguiente aptitud:

Rumbo N5E Buzamiento 80SE.

El espaciamiento entre las diaclasas es aproximadamente de 1 metro y los planos son lisos y abiertos.

C. GEOMORFOLOGIA.

1. Morfogénesis.

Sobre la arcillolita de la Formación Guaduas se depositaron cenizas volcánicas que originaron un suelo arcillo – arenoso. Por su granulometria, este material acumula agua y poco la

transmite (acuitardo), ocasionando una fuerte presión de poros de la masa en la dirección del flujo. El permanente aporte de agua del caño que recoge las aguas negras de un sector del barrio, véanse plano 3 y figura 16 y de las aguas lluvias muy comunes en los meses de Abril, Mayo, Junio, Octubre y Noviembre, aumentan la presión de poros y el peso de la masa, disminuyendo la fricción.

2. Procesos de degradación.

Por la forma actual de la masa y por sus efectos, se clasificaron los fenómenos de remoción allí presentes como solifluxión inicial (flujo lento) y deslizamiento posterior (flujo rápido).

El agua es el agente principal de la solifluxión y su origen está plenamente identificado. Al estado de saturación de la masa se agregó la pérdida del equilibrio por el despate del talud y el sobrepeso causado por la construcción de la vivienda. En estas circunstancias, se produjo el deslizamiento, véase fotografía 14.

D. GEOTECNIA.

Para entender el comportamiento de cualquier talud y en general de cualquier depósito de suelo o roca, al ser sometido a fuerzas o efectos externos, se requiere identificar de manera precisa el

tipo de material que lo constituye y determinar sus caracterísiticas y propiedades físicas y mecánicas.

Referirse a un material como suelo o roca, no resulta suficiente cuando se investigan las características de un fenómeno de inestabilidad, en una zona, ya que el diseño de cualquier obra exige saber cuáles son los materiales que están presentes y qué propiedades poseen. A este conocimiento aporta una gran contribución la geología, pero sobre todo se logra, extrayendo, examinando y probando muestras representativas de los materiales.

De manera general, se ha encontrado que los suelos, y en menor grado las rocas, pueden clasificarse en grupos dentro de los cuales, las propiedades mecánicas sean similares..

Consecuentemente, la caracterización y clasificación de los materiales del suelo o subsuelo es un paso fundamental para cualquier análisis o diseño.

SECRETARIA DE COMUNICACIONES Y TRANSPORTES DIRECTOR DIVISION DE ESTUDIOS

Dicha caracterización se puede resumir indicando los resultados numéricos de ciertas pruebas y análisis físicos y mecánicos. El tipo de pruebas realizadas a una muestra de suelo o roca, depende del objetivo del estudio y más concretamente, del tipo de obra a realizar en el sitio.

Se pueden obtener muestras de un depósito por varios métodos, dependiendo de la clase de ensayo de laboratorio a realizar y también del material investigado. Las formas de muestreo más

utilizadas son el muestreo en bloque y mediante tubo Shelby. En el primer caso, se utiliza un palustre o pala pequeña para extraer una porción de material, cuyo volumen depende del número de pruebas que se deban realizar. La muestra extraida se coloca en una bolsa de polietileno o se envuelve en papel de aluminio o parafinado, para conservar lo mejor posible el material en condición inalterada.

Para las muestras con Shelby se utiliza un tubo metálico de pared delgada, el cual se hace penetrar en el depósito mediante la presión o impacto, obteniendose una muestra cilíndrica del material que se traslada al laboratorio bien dentro del tubo o fuera de él, aislándola en los dos casos con papel de aluminio o parafinado para preservar sus condiciones originales.

Las muestras en bloque se utilizan para realizar ensayos de peso unitario, granulometria, limites de Atterberg y humedad. las muestras obtenidas con tubo Shelby son apropiadas para la realización de pruebas de compresión inconfinada, compresión triaxial y corte directo.

Los parámetros más relevantes en un estudio de estabilidad como el de los taludes del Barrio Perdomo Alto, son el peso unitario, la cohesión y el ángulo de fricción del material. El peso unitario se obtiene en el laboratorio determinando la masa y el volumen de una muestra y la cohesión y ángulo de fricción se

calculan graficando los resultados de una prueba de corte directo.

La resistencia al corte de un material está influenciada en primer término por la relación de vacíos, la presión de confinamiento y la velocidad de carga. En segundo término, existen factores que alteran la resistencia al corte de un material con respecto a otro, aún estando ambos sometidos a idénticas condiciones de confinamiento y relación de vacios, estos otros factores son: el tamaño, la forma y la granulometría de las partículas.

Para obtener resultados verdaderamente representativos de la resistencia al corte de un material, se debe en primer lugar, obtener muestras lo menos alteradas que sea posible y en segundo término realizar el ensayo de corte directo bajo condiciones controladas y precisamente establecidas de presión de confinamiento y velocidad de carga.

1. Exploración del subsuelo.

Con el fin de conocer con mayor detalle la litología, los espesores de las unidades consolidadas y no consolidadas identificadas en los reconocimientos de superficie, determinar la posición de la zona saturada, y la posible ubicación del plano de falla, se realizó un sondeo eléctrico vertical (SEV) y se excavaron dos apiques, cuya localización se da en el Plano 3.

a. Sondeo eléctrico vertical.

El método eléctrico aplicado en este estudio con la ejecución de sondeos eléctricos verticales, permite diferenciar materiales del subsuelo y estados de saturación mediante contrastes en los valores de resistividad producido por las distintas capas que atraviesa la corriente.

En la figura 7 se presenta la curva y la interpretación del sondeo No. 2 localizado en el sitio indicado en Plano 2. La correlación de los valores de resistividad verdadera con la litológia descrita en los afloramientos y en los apiques, puede verse en el siguiente cuadro:

Capa No	Profundidad (m)	Resistividad (ohm-m)	Correlación
1	1.5	44	Capa vegetal, suelo residual, cantos y guijos en matriz arcillo - arenosa.
2	7.0	180	Arcillolita muy alterada con elementos duros de arenisca.
3	19	510	Alternancia de arenisca alterada con arcillolita.
4	>19	30	Arcillolita. Basamento geoeléctrico.

b. Apiques.

Se excavaron dos apique de 2.00 mts. de profundidad cada uno, cuyos perfiles se muestran en las Figuras 8 y 9. Se diferenciaron

dos horizontes con las siguientes características:

b1. Horizonte Superior: Cantos y guijos angulares a subangulares, de arenisca pardo - amarillenta, fina, en matriz arcillo-arenosa, con una capa delgada de suelo negro en la parte superior; véanse fotografías 20 y 22.

b2. Horizonte Inferior : Arcillolita muy alterada, blanda, gris con motes amarillo - violeta y algunos guijos de roca dura. Corresponde al horizonte b en el apique 1, véanse figura 8 y fotografía 17 y a los horizontes b y c en el apique 2, véanse figura 9 y fotografías 18, 19 y 21.

En perfil, véase figura 6, aparece el horizonte superior formado por suelo residual y depósitos no consolidados (horizonte a) y el horizonte inferior compuesto por el nivel de roca muy alterada (horizonte b) y por la roca mejor conservada, en profundidad (horizonte c).

c. Posición del Nivel Freático y del plano de falla.

Ni en los apiques, ni en el SEV, se encontró nivel freático. Sólo se definieron zonas con alto contenido de humedad en el horizonte inferior descrito en los apiques y que no corresponden al plano de falla, por cuanto no hay evidencias de movimiento.

2. Muestreo.

En esta zona se tomaron muestras en bloque de los apiques 1 y 2 a diferentes profundidades, según se muestra en el Cuadro 2. Las muestras se envolvieron en papel de aluminio para evitar su alteración mientras se transportaron desde el sitio hasta el laboratorio.

Se realizaron ensayos de laboratorio para determinar peso unitario, humedad natural, granulometría y límites de Atterberg. Las características de las muestras se presentan en el anexo 2. También se tomaron muestras mediante tubo Shelby para determinación de resistencia al corte, en los sitios indicados en el Cuadro 3.

3. Propiedades geotécnicas de los materiales.

a. Peso Unitario.

Se llevaron a cabo los ensayos convecionales para determinación de peso unitario total, de partículas sólidas y seco. Los resultados se muestran en el Cuadro 6.

b. Resistencia al Corte.

Para la determinación de los parámetros C y Φ de los materiales se realizaron pruebas de corte directo. En esta prueba el suelo se coloca en una caja de sección circular (5 cm de diámetro, 3.05

cm de altura), que se separará por su plano medio. Se aplica una fuerza de confinamiento y a continuación una fuerza tangencial para causar un desplazamiento relativo entre las dos partes de la caja. Se registra la magnitud de las fuerzas tangenciales y la variación de espesor de la muestra. La prueba se realiza para diferentes valores de carga normal o de confinamiento (9.815 kg, 19.815 kg y 39.26 kg), las cuales se seleccionan de tal modo que los esfuerzos normales respectivos son 0.5, 1.0 y 2.0 kg/cm². Para cada uno de estos esfuerzos se lleva a cabo el ensayo hasta la falla, midiendo la carga tangencial aplicada y la deformación horizontal correspondiente. Los esfuerzos tangenciales respectivos se grafican como se indica en las Figuras 10, 12 y 14 (muestras 7, 8 y 9). El esfuerzo tangencial máximo medio en cada caso se grafica contra el correspondiente esfuerzo normal aplicado tal como se muestra en las Figuras 14, 16 y 18 en las cuales también se han graficado los valores de esfuerzo tangencial último a la falla.

Los párametros C y Φ (cohesión y ángulo de fricción), se determinan a partir de las Figuras 11, 13, y 15, midiendo el ángulo de inclinación de la recta (ángulo de fricción) y el intercepto con el eje vertical (cohesión).

Los resultados del ensayo, para cada una de las muestras se resumen en el Cuadro 5.

c. Límites de Atterberg.

Los límites de Atterberg se basan en el concepto de que un suelo de grano fino solamente puede encontrarse en cuatro estados de consistencia según su humedad. Así, un suelo se encuentra en estado sólido cuando está seco, pasando al añadir agua, a los estados semisólido, plástico y finalmente líquido. Los contenidos de humedad y los puntos de transición de unos estados a otros se denominan límite de contracción, límite plástico y límite líquido.

El límite líquido se determina midiendo la humedad y el número de golpes necesarios para cerrar en una determinada longitud, una ranura preestablecida, mediante un aparato normalizado (Cazuela de Casagrande). El límite plástico se obtiene midiendo el contenido de humedad de la muestra cuando comienzan a desmoronarse pequeños cilindros de suelo de 3 mm de diámetro. El límite de contracción se define como la humedad presente al haber añadido agua suficiente para llenar todos los huecos de una pastilla de suelo seco.

Los límites de Atterberg y algunos de los índices asociados se determinaron para las muestras 1, 2, 3, 4 y 5, siguiendo la metodología descrita anteriormente. Los datos de laboratorio y la curva del número de golpes contra humedad para la obtención del límite líquido, se muestran en el Anexo 2. En el cuadro 4 se

resumen los valores obtenidos para los límites e índices correspondientes a las muestras tomadas en la zona 2.

Estos resultados junto con los análisis granulométricos realizados (véase Anexo 2), indican que se trata de materiales arcillosos con plasticidad de baja a media (1, 3 y 5) y alta (muestra 2). Todas las muestra analizadas para la zona 2 se clasifican en el área superior del gráfico de plastidad de Atterberg, por encima de la denominada Línea A, lo cual las clasifica en los grupos SC, CL y CH, según el Sistema Unificado de Clasificación de Suelos, U.S.C. (véase cuadro 4).

4. Estado de los sistemas de acueducto y alcantarillado.

Anteriormente se mencionó la influencia del agua en el deslizamiento de la Zona 2. Para determinar la posible contribución de las aguas domésticas servidas y no servidas a dichos fenómenos de inestabilidad, se llevó a cabo un inventario del estado actual de los sistemas de acueducto y alcantarillado.

a.- Alcantarillado.

El censo realizado sobre el terreno, comprobó la ausencia absoluta de alcantarillado de aguas lluvias. Durante los aguaceros, se forman arroyos que discurren por las calles y por algunas zanjas construídas por los vecinos para conducirlas.

El barrio carece de servicio de alcantarillado de aguas negras en todo el sector al sur de la calle 74, como se puede ver en la figura 16. En algunas partes del barrio los residentes han construido conducciones provisionales de aguas negras para suplir la falta del servicio. Sin embargo, estas tuberías no empalman con la red principal de alcantarillado, sino que desembocan en zanjas excavadas no protegidas, las cuales conducen las aguas superficialmente y con fuertes lluvias se desbordan. Por el hecho de no estar impermeabilizadas permiten las infiltraciones hacia el talud de la zona 2.

b. Acueducto.

Todo el barrio tiene servicio de acueducto. Las acometidas son en tubería PVC con diámetro de media pulgada. Durante las visitas realizadas se observó que esta tubería está a nivel del terreno en varias partes, situación muy propicia para que sea reventada por el peso de los vehículos ocasionando pérdidas en el sistema e infiltraciones hacia el subsuelo.

5. Análisis de estabilidad.

a. Origen del problema.

Al analizar la cronología de los fenómenos de inestabilidad de la Zona 2, se concluye que las causas fundamentales del problema

fueron:

-. La pérdida de soporte en la base del talud al ser removido el material de la "pata" por la explanación que realizó al borde de la vía (transversal 84), mediante buldozer uno de los habitantes en el año de 1989 .

-. La carencia de alcantarillado de aguas lluvias en el barrio, lo cual facilita la acción perjudicial de las aguas de escorrentía durante los períodos invernales.

-. El sobrepeso producido por la construcción en condiciones inestables.

b. Metodología.

Antes de llevar a cabo el análisis de estabilidad de cualquier talud se requiere definir el tipo de material que lo constituye, precisando si su composición es rocosa o no. Ésta diferenciación debe hacerse puesto que la metodología utilizada para el análisis de un talud en roca masiva con diaclasamiento difiere de la metodología aplicada con el análisis de un talud constituido por suelo.

Ambos materiales están constituidos por partículas, pero en el caso de la roca existente un enlace fuerte entre ellas que impide que se disgreguen con facilidad. En el caso del suelo, las

partículas que lo constituyen tienden a disgregarse bajo efectos externos aunque sean de leve intensidad.

De acuerdo con la interpretación geológica y análisis de laboratorio realizados a las muestras de la zona 2, este talud está constituido por material clasificado como suelo.

La cuantificación de la estabilidad de un talud constituido por suelo o roca altamente fracturada, se basa en las leyes de la estática. El fundamento del método es considerar cuñas aisladas del talud sometidas a los efectos de su peso propio y cuya tendencia al deslizamiento está contrarrestado por las fuerzas cohesivas y de fricción. La estabilidad o inestabilidad de toda cuña o dovela depende de la magnitud de las fuerzas de cohesión, fricción y peso propio que actuen sobre ella, las cuales a su vez dependen del ángulo de incliación del talud, del tipo de material constituyente y de su grado de saturación.

Para la determinación de la estabilidad del talud se procedió así:

- Se seleccionaron secciones típicas de cada talud, teniendo en cuenta su geometría y evidencias de movimiento reciente. En el Plano 5 se indica la localización de las secciones analizadas para la Zona 2.

- Se postularon varias superficies de falla para cada una de las secciones, de acuerdo con la existencia y localización de grietas

en el terreno, llevando las cuñas más grandes en su límite inferior, hasta el nivel de la banca de la vía, que es estable.

- Se calcularon las áreas de las cuñas ,, mediante planimetría y se midieron los ángulos de inclinación de las superficies de falla respectivas.

- Se determinó un conjunto de valores para los parámetros geotécnicos de cada cuña (densidad, cohesión y ángulo de fricción), según el material constituyente y la condición de saturación, de acuerdo con los resultados de los ensayos de corte directo.

- Para los valores de ángulo de fricción y cohesión se tuvieron en cuenta dos condiciones: resistencia máxima del material del talud y resistencia final (en el momento de la falla). Véanse las figuras 10 a 15.

- Se cuantificó la estabilidad de cada cuña para cada una de las condiciones postuladas: estado de saturación y estado de equilibrio actual del talud (superficies de falla), la estabilidad se evaluó en términos de factor de seguridad contra el deslizamiento, el cual expresa la proporción en la cual las fuerzas resistentes compensan o contrarrestan las fuerzas de gravedad existentes en cada cuña.

El factor de seguridad puede variar en un rango muy amplio que va desde cero (falla o colapso existente), hasta valores mayores

que 10 (taludes completamente estables). Un talud con factor de 1.0 se encuentra en estado de equilibrio inestable.

Desde el punto de vista práctico, se considera estable un talud, cuando su coeficiente de seguridad contra el deslizamiento es mayor o igual a 1.5, e inestable cuando es menor.

muy alto 1.5

Para los cálculos de estabilidad se utilizó el programa de computador EST-JTC, el cual permite analizar cuñas para diversas condiciones de saturación, geometría de la superficie de falla y propiedades geotécnicas.



c. Resultados.

Las figuras 17 a 25 representan las secciones topográficas de la zona 2, cuya estabilidad se analizó mediante el programa EST-JTC.

En el Anexo 4 se resumen los resultados de los análisis de estabilidad efectuados para las secciones y cuñas definidas en las dos zonas. Como se puede ver, los menores factores de seguridad para las condiciones actuales, varían entre 1.0 y 1.5 para las secciones 3, 4, 5, 6, 7 y 8.

6. Obras de estabilización.

a. Diseño

Inicialmente se deben restablecer las condiciones geométricas y

topográficas del talud. En segundo lugar, se deben ejecutar las obras necesarias para que las condiciones de equilibrio y estabilidad se mantengan. A continuación se describen las obras requeridas.

- Muro de Gaviones.

Para restablecer la topografía del talud, se diseñó un muro de gaviones colocado en la base tal como se indica en el plano 5. Este muro quedará localizado a 1.0 mts de la vía, tendrá una longitud aproximada de cincuenta (50) metros y dos (2) metros de ancho y alto . Para la construcción de los gaviones que conforman el muro, se deben tener en cuenta las siguientes recomendaciones:

i) Los cajones o canastillas deben elaborarse en alambre galvanizado, calibre 12, con uniones en triple torsión, con agujeros de diámetro no mayor de 2 pulgadas. Cada canastilla debe tener un metro de ancho, por dos metros de largo, por un metro de altura.

ii) Una vez colocada la canastilla en el sitio definitivo, se llenará con piedra mediasonga seleccionada (diámetro de 20 a 30 cm). Se deben evitar las piedras esféricas. Las de cara plana deberán instalarse contra las paredes de la canastilla evitando que queden aristas o salientes asomando por entre los agujeros de la malla. No deben quedar vacíos y en el caso de que quedaren, deberán rellenarse con material seleccionado y apropiado.

45

iii) Los gaviones se dispondrán de manera que no queden espacios entre uno y otro y se "trabarán" entre una hilera y la inmediatamente superior, de modo similar a como se disponen los ladrillos en un muro.

iv) Los gaviones contiguos deben unirse mediante tensores de alambre galvanizado calibre 12, procurando restringir el desplazamiento entre uno y otro.

- Relleno Compactado.

Después de construido el muro de gaviones, se conformará un relleno entre éste y la superficie actual del talud. En el Detalle 1 del Plano 5 se da la sección tipica, para indicar la disposición general del relleno. La disposición precisa de éste, según la topografía actual de la zona puede apreciarse en la secuencia de Figuras 17 a 26, en las que se representan secciones topográficas espaciadas a lo largo del talud e indican la geometria y las dimensiones que debe tener el talud final, una vez efectuado el relleno.

El proceso de conformación del relleno será el siguiente :

i) Extendido de una capa de grava con un espesor promedio de 25 cms, la cual se dispondrá de tal manera que quede localizada entre la "pata" del talud actual y el muro de gaviones, véanse las secciones 17 a 26 y el Plano 5.

ii) Sobre la grava se extenderán sucesivas capas horizontales de 20 cm de espesor máximo de material seleccionado. Cada capa se compactará con rodillo o compactadora vibrátil. En cada sector del muro, el relleno debe quedar conformado como se indique en la sección respectiva, con una pendiente de 1.5 horizontal a 1.0 vertical.

iii) La superficie obtenida con el relleno, se cubrirá con recuadros de césped que será rociado periódicamente para garantizar que se arraigue y adhiera al suelo.

- Obras de drenaje.

Para proveer un sistema de evacuación de aguas adecuado a la obra de contención se debe construir una cuneta entre el muro y el borde la vía como se indica en el Plano 5, Detalle 3.

b. Factores de Seguridad

En el Anexo 5 se presentan los análisis efectuados al talud en su nueva situación, una vez construido el muro y conformado el relleno. Los resultados muestran que las secciones críticas (identificadas con los números 3 a 8) en ningún caso tienen factor de seguridad contra el deslizamiento inferior a 1.5.

c. Obras complementarias.

En numeral anterior se comentó acerca de los problemas originados por la falta de alcantarillado de aguas lluvias y por la carencia de alcantarillado de aguas negras en algunos sectores del barrio.

Para contribuir al mantenimiento de las condiciones de estabilidad del talud de la zona 2, se requiere llevar a cabo la construcción del sistema de alcantarillado de aguas lluvias y de aguas negras.

Por otra parte, debe revisarse el diseño del sistema de acueducto, en lo relacionado con la localización, profundidad y material de las tuberías de acometida o entrada a las viviendas, pues debido a la escasa profundidad de instalación, es fácil que se presenten roturas ocasionando fugas y saturación de los materiales del suelo.

E. PRESUPUESTO Y CRONOGRAMA DE EJECUCION DE OBRAS.

En el Cuadro 7 se resume el presupuesto calculado para las obras a realizar en la Zona 2. Los precios unitarios allí indicados corresponden a valores promedio de los costos de los diferentes items, vigentes en el mercado de la construcción a la fecha de ejecución del presente estudio (Marzo de 1.990).

En el Cuadro 8 se presenta el cronograma de actividades para la ejecución de las obras propuestas, allí se indican las duraciones aproximadas para cada uno de los item de construcción.

V. ZONA 3.

A. ANTECEDENTES.

La Zona 3 se localiza en el sector nororiental del barrio Perdomo Alto, véase Figura 2. El talud motivo de estudio es una ladera de alta pendiente, testigo de una antigua cantera, que ocasionalmente presenta desprendimientos de bloques en periodos de lluvia.

B. GEOLOGIA.

1. Estratigrafía.

En la Zona 3 hay suelo negro, ceniza volcánica y depósitos de pendiente del Cuaternario infrayacidos por rocas sedimentarias del terciario, véanse Plano 4 y Figura 27.

a. Cuaternario - Suelos negros (Qsn) y Depósitos de pendiente (Qts).

El suelo es arcillo-arenoso, con un espesor que varía entre 10 cm y 30 cm. Reposa sobre dos capas de ceniza volcánica gris a su vez separadas por un paleosuelo, véase fotografía 25. El depósito de pendiente, clasificado como talus, está compuesto por bloques de hasta 3 mts. de eje mayor, cantos, guijos y guijarros de arenisca, mezclados en una matriz arcillo-arenosa gris a amarilla, muy cuarzosa. Reposa discordantemente sobre rocas sedimentarias.

b. Terciario Inferior-Formación Guaduas, Nivel Medio (TGm).

La roca es arenisca muy cuarzosa, de grano fino a medio, bien seleccionada, localmente friable,con intercalaciones de arcillolita gris-amarillenta, fisible y alterada, véanse fotografías 23, 25 y 26.

2. Geología Estructural.

La roca que conforma el talud de la zona 3 pertenece al flanco sur del sinclinal regional con dirección SE-NW, y en la zona de influencia de la falla con rumbo SW-NE, véase Plano 1. Así se explica el alto grado de fracturamiento y de desintegración de la roca como se puede ver en las fotografías 23, 25 y 26. Para definir la actual disposición estructural, sólo se pudo tomar un dato con la brújula, el cual sirvió para el diseño de la sección de la figura 27.

SECRETARIA DE OBRAS PUBLICAS
DIRECTOR
DIVISION DE ESTUDIOS

C. GEOMORFOLOGIA.

1. Morfogénesis.

Sobre el macizo rocoso, en diferentes épocas se depositaron dos capas de cenizas volcánicas sobre el macizo rocoso, a partir de las cuales se formaron dos niveles de suelos negros, véase Fotografía 25. La zona ha permanecido tectónicamente estable

desde el holoceno, permitiendo la depositación de materiales de pendiente, véanse Plano 4, Figura 29 y Fotografía 26.

2. Procesos degradativos.

En la zona 3 son activos los procesos de meteorización, erosión y remoción en masa de pequeña magnitud, con predominio de los dos primeros. El macizo está expuesto a la meteorización química (oxidación) y principalmente a la meteorización física, proceso éste que culmina desintegrando la roca, especialmente en los puntos de mayor fracturación, conformando pendientes negativas y salientes (narices) prominentes. La erosión se manifiesta en los depósitos de pendiente y en las costras arenosas de origen físico que enmascara la roca del talud, véanse fotografías 23 y 26. Con las aguas lluvias hay erosión hídrica del material de la superficie, que es transportado como una mezcla areno-arcillosa. La arcilla actúa como cemento para formar una masa viscosa que escurre lentamente por el talud. Al terminar la lluvia y aumentar la temperatura, hay pérdida de humedad, incremento en la densidad del material. Culmina el movimiento y queda la mezcla adherida al talud, como una pasta, véase fotografía 25.

En las cenizas hay estoraques con un incipiente desarrollo (microestoraques) originados por procesos de meteorización física y erosión. A la vez estas geoformas han sido deformadas por bloques que han caido sobre ellos.

El depósito del reciente está sometido a procesos de remoción lentos tipo solifluxión, materializados en las ondulaciones sin ruptura de la capa vegetal superficial, véase fotografía 25.

D. GEOTECNIA.

1. Exploración del subsuelo.

Con el fin de describir detalladamente los materiales del subsuelo, determinar la posición del nivel freático y del posible plano de falla, así como conocer el espesor de la masa no consolidada suceptible de ser sometida a movimiento, se realizó un sondeo eléctrico vertical (SEV) y se construyó un apique cuyas localizaciones se dan en el Plano 4.

a. Sondeo Eléctrico Vertical (SEV).

De acuerdo con los contrastes en los valores de resistividad, producidos, por las diferentes capas geológicas atravesadas en profundidad, se interpretaron varias unidades geoeléctricas correlacionables con la litología descrita en superficie y en el apique. Dicha correlación se da en la figura 28 y en el siguiente cuadro:

Capa No	Profundidad (m)	Resistividad (Ohm-m)	Correlación
1	1.30	66	Suelo, materia orgánica y elementos angulares de arenisca en matriz arcillo-arenosa.
2	6.00	330	Arenisca muy fracturada.
3	15.00	80	Arcillolita y arenisca.
4	Más de 15	150	Arenisca y arcillolita. Basamento geoeléctrico.

b. Apique.

Se excavó un apique de 2.0 mts. de profundidad en el sitio indicado en el Plano 4.

Se diferenciaron dos horizontes, observables en la figura 29 y en la fotografia 24. La descripción de cada uno es la siguiente:

b1. Horizonte superior: está formado por escombros de desplomes de material del talud, acumulaciones antrópicas de residuos sólidos y material de relleno para el afirmado de los accesos.

b2. Horizonte Inferior: compuesto por cantos y guijos angulares de arenisca gris-amarillenta, de grano fino a grueso, friable a compacta embebidos en una matriz arcillosa blanda y plástica. Este horizonte es equivalente a los depósitos de pendiente descritos en superficie.

c. Posición del nivel freático y del plano de falla.

No se encontró nivel freático ni en el apique, ni en el sondeo eléctrico. Por aguas meteóricas que se desplazan por el contacto entre la roca y los materiales no consolidados, hay diferencias en los contenidos de humedad, sin llegar a la saturación. No hay evidencias de plano de falla.

2. Muestreo.

Del apique se extrajo una muestra en bloque (No. 6) a una profundidad de 1.60 mts. y una muestra en tubo Shelby a una profundidad de 1.50 mts.

Se realizaron las pruebas convencionales para determinación de peso unitario, humedad natural y límites de Atterberg. Adicionalmente se ejecutó una prueba de corte directo. Los datos de los ensayos se incluyen en el Anexo 2. Estos ensayos se hicieron con el objeto de clasificar el material del talud y para obtener parámetros para el análisis de estabilidad.

3. Propiedades geotécnicas de los materiales.

a. Peso Unitario.

Los resultados obtenidos en el laboratorio para el peso unitario total, de partículas sólidas y seco, se resumen en el Cuadro 6.

55

b. Resistencia al Corte.

Se realizó un ensayo de corte directo a la muestra No 10 extraida del apique 3. Los esfuerzos tangenciales se graficaron contra la deformación horizontal, como se indica en la Figura 30. Los valores de esfuerzo tangencial máximo y último (a la falla), se graficaron contra el esfuerzo normal, véase Figura 31, para determinar los parámetros C y Φ del material. Los resultados se resumen en el Cuadro 5.

SECRETARIA DE OBRAS PUBLICAS
DIRECTOR
DIVISION DE ESTUDIOS

c. Limites de Atterberg.

Se obtuvieron en el laboratorio los limites de Atterberg para la muestra 6 y los resultados que se presentan en el Cuadro 4, permiten clasificar la muestra como un material arcilloso de elevada plasticidad, o sea del tipo CH, según el Sistema Unificado de Clasificación de Suelos.

4. Estado de los sistemas de acueducto y alcantarillado.

a. Alcantarillado.

Por la falta del servicio de alcantarillado, según la intensidad de las precipitaciones, las aguas lluvias en su discurrir causan socavación en los cimientos de algunas viviendas, como ocurre con las casas identificadas con los números 3 y 6 por la carrera 80 entre calles 73 y 74, véase figura 16.

En la intersección de la calle 73 y la carrera 80, se instaló un tubo con el fin de captar las aguas de escorrentia y conducirlas por el caño que limita el talud de la Zona 3, véanse el Plano 4 y la figura 16. Esta instalación es insuficiente para conducir las aguas de los grandes aguaceros, las cuales llenan el caño y corren libremente por las calles infiltrándose en el material suelto que se ha acumulado en la base del talud de la Zona 3, véanse plano 4 y figura 16. Esto explica que algunas de las muestras del apique tuvieran alto grado de humedad.

En este sector del barrio se dispone del servicio de alcantarillado de aguas negras conectado a la red principal de la E.A.A.B.

b. Acueducto.

Los habitantes del área de influencia de la Zona 3, gozan del servicio de acueducto. Las acometidas son en tubería PVC de media pulgada de diámetro enterrada a 20 cms. de profundidad. Durante la realización del inventario no se detectaron pérdidas o fugas del sistema de acueducto.

5. Análisis de Estabilidad.

a. Origen del Problema.

De acuerdo con las versiones de los habitantes más antiguos del

barrio, la zona en estudio era hasta hace algunos años, sitio de extracción de material granular. Como casi siempre ocurre en estos casos, el talud final conformado después de la explotación, es de alto grado de pendiente y está completamente desprotegido ante la acción de los agentes de meteorización y erosión. Por lo mismo, cuando hay lluvias de cierta intensidad, se presentan ocasionalmente desprendimientos de bloques de roca del talud que pueden, en un momento dado, atentar contra la seguridad de los vecinos de las casas más cercanas al mismo.

b. Metodología.

En el talud de la Zona 3 hay roca en avanzado estado de fracturamiento y alteración, según se relaciona en el aparte de geología realizado en este estudio, por lo que no es posible realizar el análisis de estabilidad, aplicando la metodología de la mecánica de rocas. En consecuencia, se siguió la misma metodología de la Zona 2.

c. Resultados.

Las figuras 32 a 40 representan las secciones topográficas de la Zona 3 cuya estabilidad se analizó con el programa de computador EST-JTC. Los resultados de los análisis se resumen en el Anexo 4 e indican que el talud de la Zona 3 es estable en la actualidad,

toda vez que el Factor de Seguridad contra el deslizamiento en las condiciones criticas analizadas varia entre 1.5 y 2.5.

6. Obras de estabilización.

a. Diseño.

Las obras propuestas para este talud tienen como objetivo esencial controlar los desprendimientos o desbarrancamientos que se presentan durante los periodos de lluvias intensas.

Con este fin se deben realizar las siguientes labores:

-. Perfilado del talud, induciendo el desmoronamiento de las salientes y de las protuberancias con indicios de agrietamiento. En las Figuras 32 a 40, se indican los sitios en los cuales se debe cortar material del talud para regularizar su pendiente. Las áreas de corte se muestran en el Plano 6. El criterio seguido para la delimitación de los volúmenes a remover, fue el de conformar pendientes de 45° de inclinación como máximo, en aquellos sitios con evidencia de desbarrancamiento inminente. Con esto se obtiene además un aumento en la estabilidad del talud, puesto que se disminuye peso en su parte alta.

-. Colocación de malla metálica tipo gallinero en los sectores del talud que posteriormente se recubrirán con concreto neumático. La malla debe fijarse al talud mediante estacas

metálicas de longitud suficiente para garantizar su sostén adecuado.

-. Recubrimiento de toda la superficie del talud con concreto neumático o lanzado, con un espesor mínimo de 5 cms. La presión de lanzado del concreto debe ser suficiente para que se logre una penetración adecuada y el sello eficaz de las grietas.

El concreto lanzado no deberá tener una resistencia inferior a 4,000 psi, transcurridos 28 días después de su aplicación. La superficie a recubrir con concreto neumático se indica en el Plano 6.

b. Factores de Seguridad.

En el Anexo 5 se presentan los resultados obtenidos luego de efectuar el análisis de estabilidad para el talud de la Zona 3 en las nuevas condiciones. Como era de esperarse los Factores de Seguridad se incrementaron, indicando la contribución favorable de las obras diseñadas.

c. Obras complementarias.

Como obra preventiva para evitar la eventual desestabilización del material no consolidado acumulado en la parte baja del talud, véase Plano 4 y Figura 27, y a la vez resolver algunos de los problemas de salubridad pública, se requiere la canalización del

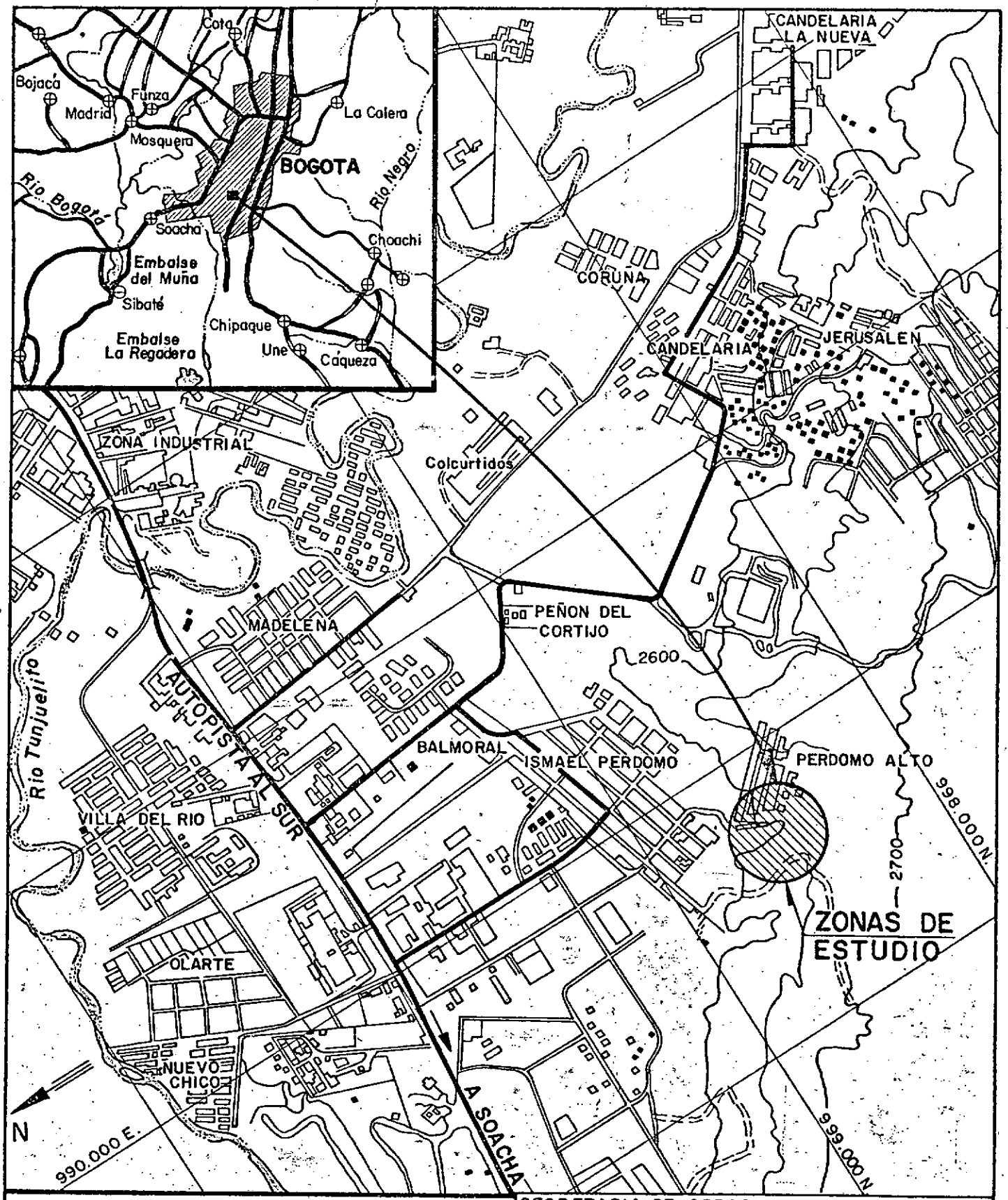
caño que actualmente lo delimita en su flanco occidental y en la base. Estas aguas deben captarse desde la cabecera del caño mediante una tubería de alcantarillado, como se indica en el Detalle 1, y conducirse como se muestra en el Plano 6.

También se requiere la construcción de una cuneta en la corona del talud, véase Plano 6, para evitar posibles infiltraciones de aguas lluvias o domésticas, la cual conducirá las aguas captadas hacia la red de alcantarillado.

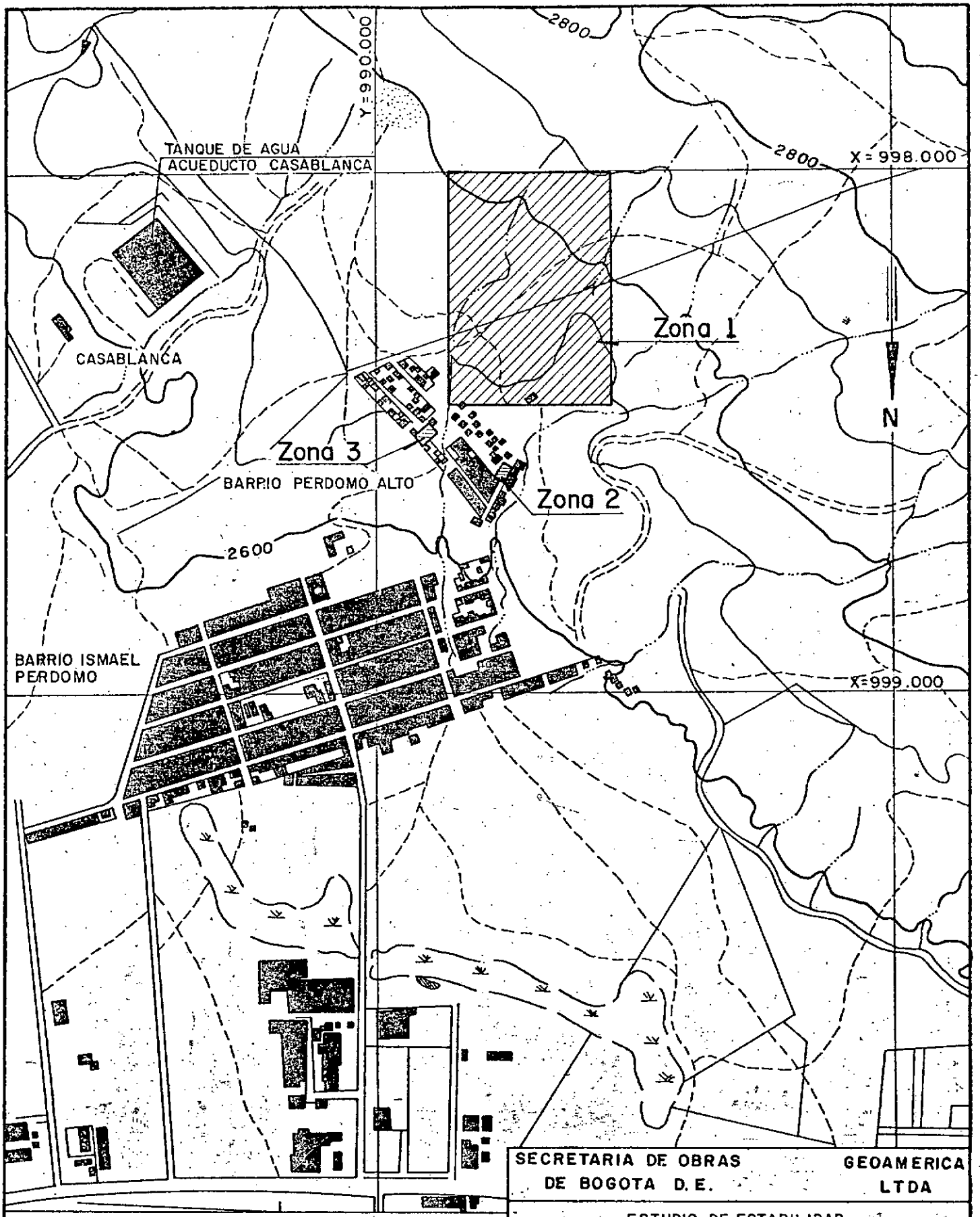
E. PRESUPUESTO Y CRONOGRAMA DE EJECUCION DE OBRAS.

En los Cuadros 9 y 10 se presentan el presupuesto y el cronograma de ejecución para las obras propuestas en la Zona 3. Los precios unitarios de los diversos item corresponden a los vigentes a la fecha de realización del presente estudio (Marzo de 1.990).

FIGURAS



SECRETARIA DE OBRAS DE BOGOTA D.E.		GEOAMERICA LTDA
ESTUDIO DE ESTABILIDAD BARRIO PERDOMO ALTO		
LOCALIZACION GENERAL		
CONTRATO 061 29-XII-89	ESCALA 1:25.000	FECHA ENERO /90	FIGURA No. 1



SIMBOLOS

- Zonas de estudio
- Corrientes superficiales
- Accesos
- Curva de nivel

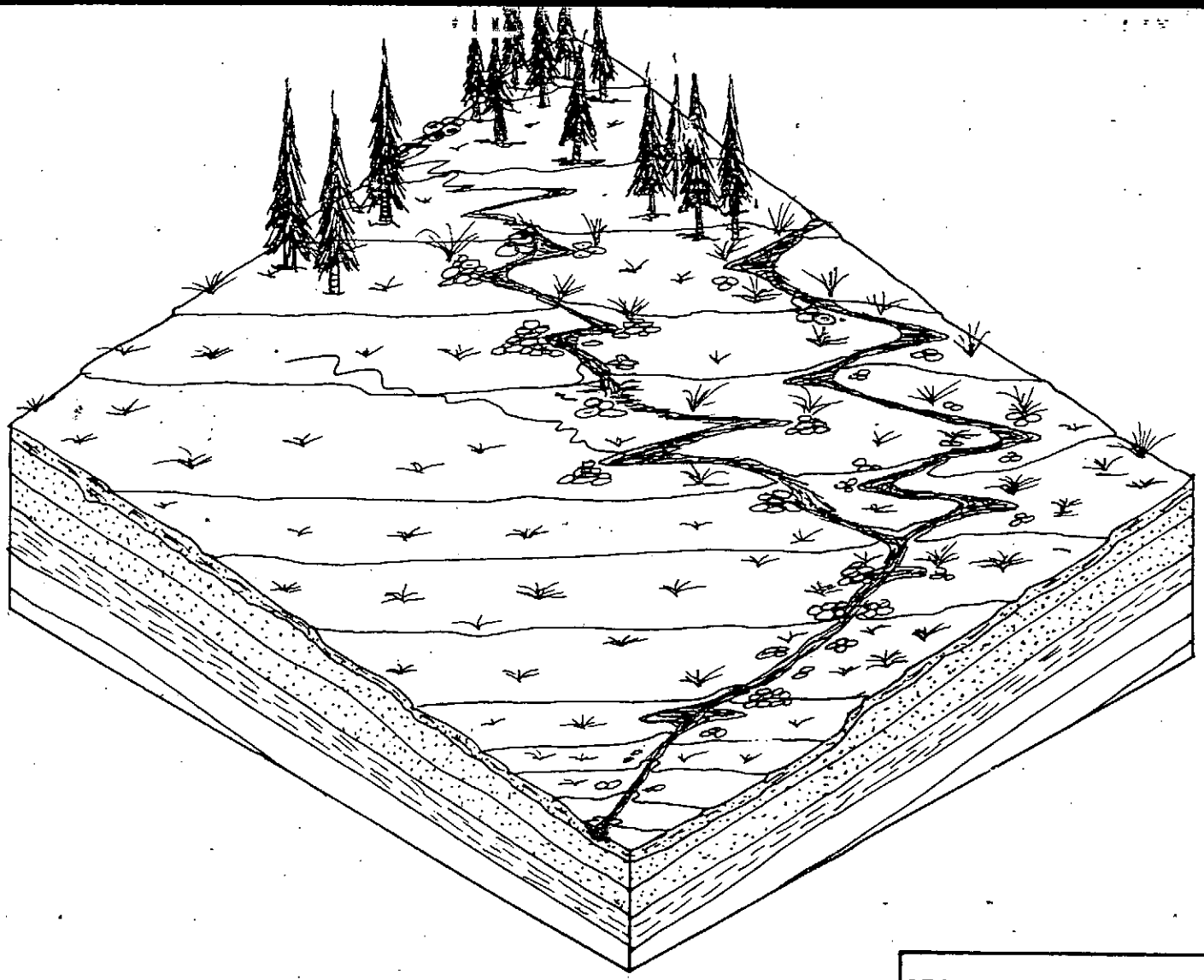
SECRETARIA DE OBRAS DE BOGOTA D.E.

GEOAMERICA LTDA

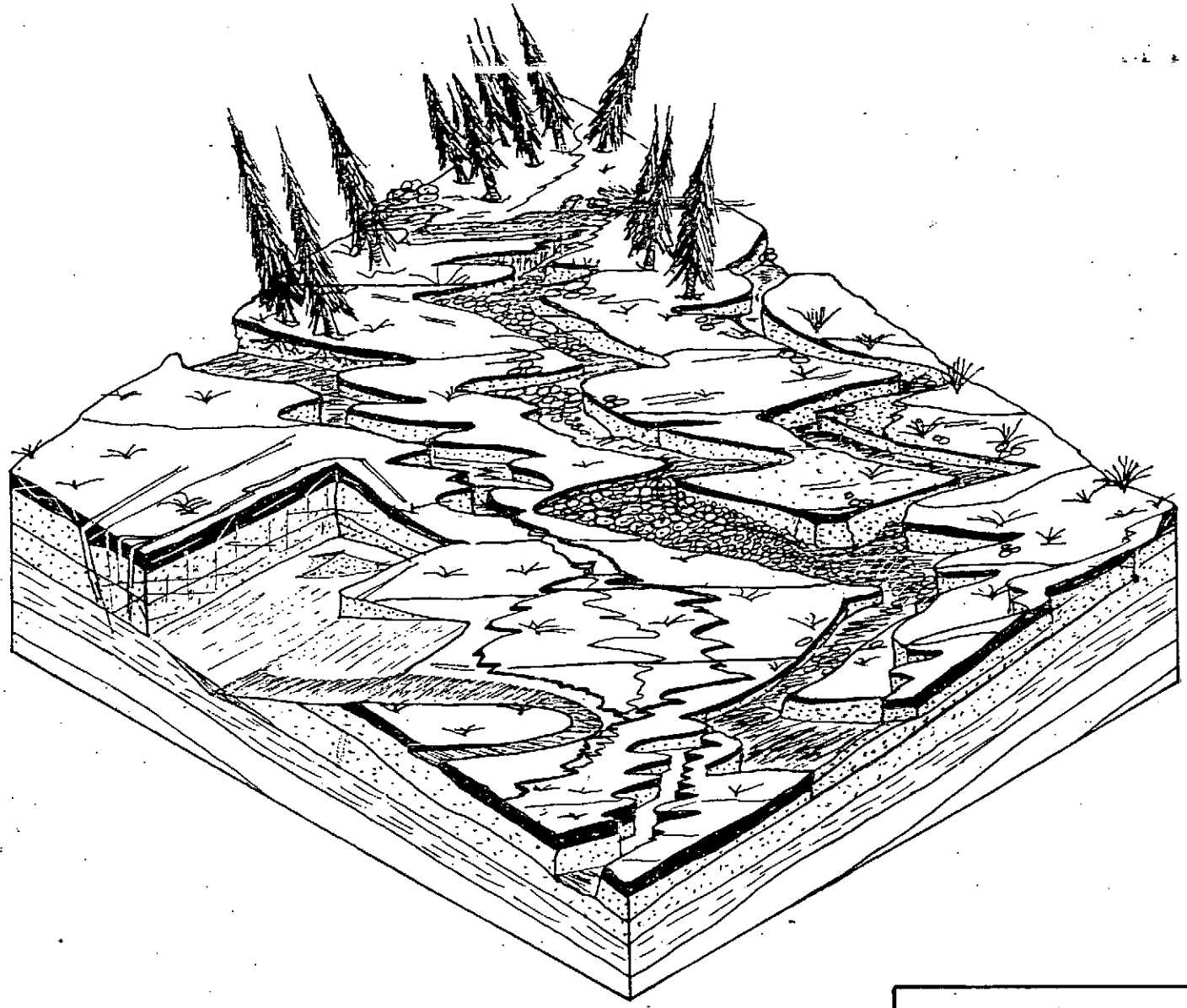
ESTUDIO DE ESTABILIDAD
BARRIO PERDOMO ALTO

UBICACION ZONAS DE ESTUDIO

CONTRATO	ESCALA	FECHA	FIGURA No.
061 29-XII-89	1: 10.000	ENERO/90	2



SECRETARIA DE OBRAS – GEOAMERICA LTDA.			
ESTUDIO DE ESTABILIDAD BARRIO PERDOMO ALTO			
. EVOLUCION MORFOLOGICA ZONA 1			
CONTRATO 061-29-12-89	ESQUEMA	FECHA Marzo 29/90	FIGURA 5

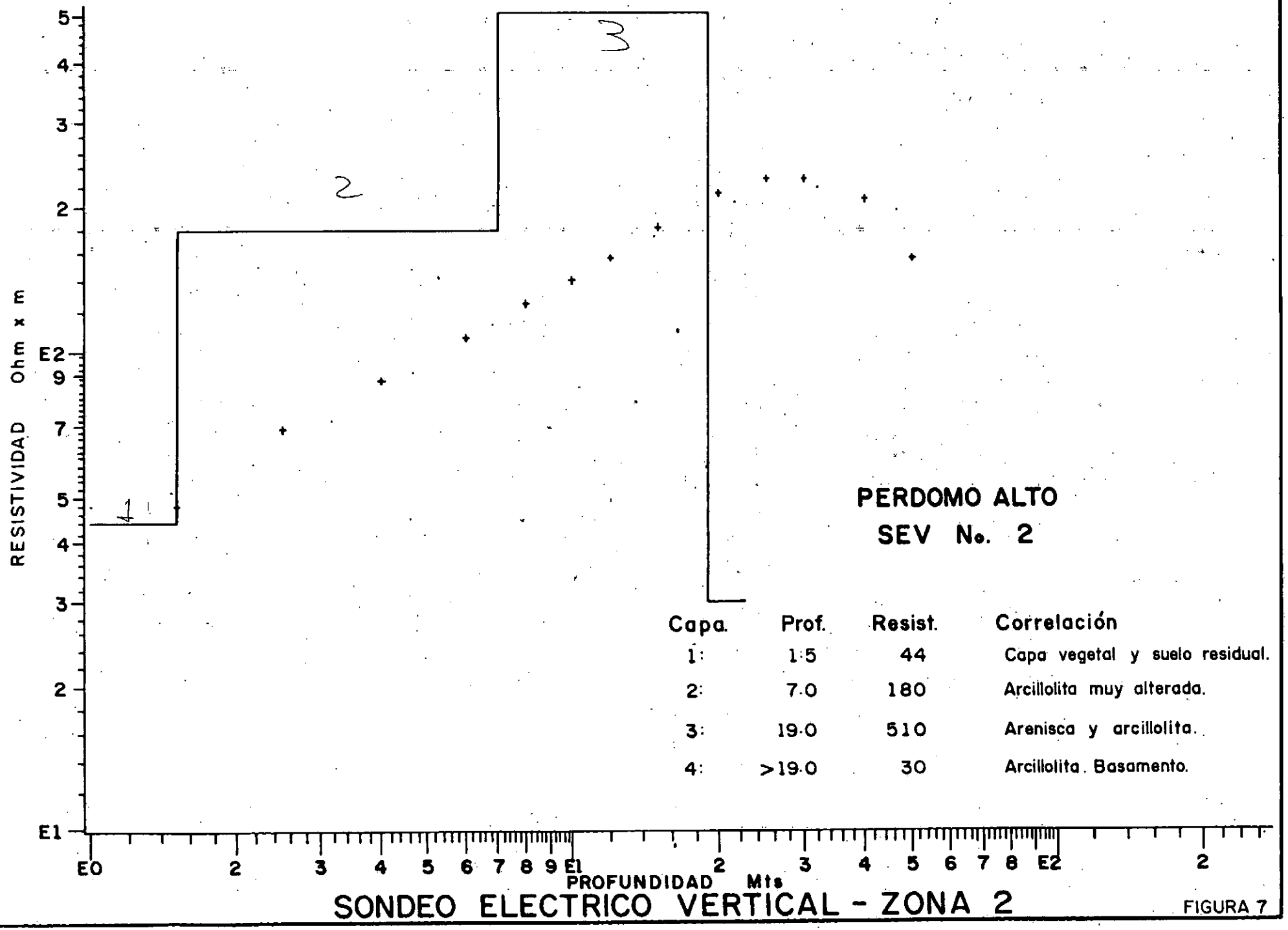


SECRETARIA DE OBRAS - GEOAMERICA LTDA.

ESTUDIO DE ESTABILIDAD BARRIO PERDOMO ALTO

EVOLUCION MORFOLOGICA ZONA 1

CONTRATO		FECHA	FIGURA
061-29-12-89	ESQUEMA	Marzo 29/90	5A



PERDOMO ALTO
SEV No. 2

Capa.	Prof.	Resist.	Correlación
1:	1.5	44	Capa vegetal y suelo residual.
2:	7.0	180	Arcillolita muy alterada.
3:	19.0	510	Arenisca y arcillolita.
4:	>19.0	30	Arcillolita. Basamento.

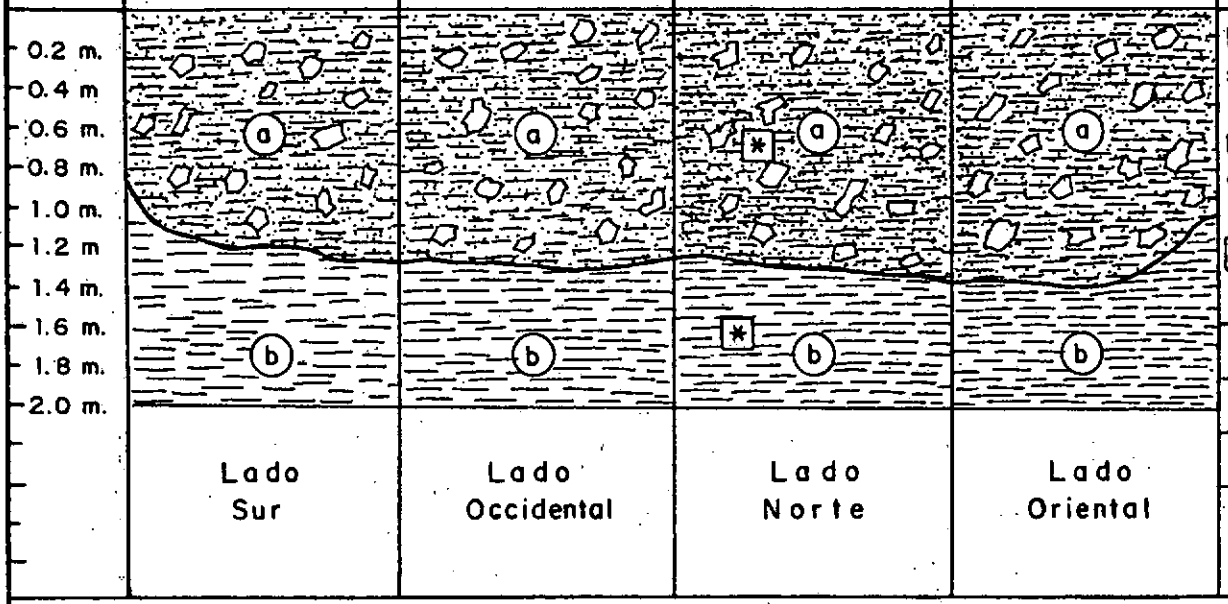
SONDEO ELECTRICO VERTICAL - ZONA 2

FIGURA 7

APIQUE Nº 1 LOCALIZACION Zona 2 (Parte Superior) RUMBO

PROFUNDIDAD 2 m. LONG. LADO MENOR 1.5 m.

NIVEL DE AGUA SUBTERRANEA Ausente LONG. LADO MAYOR 1.5 m.



OBSERVACIONES

El lado oriental se encuentra húmedo debido a la infiltración de agua.

[*] Muestreo

Muestra Nº	Horizonte
4	(a)
5	(b)

DESCRIPCION: Se distinguen 2 horizontes (a) y (b)

Horizonte (a) Cantos y guijos angulares dispuestos caóticamente dentro de una matríz arcillo-arenosa. Hay un predominio de fragmentos sobre la matríz. Los fragmentos son de arenisca que varía de gris a amarilla de grano fino a grueso, subredondeado a subangular, de esfericidad media a alta, de duras a blandas, de muy friables a compactas. En cuanto al tamaño de los fragmentos, es notorio el predominio de cantos sobre los guijos.

Horizonte (b) Nivel de Roca: arcillolita gris moteada de violeta y amarillo, blanda, plástica, no se observa laminación.

SECRETARIA DE OBRAS DE BOGOTA D. E. — GEOAMERICA LTDA

ESTUDIO DE ESTABILIDAD
BARRIO PERDOMO ALTO

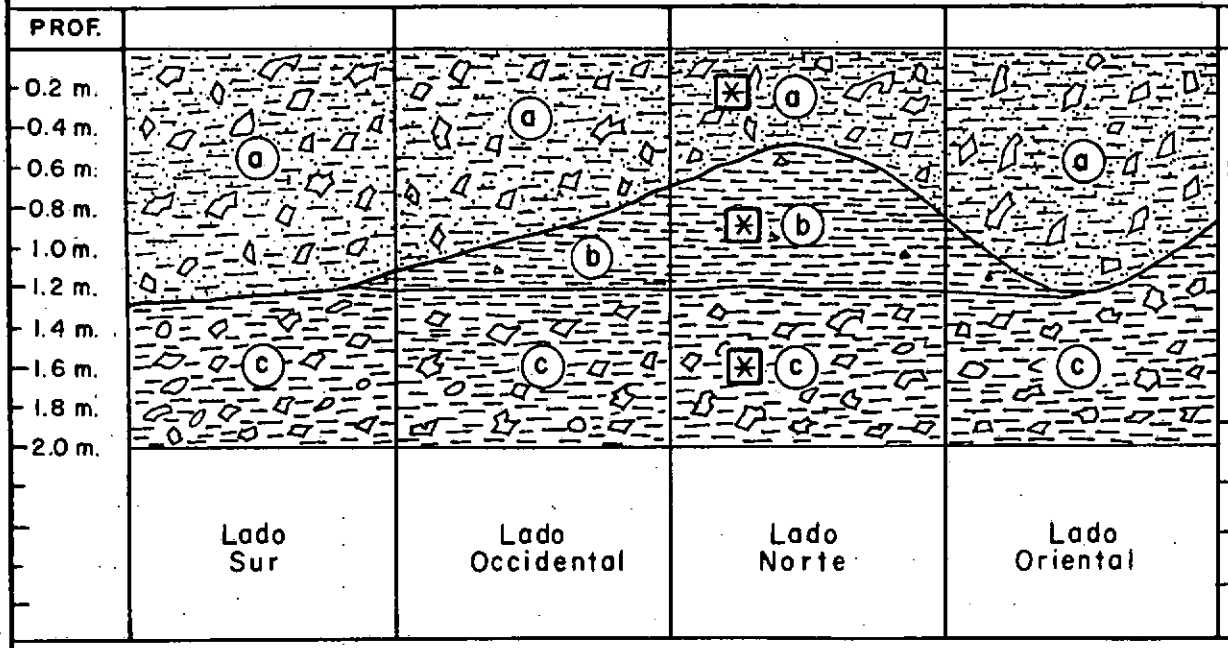
REPRESENTACION Y DESCRIPCION DE APIQUE

CONTRATO	ESCALA	FECHA	FIGURA No.
061 29 - XII - 89	1 : 30	ENERO / 90	8

APIQUE Nº 2 LOCALIZACION Zona 2 (Parte inferior) RUMBO

PROFUNDIDAD 2 m. LONG. LADO MENOR 1.5 m.

NIVEL DE AGUA SUBTERRANEA Ausente LONG. LADO MAYOR 1.5 m.



OBSERVACIONES

En el lado oriental a 0.5 m de profundidad Se observó infiltración de agua.

⊠ Muestreo

Muestra Nº	Horizonte
1	a
2	b
3	c

DESCRIPCION: Se distinguen 3 horizontes (a), (b), (c).

Horizonte (a): Guijos angulares dispuestos caóticamente dentro de una matriz arcillo arenosa los guijos son de composición arenisca que varía de gris a amarilla, de grano fino a grueso, subangular a subredondeado, de esfericidad media a alta, de muy friables a compactas.

Horizonte (b): Arcillolita gris moteada de amarillo, plástica, blanda, en estado muy alterado con algunos guijos de arenisca gris, de grano fino, dura.

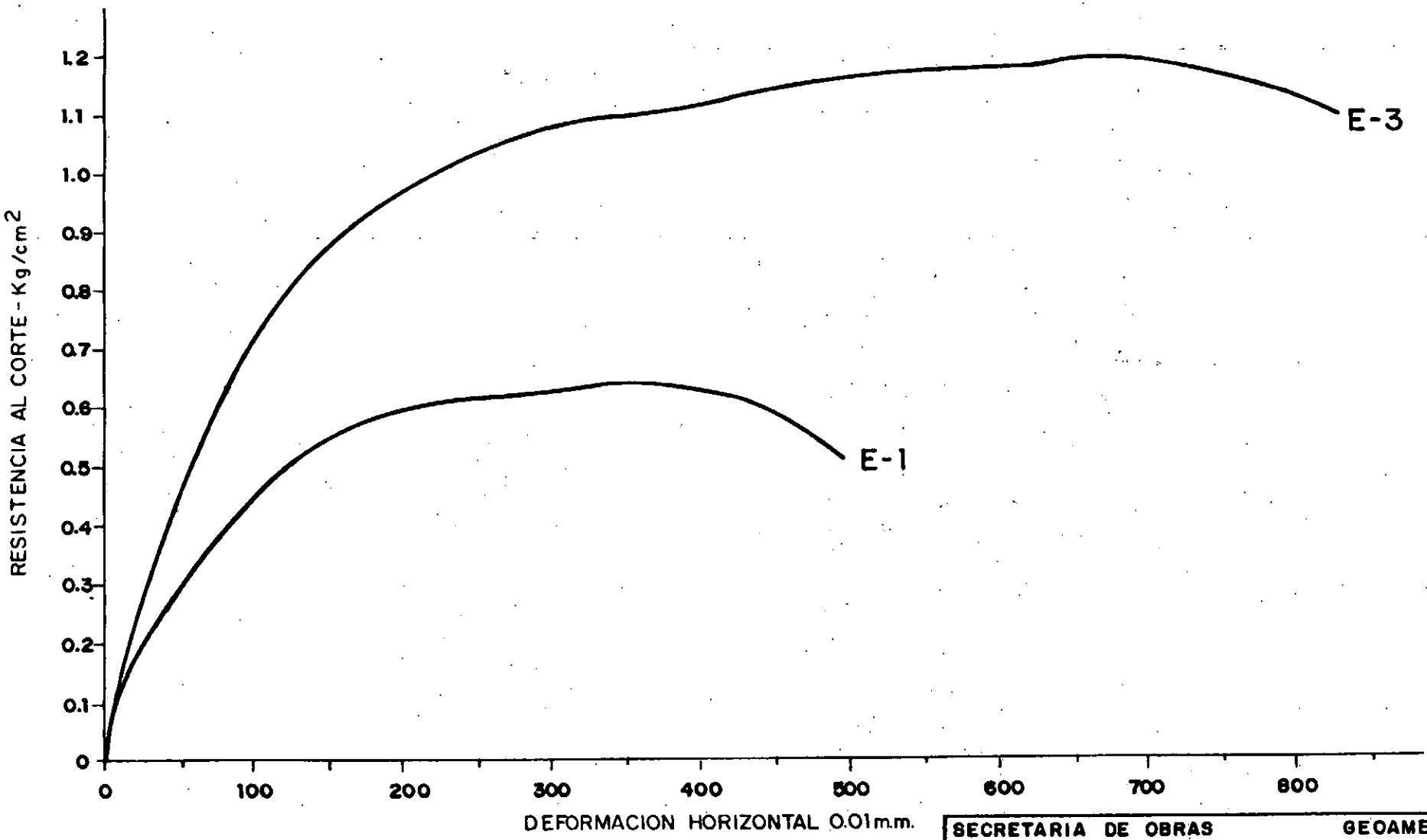
Horizonte (c): Cantos y guijos dentro de una matriz arcillosa, los fragmentos varian de angulares a redondeados y son de composición arenisca que varía de amarilla a gris, de grano grueso a fino, subredondeado a subangular, de esfericidad media a alta, de duras a blandas, de muy friables a compactas. La matriz está constituida por una arcilla gris moteada de amarillo y violeta blanda, plástica. La proporción fragmentos-matriz es más equilibrada que en el horizonte (b).

SECRETARIA DE OBRAS DE BOGOTA D. E. — GEOAMERICA LTDA

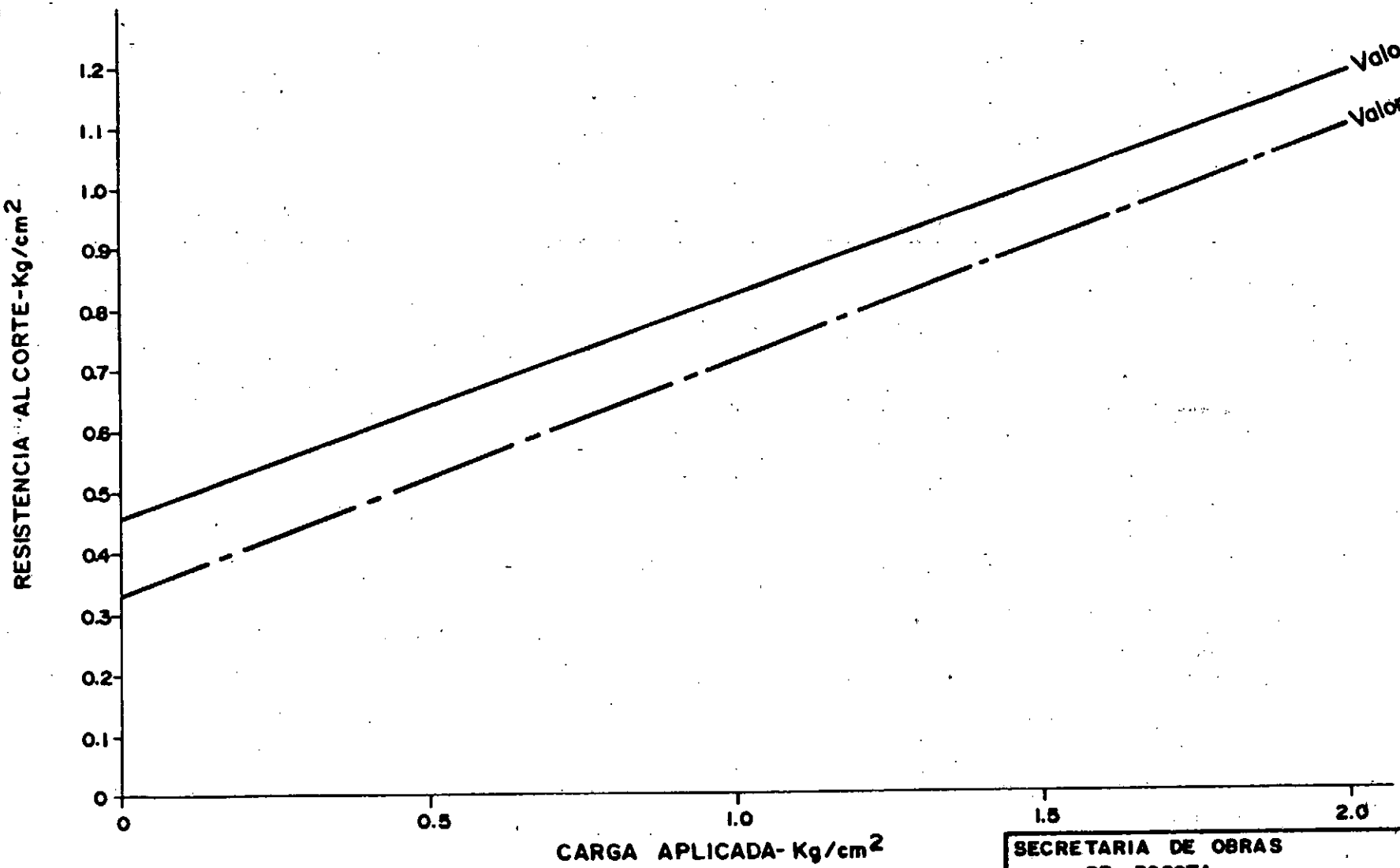
ESTUDIO DE ESTABILIDAD
BARRIO PERDOMO ALTO

REPRESENTACION Y DESCRIPCION DE APIQUE

CONTRATO	ESCALA	FECHA	FIGURA No.
061 29 - XII - 89	1 : 30	ENERO / 90	9



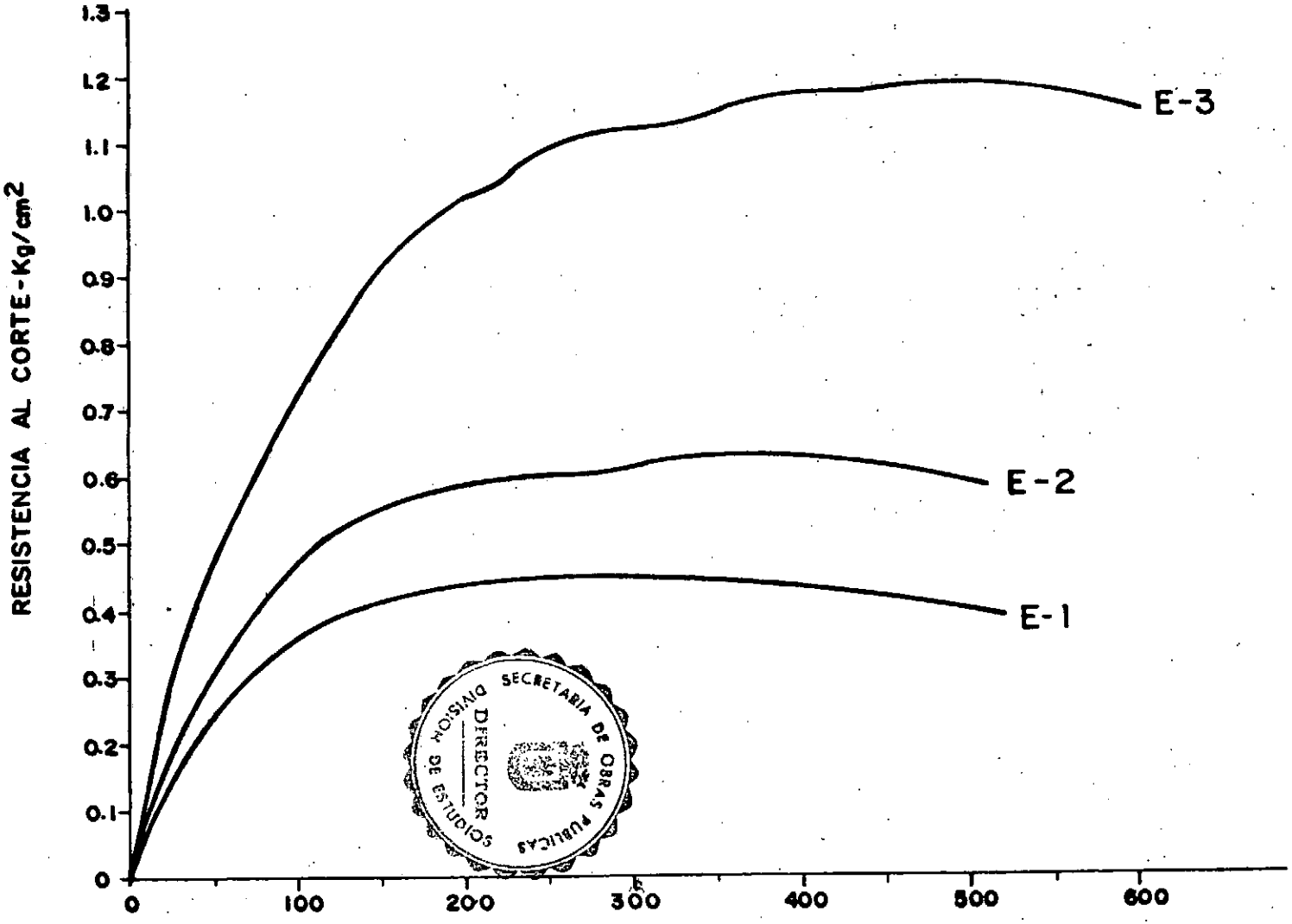
SECRETARIA DE OBRAS DE BOGOTA	GEOAMERICA LTDA
ESTUDIO DE ESTABILIDAD BARRIO PERDOMO ALTO	
ENSAYO - CORTE DIRECTO (MUESTRA 7)	
CONTRATO 061 29 - XII - 89	FECHA FEB. / 90 — FIGURA No. 10



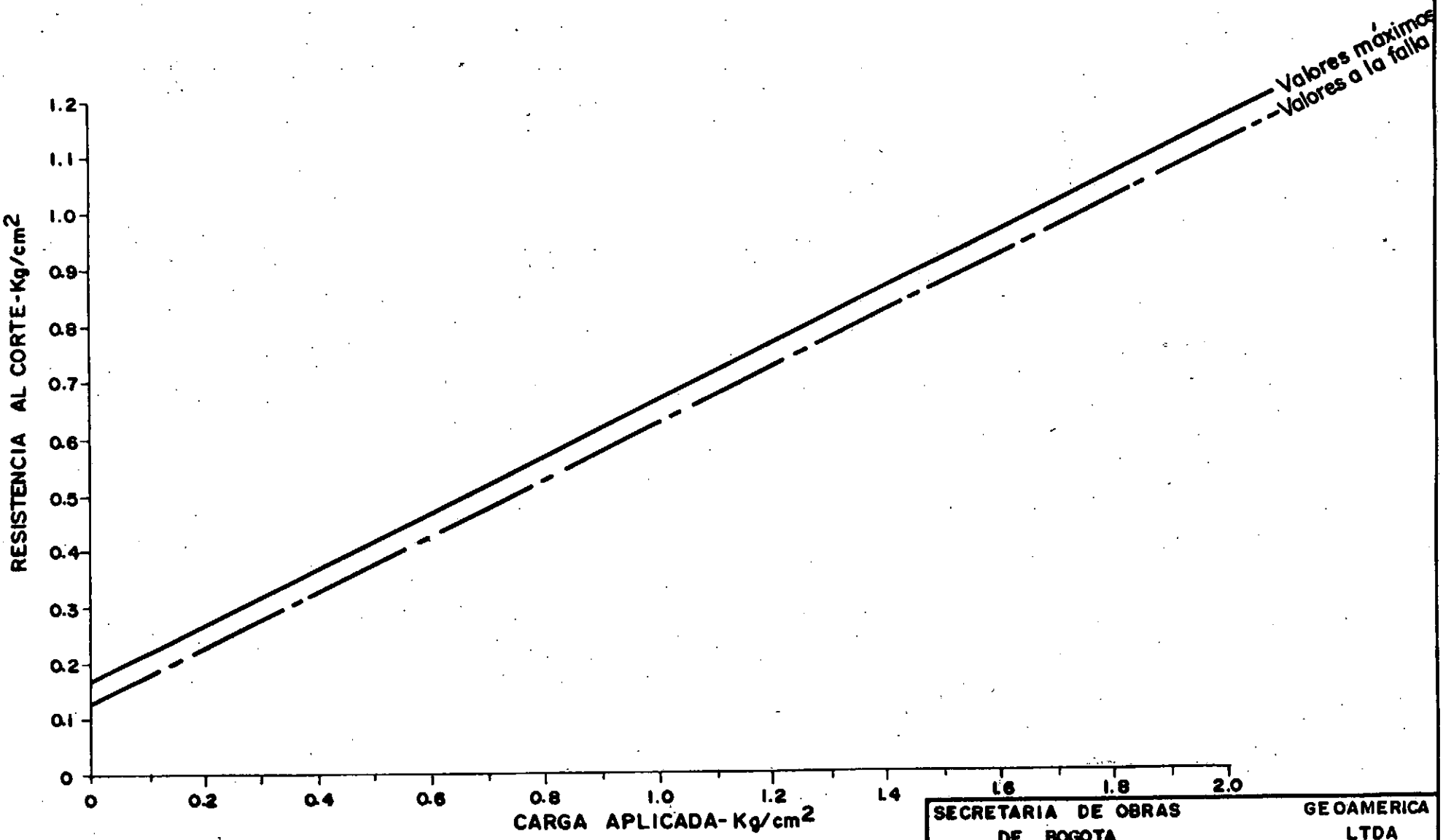
Cohesión máxima 4.5 Ton/m^2
Angulo de fricción máximo = 20°
Cohesión a la falla = 3.3 Ton/m^2
Angulo de fricción a la falla = 21°

SECRETARIA DE OBRAS DE BOGOTA	GEOAMERICA LTDA
ESTUDIO DE ESTABILIDAD BARRIO PERDOMO ALTO	
ENSAYO- CORTE DIRECTO (MUESTRA 7) VALORES MAXIMOS	

CONTRATO 061 29 - XII - 89		FECHA FEB./90	FIGURA No. 11

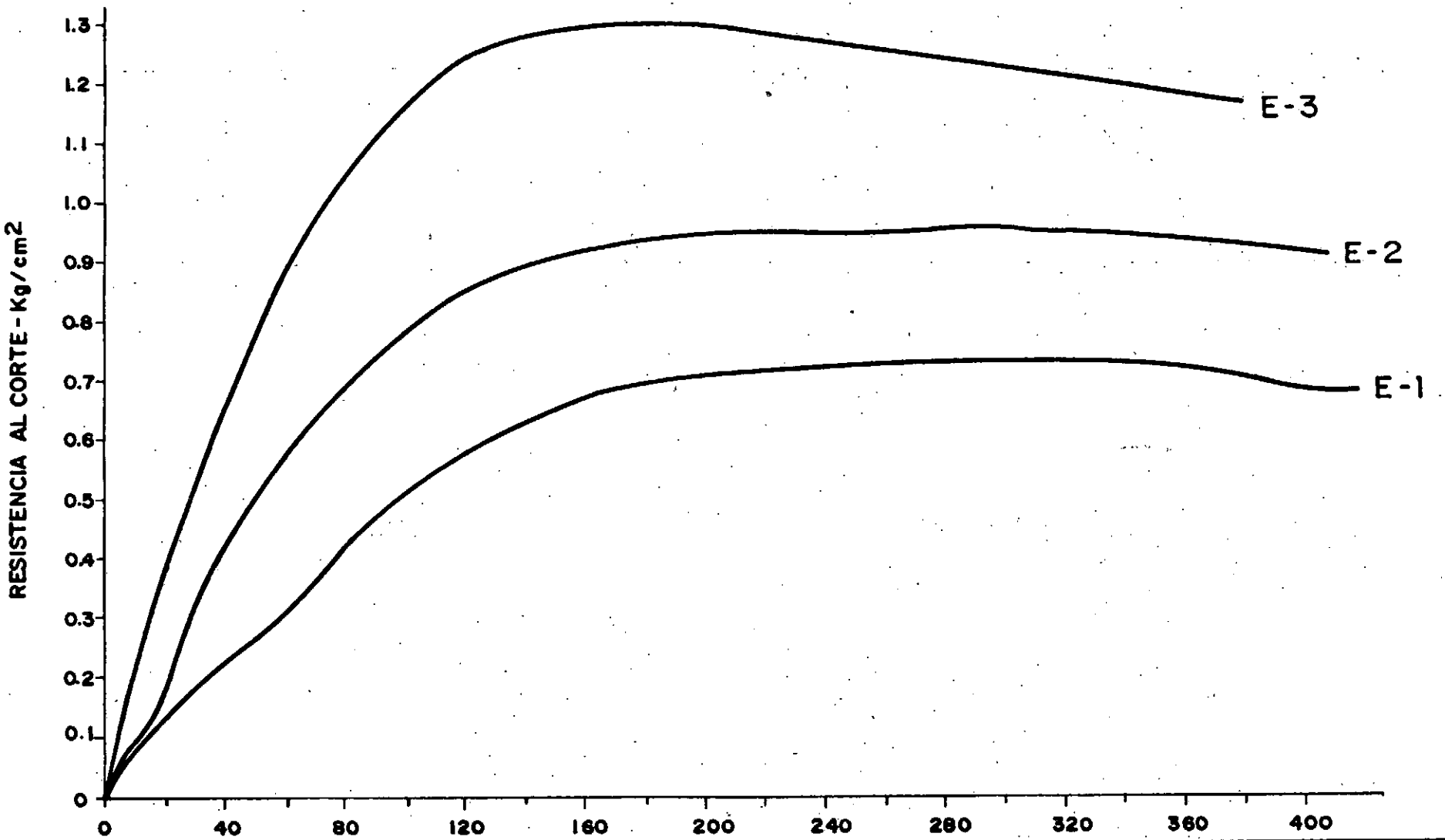


SECRETARIA DE OBRAS DE BOGOTA			GEOAMERICA LTDA
ESTUDIO DE ESTABILIDAD BARRIO PERDOMO ALTO			
ENSAYO - CORTE DIRECTO (MUESTRA 8)			
CONTRATO 061 29 - XII - 89		FECHA FEB./90	FIGURA No. 12

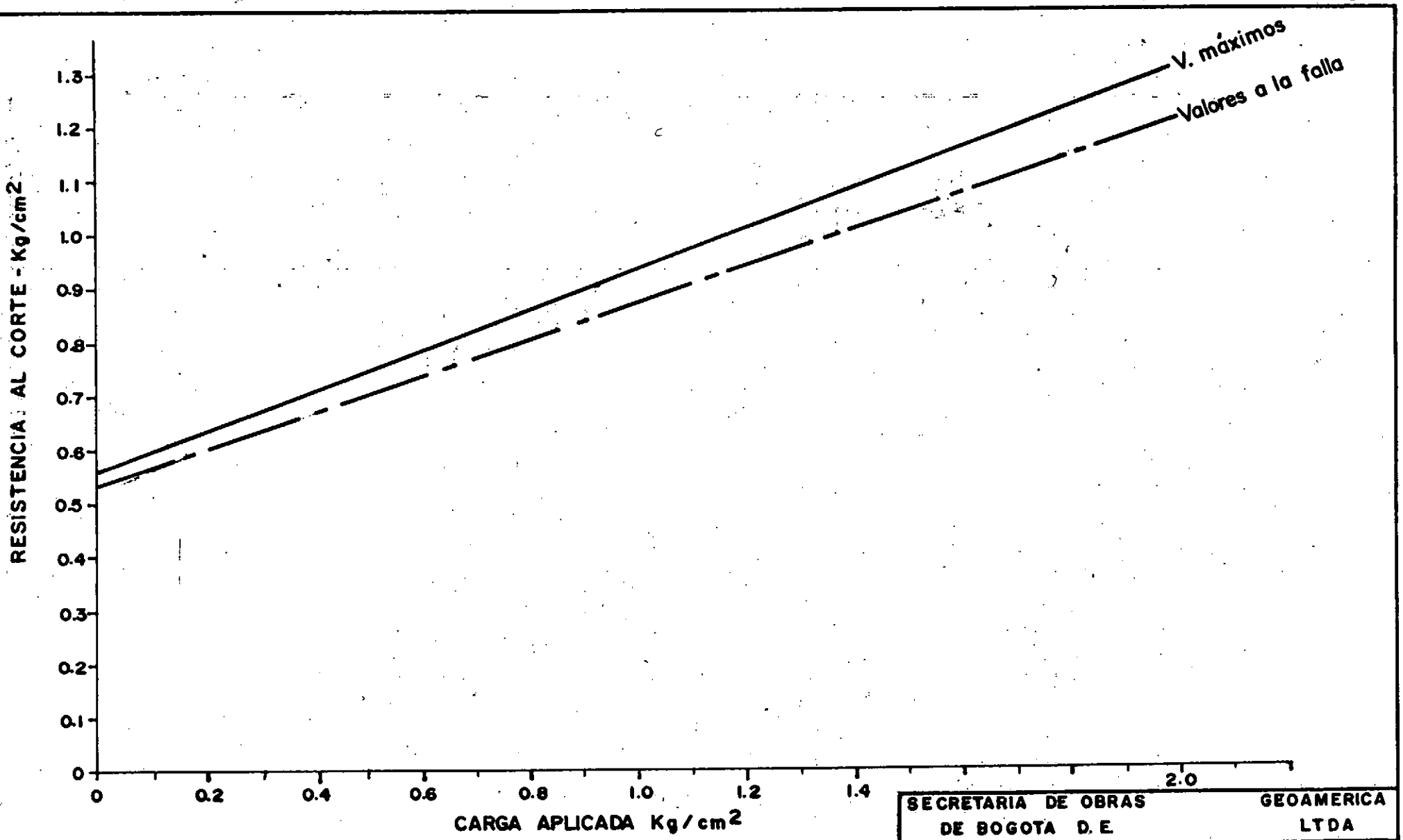


Cohesión máxima = 1.7 Ton/m2
Angulo de fricción máximo = 29°
Cohesión a la falla = 1.2 Ton/m2
Angulo de fricción a la falla = 26.5°

SECRETARIA DE OBRAS DE BOGOTA	GEOAMERICA LTDA
ESTUDIO DE ESTABILIDAD BARRIO PERDOMO ALTO	
ENSAYO - CORTE DIRECTO (MUESTRA 8) VALORES MAXIMOS	
CONTRATO 061 29 - XII - 89	FECHA FEB./90 — FIGURA No. 13



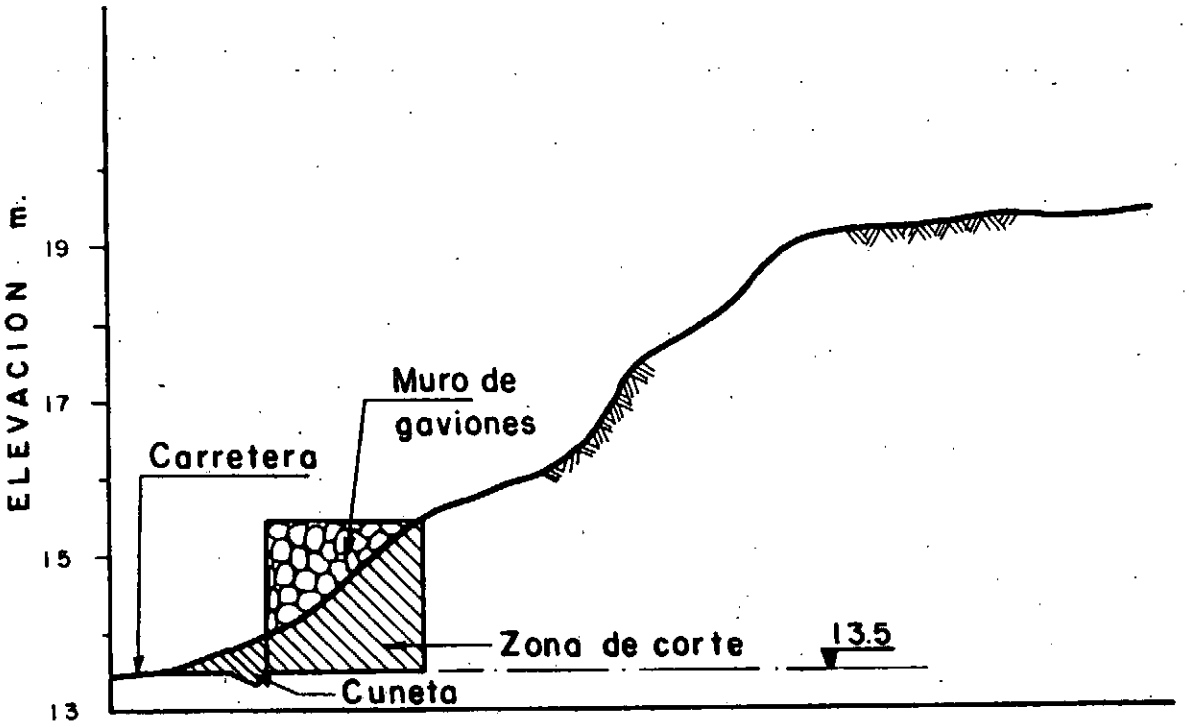
SECRETARIA DE OBRAS DE BOGOTA			GEOAMERICA LTDA
ESTUDIO DE ESTABILIDAD BARRIO PERDOMO ALTO			
ENSAYO - CORTE DIRECTO (MUESTRA 9)			
CONTRATO 061 29 - XII - 89		FECHA FEB. / 90	FIGURA No. 14



Cohesión máxima = 5.6 Ton/m^2
Angulo de fricción máximo = 23°
Cohesión a la falla = 5.3 Ton/m^2
Angulo de fricción a la falla = 20°

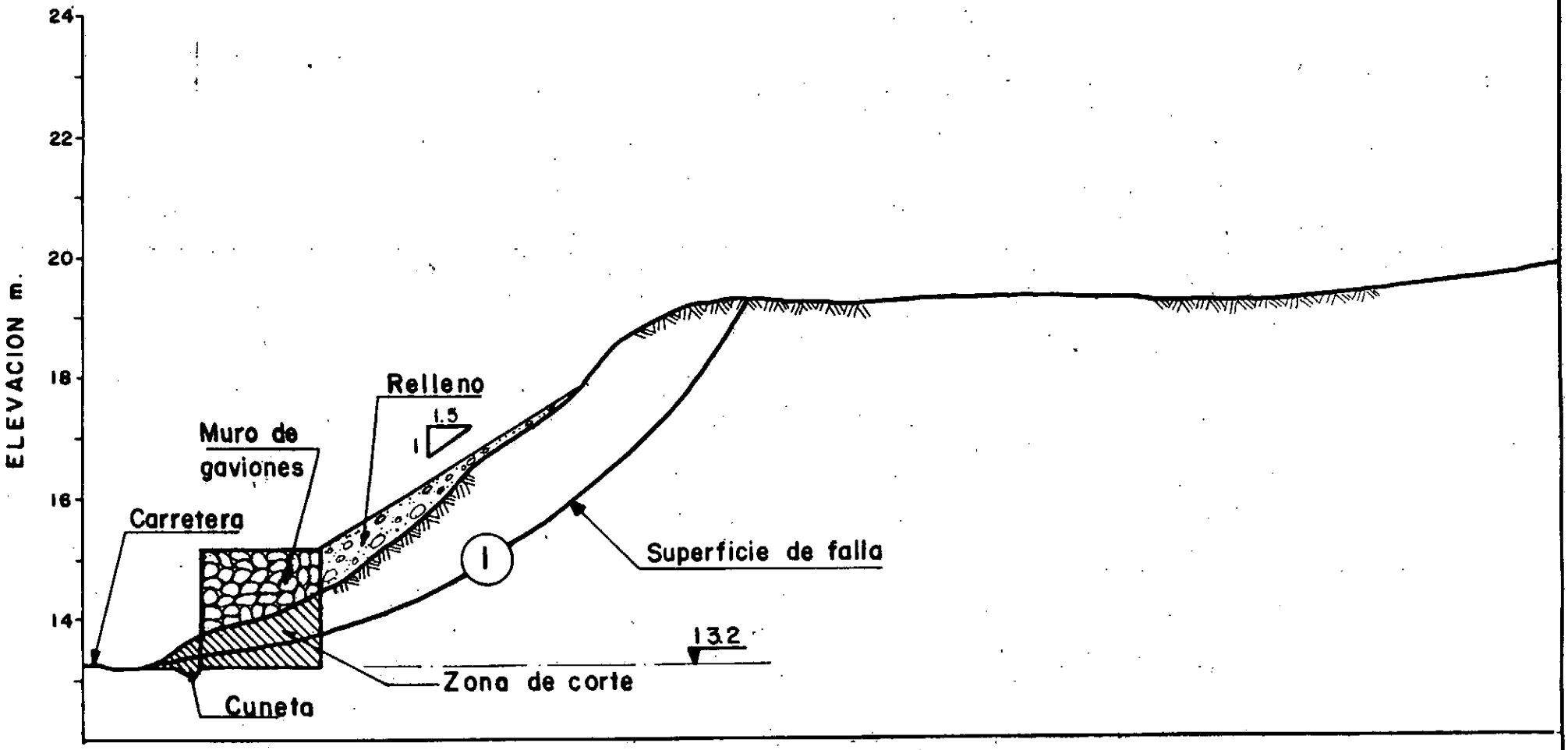
SECRETARIA DE OBRAS DE BOGOTA D. E.	GEOAMERICA LTDA
ESTUDIO DE ESTABILIDAD BARRIO PERDOMO ALTO	
ENSAYO-CORTE DIRECTO (MUESTRA 9) VALORES MAXIMOS	

CONTRATO		FECHA	FIGURA No.
061 29-XII-89		FEB. /90	15



SECRETARIA DE OBRAS DE BOGOTA D.E.	GEOAMERICA LTDA
ESTUDIO DE ESTABILIDAD BARRIO PERDOMO ALTO	
SECCION 1A - ZONA 2	

CONTRATO	ESCALA	FECHA	FIGURA No.
061 29-XII-89	1:100	FEB/90	17



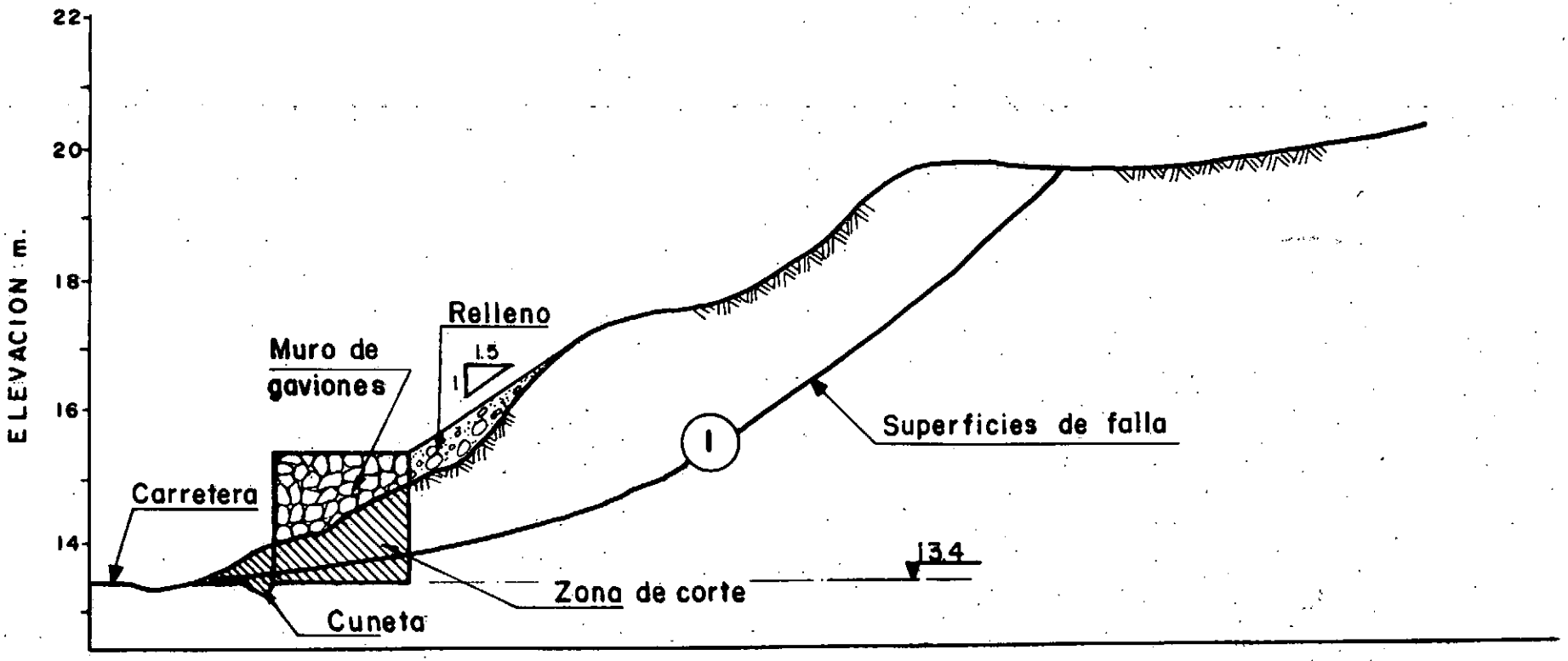
SECRETARIA DE OBRAS DE BOGOTA D. E.

GEOAMERICA LTDA

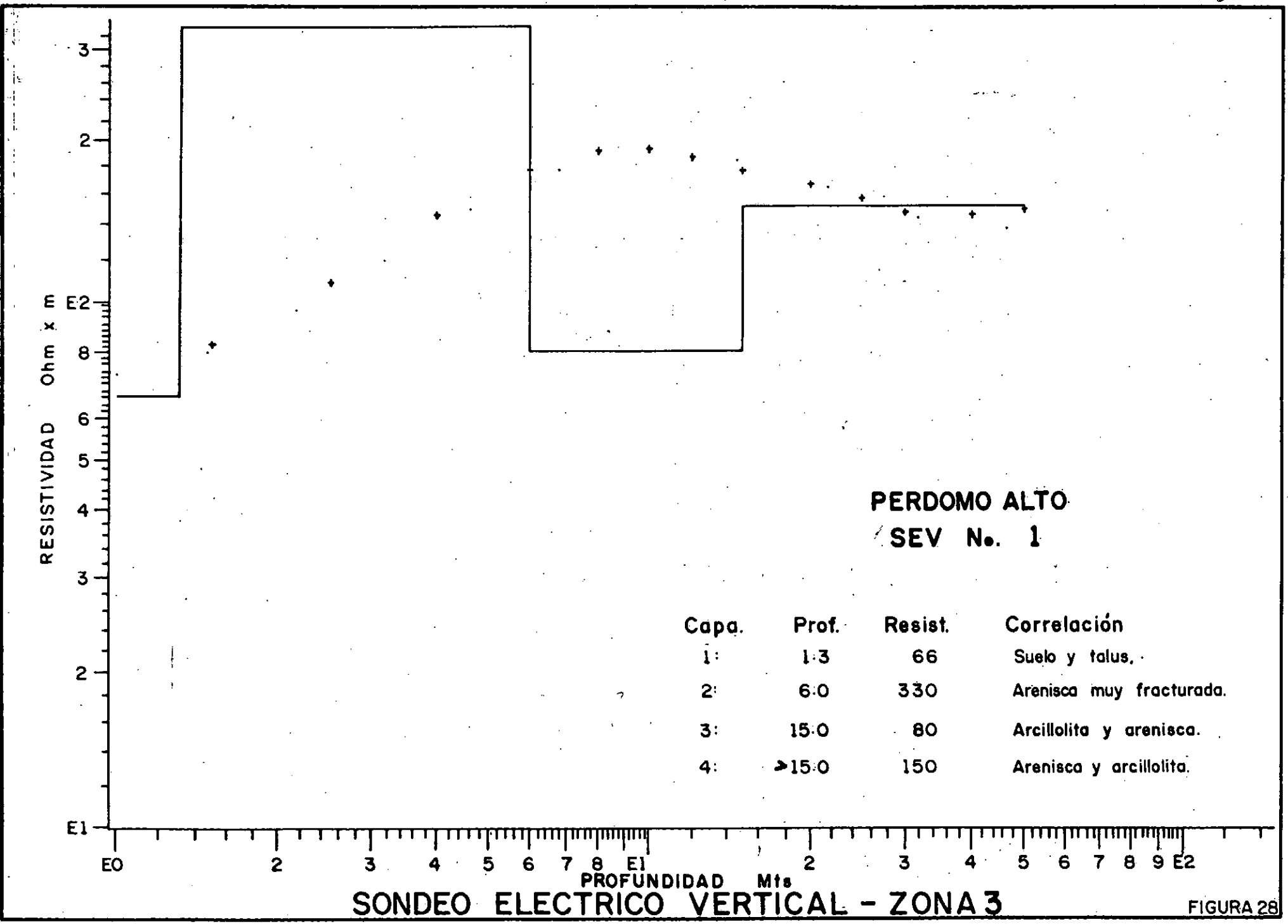
ESTUDIO DE ESTABILIDAD
BARRIO PERDOMO ALTO

SECCION 1 - ZONA 2

CONTRATO	ESCALA	FECHA	FIGURA No.
061 29-XII-89	1:100	FEB/90	18



SECRETARIA DE OBRAS DE BOGOTA D.E.			GEOAMERICA LTDA
ESTUDIO DE ESTABILIDAD BARRIO PERDOMO ALTO			
SECCION 2 - ZONA 2			
CONTRATO 061 29-XII-89	ESCALA 1:100	FECHA FEB/90	FIGURA No. 19



PERDOMO ALTO
SEV No. 1

Capa.	Prof.	Resist.	Correlación
1:	1.3	66	Suelo y talus.
2:	6.0	330	Arenisca muy fracturada.
3:	15.0	80	Arcillolita y arenisca.
4:	>15.0	150	Arenisca y arcillolita.

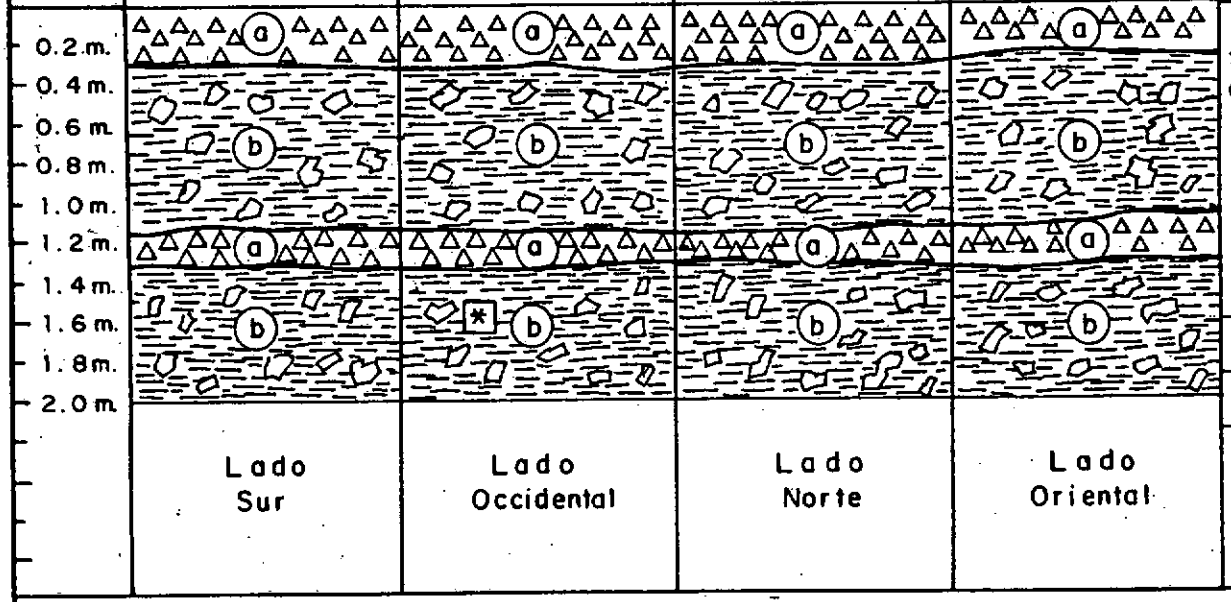
SONDEO ELECTRICO VERTICAL - ZONA 3

FIGURA 28

APIQUE Nº 3 LOCALIZACION Zona 3 RUMBO

PROFUNDIDAD 2 m. LONG. LADO MENOR 1.5 m

NIVEL DE AGUA SUBTERRANEA 2 m. LONG. LADO MAYOR 1.5 m.



OBSERVACIONES

Aumenta el contenido de humedad a 2 m. de profundidad.

(*) Muestreo

Muestra Nº	Horizonte
6	b

DESCRIPCION: Se distinguen dos horizontes (a) y (b)

Horizonte (a) Escombros, basuras, material de relleno.

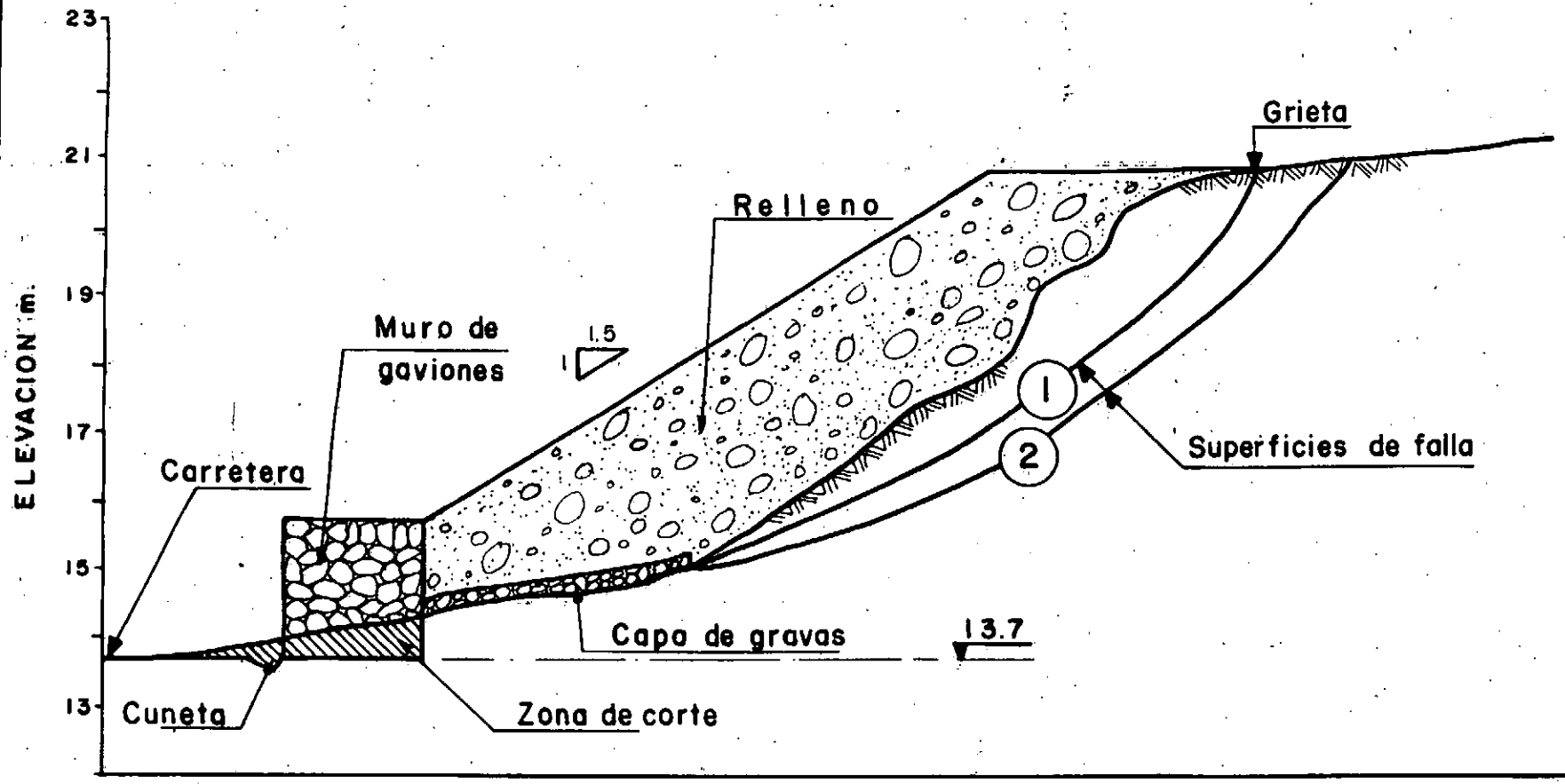
Horizonte (b) Cantos y guijos angulares embebidos dentro de una matríz arcillosa. Los fragmentos son de una composición arenisca que varía de gris a amarillo, de grano fino a grueso con predominio de las de grano medio, subangular a subredondeado, de esfericidad media a alta, de muy friables a compactas. La matríz es arcillosa de color amarillo, meteorizada, blanda, plástica.

SECRETARIA DE OBRAS DE BOGOTA D. E. — GEOAMERICA LTDA

ESTUDIO DE ESTABILIDAD
BARRIO PERDOMO ALTO

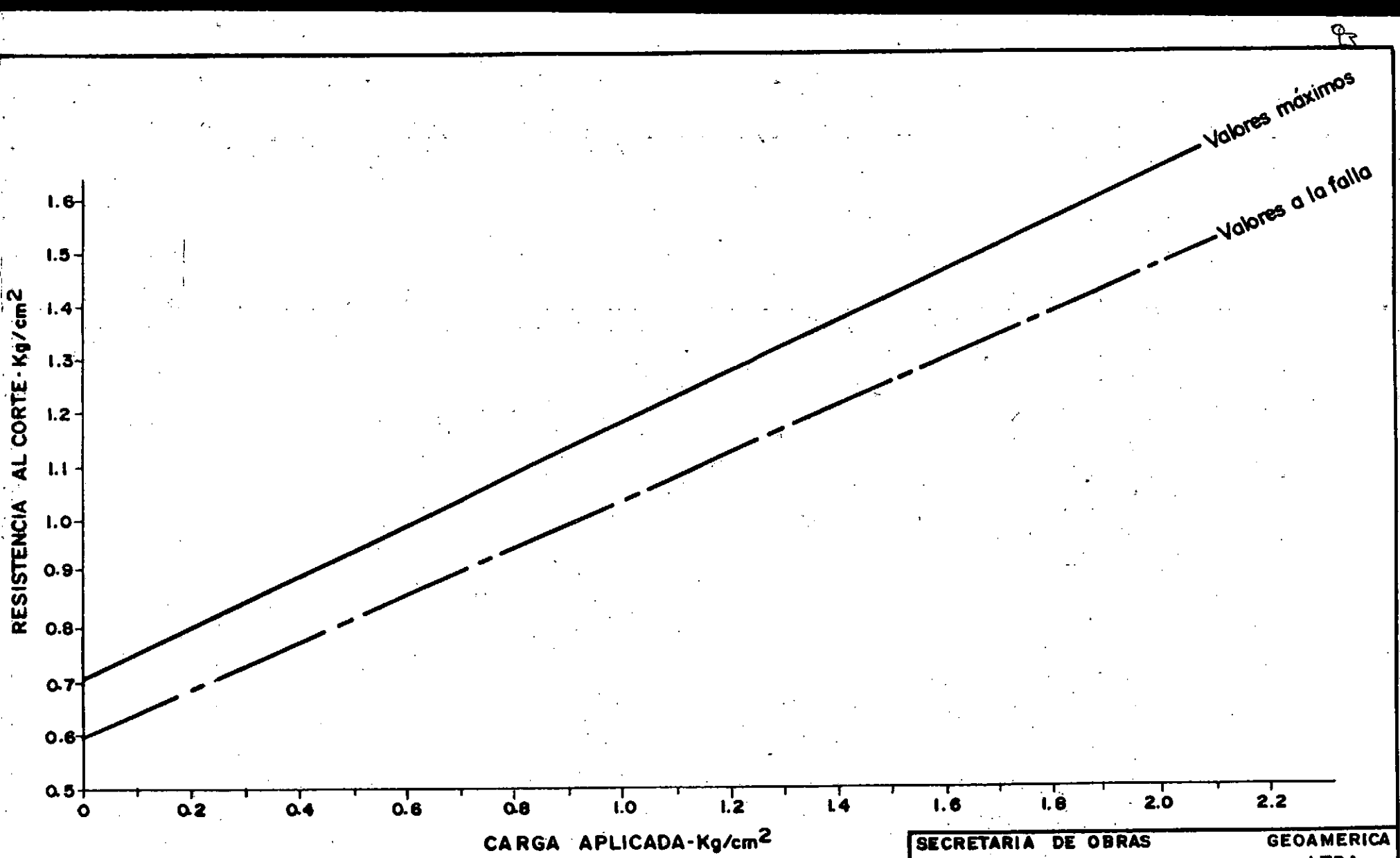
REPRESENTACION Y DESCRIPCION DE APIQUE

CONTRATO	ESCALA	FECHA	FIGURA No.
061 29 - XII - 89	1 : 30	ENERO / 90	29



SECRETARIA DE OBRAS DE BOGOTA D.E.	GEOAMERICA LTDA
ESTUDIO DE ESTABILIDAD BARRIO PERDOMO ALTO	
SECCION 3 - ZONA 2	

CONTRATO	ESCALA	FECHA	FIGURA No.
061 29-XII-89	1:100	FEB/90	20



Cohesión máxima = 7.0 Ton/ m2
Angulo de fricción máximo = 28°
Cohesión a la falla = 6.0 Ton/ m2
Angulo de fricción a la falla = 23.6°

SECRETARIA DE OBRAS DE BOGOTA	GEOAMERICA LTDA
ESTUDIO DE ESTABILIDAD BARRIO PERDOMO ALTO	
ENSAYO - CORTE DIRECTO (MUESTRA 10) VALORES MAXIMOS	
CONTRATO 061 29 - XII - 89	FECHA FEB. / 90 — FIGURA No. 31

102

PLANOS

CUADROS

A19

ESTACION : 2120572 SAN JORGE GJA

MUNICIPIO DE SOACHA

AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	VR. ANUAL
1970	32.4	30.8	18.6	28.6	89.8	67.1	57.1	31.1	91.9	110.0	91.4	27.8	676.6
1971	82.9	57.0	63.2	126.5	180.2	91.6	63.3	45.0	69.1	52.2	72.1	40.1	943.2
1972	69.7	39.7	29.4	99.3	101.6	68.9	38.9	36.9	9.6	64.8	141.9	15.0	715.7
1973	22.8	3.8	12.0	69.2	63.4	75.4	45.4	85.1	109.8	79.6	120.5	81.2	768.2
1974	38.7	100.5	55.6	77.2	130.6	43.0	54.9	33.1	39.0	75.2	148.7	17.3	813.8
1975	3.0	68.5	38.8	58.7	121.1	65.8	55.4	172.5	77.9	116.9	109.2	130.9	1018.7
1976	19.1	15.4	89.0	99.2	125.0	106.0	64.9	38.3	53.2	121.2	60.9	60.6	852.8
1977	.3	8.4	51.5	85.5	36.5	44.2	68.6	31.9	82.3	67.4	152.2	27.0	655.8
1978	4.6	16.2	61.6	122.1	88.4	80.0	37.1	34.6	63.3	95.3	36.0	28.4	667.6
1979	19.2	9.4	42.6	125.0	108.2	115.0	58.8	108.4	56.8	139.0	188.6	29.1	1000.1
1980	3.5	44.0	10.5	88.4	25.6	143.6	28.6	64.9	48.9	51.6	76.8	54.9	641.3
1981	.3	13.5	25.4	162.0	169.2	57.1	24.6	46.5	70.2	73.6	188.1	42.4	872.9
1982	61.5	49.2	64.6	200.8	77.7	34.7	71.5	62.1	43.4	128.9	81.5	34.0	909.9
1983	3.5	49.4	89.3	163.3	69.2	36.6	73.0	41.3	43.7	79.1	45.8	49.1	743.3
1984	65.1	57.2	32.9	64.1	83.6	125.1	46.8	98.2	79.0	73.8	108.8	14.6	849.2
1985	9.5	7.4	24.9	82.8	220.1	53.0	50.1	53.6	101.7	117.2	47.6	12.9	780.8
1986	16.3	37.7	35.5	75.8	91.8	81.0	54.4	39.9	53.1	187.3	75.4	12.0	760.2
1987	13.1	28.1	18.6	47.8	103.1	21.9	73.2	55.9	32.4	106.7	1.6	-	502.4
1988	-	38.2	7.9	53.9	29.9	337.3	-	34.5	70.1	123.8	90.2	80.0	865.8
1989	2.2	51.0	75.5	36.4	90.3	67.0	-	-	-	-	-	-	322.4
MEDIOS	24.6	36.3	42.4	93.3	100.3	85.7	53.7	58.6	62.9	98.1	96.7	42.1	794.7
MAXIMOS	82.9	100.5	89.3	200.8	220.1	337.3	73.2	172.5	109.8	187.3	188.6	130.9	337.3
MINIMOS	.3	3.8	7.9	28.6	25.6	21.9	24.6	31.1	9.6	51.6	1.6	12.0	0.3

Latitud : 0430
Longitud : 7412
Elevación : 2900
Fecha de proceso : 90/02/06

SECRETARIA DE OBRAS DE BOGOTA D.E.

GEOAMERICA LTDA

ESTUDIO DE ESTABILIDAD
BARRIO PERDOMO ALTO

VALORES TOTALES MENSUALES DE PRECIPITACION (mms.)

CONTRATO	ESCALA	FECHA	CUADRO Nº
061 29-XII-89		FEBRERO/90	1

112

CUADRO 2

LOCALIZACION DE MUESTRAS, TOMADAS EN BLOQUE

ZONA	APIQUE	HORIZONTE	MUESTRA Nº	PROFUNDIDAD (mts)
2	1	a	4	0.80
		b	5	1.60
	2	a	1	0.25
		b	2	0.85
		c	3	1.50
3	3	a	no se tomó	1.20
		b	6	1.60

CUADRO 3

LOCALIZACION DE MUESTRAS TOMADAS EN TUBO SHELBY

ZONA	APIQUE	HORIZONTE	MUESTRA Nº	PROFUNDIDAD (mts)
2	2	b	8	1.20
	1	a	9	1.00
3	3	—	10	—
	3	b	11	1.80

SECRETARIA DE OBRAS DE BOGOTA D.E.	GEOAMERICA LTDA
ESTUDIO DE ESTABILIDAD BARRIO PERDOMO ALTO	
SINTESIS ANALISIS DE LABORATORIO CUADROS 2-3	
CONTRATO 061	FECHA MARZO-90

CUADRO 4

LIMITES DE ATTERBERG

SITIO		MUESTRA Nº	PROFUND. (mts)	LIMITE LIQUIDO(%)	LIMITE PLASTICO%	INDICE DE PLASTICID. %	CLASIFIC. (v. s. c)
ZONA	APIQUE						
2	2	1	0.25	49	14.6	34.4	-CL-
		2	0.85	56.9	14.6	42.3	-CH-
		3	1.50	43.4	17.3	26.1	-CL-
	1	4	0.80	17.5	9.2	8.3	-SC-
		5	1.60	40.5	16.3	24.2	-CL-
3	3	6	1.60	61.9	20.6	41.3	-CH-

CUADRO 5

RESUMEN-ANALISIS DE CORTE DIRECTO

SITIO		MUESTRA Nº	PROFUND. (mts)	COHESION (C) T/M2	ANGULO DE FRICCION Ø
ZONA	APIQUE				
2	2	7	Superficial	0.33	21°
		9	1.2	0.53	20°
	1	8	1.0	0.12	26.5°
3	3	10	1.8	0.60	23.5°

CUADRO 6

RESUMEN DE PESOS UNITARIOS

SITIO		MUESTRA Nº	PROFUND. (mts)	γ TON/M3	γ_s (Gs) TON/M3	γ_d TON/M3
ZONA	APIQUE					
2	2	2	0.85	2.143	-	1.86
	2	7	Superficial	2.006	2.660	-
	1	8	1.0	1.981	2.621	-
	2	9	1.2	2.028	2.680	-
3	3	10	1.8	2.159	2.687	-
		11	1.5	2.073	-	1.796

SECRETARIA DE OBRAS DE BOGOTA D.E.	GEOAMERICA LTDA
ESTUDIO DE ESTABILIDAD BARRIO PERDOMO ALTO	
SINTESIS ANALISIS DE LABORATORIO CUADROS 4-5-6	
CONTRATO 061	FECHA MARZO-90

CUADRO No. 7

PRESUPUESTO DE OBRA

PARA LA ZONA 2

ITEM No.	DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO $	PRECIO TOTAL $
1	Excavación en material común cargue y transporte 0.5 KM con maquina	M3	82	1,600	131,200
2	Construcción de muro en gaviones malla triple torsión calibre 12	M3	208	12,100	2,516,800
3	Relleno en material seleccionado compactado	M3	725	4,160	3,016,000
4	Construcción de cuneta revestida el espesor? de PSI? (calidad)	ML	52	7,500	390,000
5	Empradización	M2	330	1,800	594,000
-	Material filtrante e=5cm	M3			
	COSTO DE OBRAS DE ESTABILIZACION PARA LA ZONA 2:				6,648,000

- relleno con cunetas revest B200
- tubería con atraque y excavación

105.

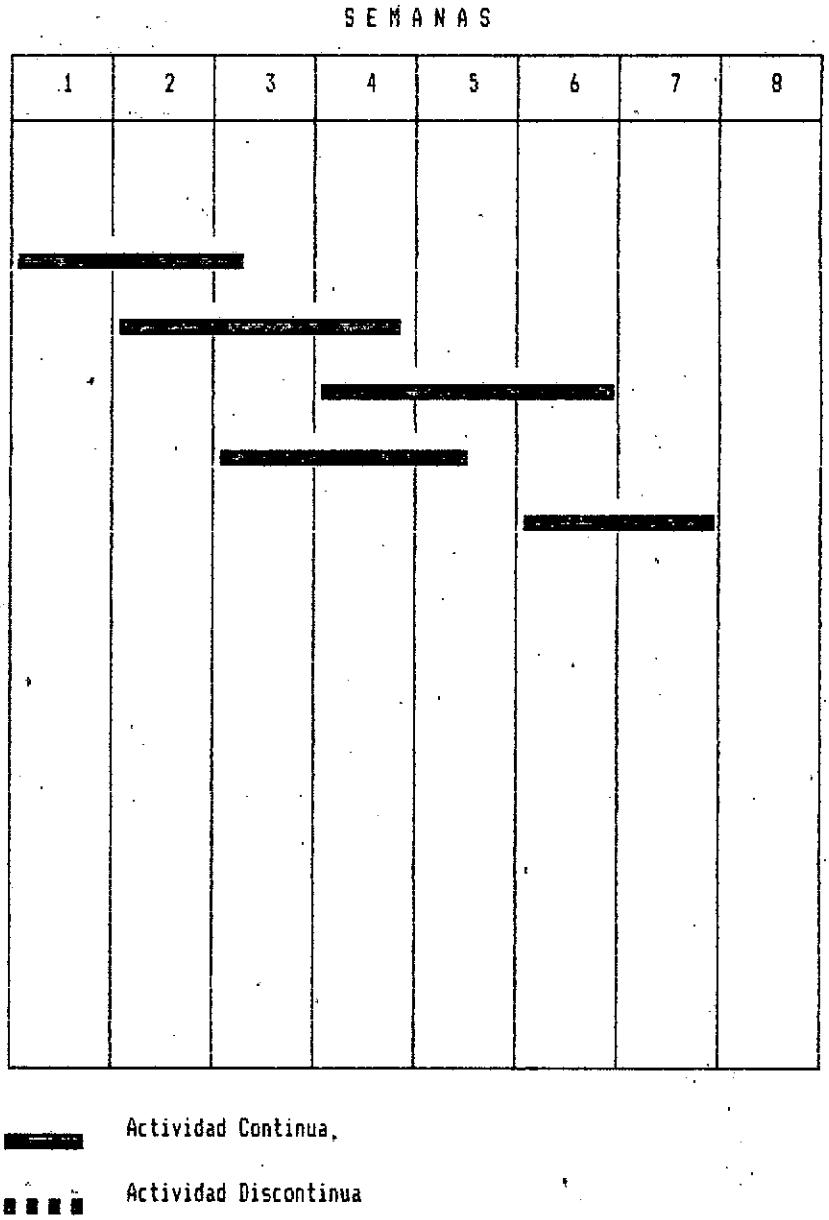
E S T U D I O D E E S T A B I L I D A D

B A R R I O P E R D O M O A L T O

CUADRO No. 8

- PROGRAMA DE EJECUCION DE OBRA -
ZONA 2

1. Excavación en material común
2. Construcción de muro en gaviones
3. Relleno en material seleccionado
4. Construcción de cuneta revestida
5. Empradización



CUADRO No. 9

PRESUPUESTO DE OBRA

PARA LA ZONA 3

ITEM No.	DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO $	PRECIO TOTAL $
1	Excavación en roca fracturada	M3	117	3,200	374,400
2	Excavación en material común	M3	15	1,600	24,000
3	Construcción de cuneta revestida	ML	65	7,500	487,500
4	Suministro y colocación en el talud de malla tipo gallinero (de 1.80 m de ancho)	ML	230	470	108,100
5	Aplicación de concreto neumático (4,000 psi)	M3	21	91,000	1,911,000
	COSTO DE OBRAS DE ESTABILIZACION PARA LA ZONA 3:				2,905,000

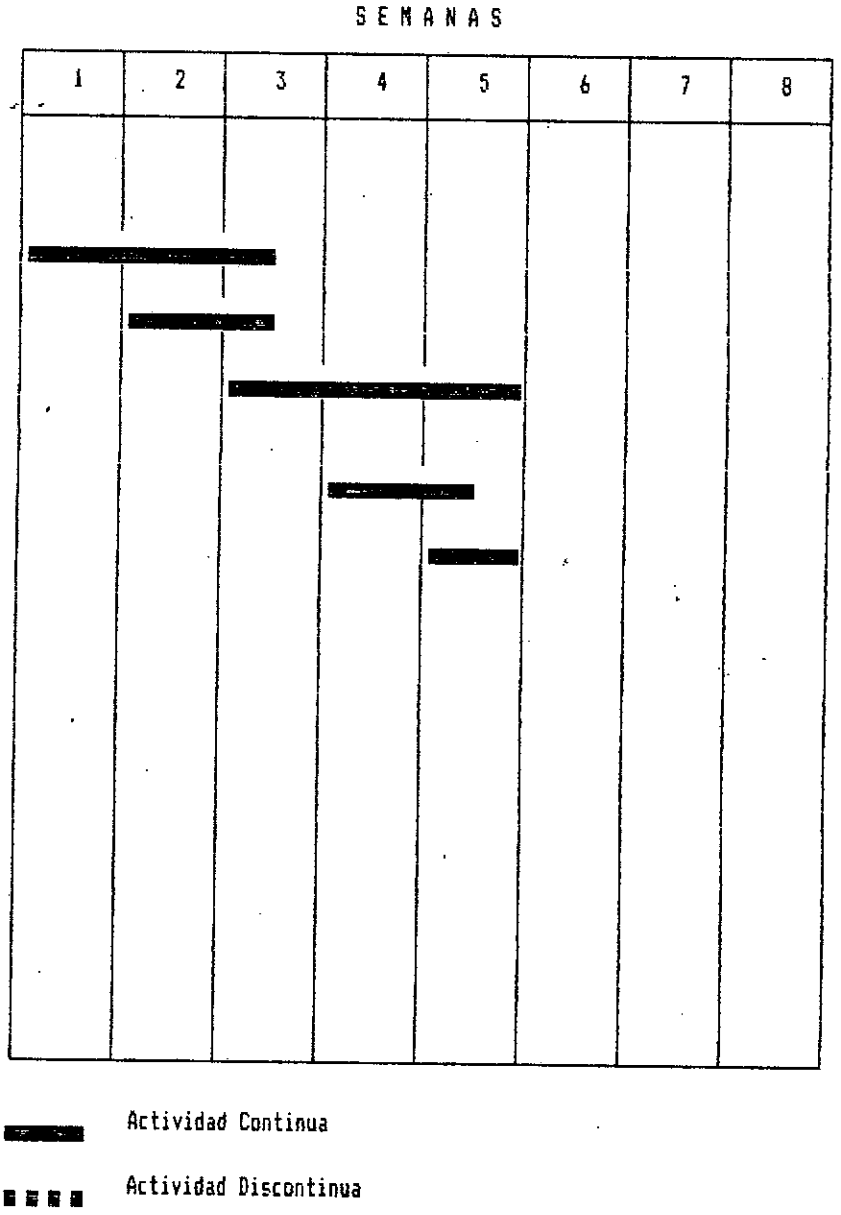
ESTUDIO DE ESTABILIDAD

BARRIO PERDOMO ALTO

CUADRO No. 10

- PROGRAMA DE EJECUCION DE OBRA -
ZONA 3

1. Excavación en roca fracturada
2. Excavación en material común
3. Construcción de cuneta revestida
4. Suministro y colocación en el talud de malla tipo gallinero
5. Aplicación de concreto neumático



E-367-2

E 22,2

SECRETARIA DE OBRAS PUBLICAS DE BOGOTA

ESTUDIO DE ZONAS INESTABLES

BARRIO PERDOMO ALTO

SECRETARIA DE OBRAS PUBLICAS
SECCION DE GEOLOGIA
JEFE

INFORME FINAL

ANEXOS

GEOAMERICA LTDA.

BOGOTA - COLOMBIA

Marzo, 1990

A.A. 45972

Tel: 2183458

LISTA DE ANEXOS

ANEXO 1: Registro Fotográfico.

2: Análisis de Laboratorio.

3: Carteras de Topografía.

4: Factores de Seguridad Actuales Zonas 2 y 3.

5: Factores de Seguridad Finales.



FOTO Nº 1

Zona Nº 1: Vista panorámica de la ZONA Nº 1. Nótese la fuerte erosión. En la parte inferior se aprecia parte del barrio Perdomo Alto.

→→→: Erosión por las corrientes

: Plano estructural

: Escarpe erosivo

S.O.P.

GEOAMERICA



FOTO Nº 2.
Zona Nº I : Detalle Bad-Lands.



FOTO Nº 3
Zona Nº I : Erosión originada por el lavado de la capa superficial del suelo por las aguas de escorrentía. Observese los surcos y carcavas con diferentes grados de intensidad.



FOTO Nº 4
Zona Nº I : Detalle foto Nº 3



FOTO Nº 5
Zona Nº I : Detalle Bad - Lands.



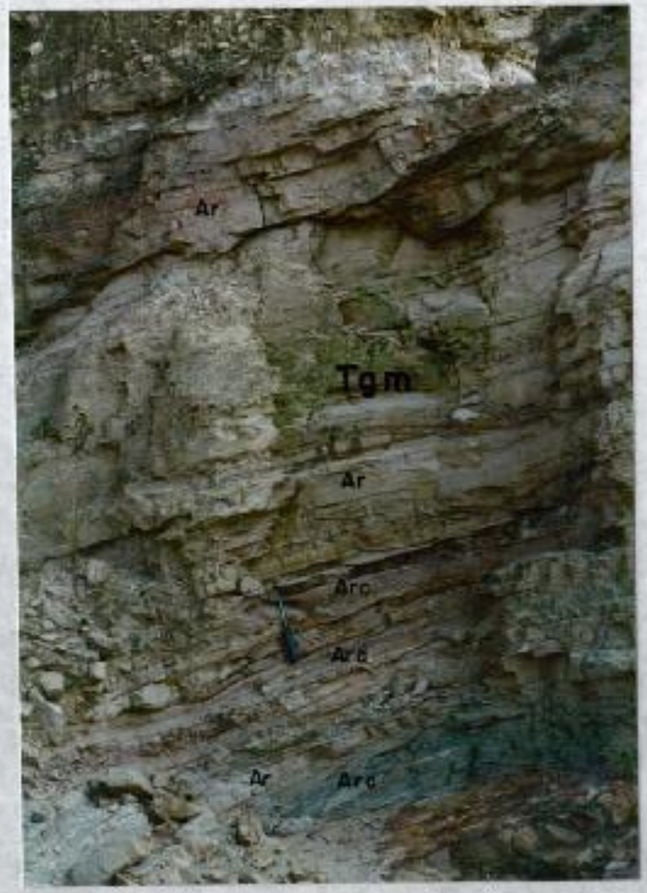
FOTO Nº 6

Zona Nº 1: Desbarrancamiento de material duro. Véase la acumulación de bloques en la parte baja.

ANEXO 1

REGISTRO FOTOGRAFICO





SECRETARIA DE MINAS Y ENERGIA
DIRECCION DE GEOLOGIA
INGEOMINAS

FOTOS Nº 10 y 11
Zona Nº 1: Secuencia de arcillolitas (Arc.) y areniscas (Ar.) pertenecientes a la formación Guaduas Nivel medio (Tgm.)
Contacto Qts- Roca Discordante: — — —



FOTO Nº 9

Manto de carbón interestratificado con arcillolitas y areniscas.
Véase falla inversa - cabalgamiento.

SIMBOLOS

— Manto de carbón
Ar Arenisca
Arc Arcillolita
Falla inversa de cabalgamiento

11.



FOTO Nº 8
Zona Nº 1: Afloramiento constituido por arcillolitas (Arc.), areniscas (Ar.) y limolitas (Li.) de la formación Guaduas nivel medio (base de la secuencia estratigráfica de la zona.)

SIMBOLOS
Ar Arenisca
Arc Arcillolita
/— Aptitud de los estratos



FOTO Nº 16

ZONA Nº 2: Sitios donde se hicieron los apiques Nº 1 y Nº 2.



FOTO Nº 17

ZONA Nº 2: Horizonte a.
Guijos ángulares de arenisca, dispuestos caóticamente dentro de una matriz arcillo- arenosa.
(Ar) : Fragmentos de arenisca.



FOTO Nº 15

ZONA Nº 2 : Vista panorámica. Parte superior derecha, fuerte erosión característica de la zona Nº 1.

Tgm : Formación Guaduas Nivel Medio. Arc : Arcilla.

SECCIÓN DE GEOLOGÍA

15.

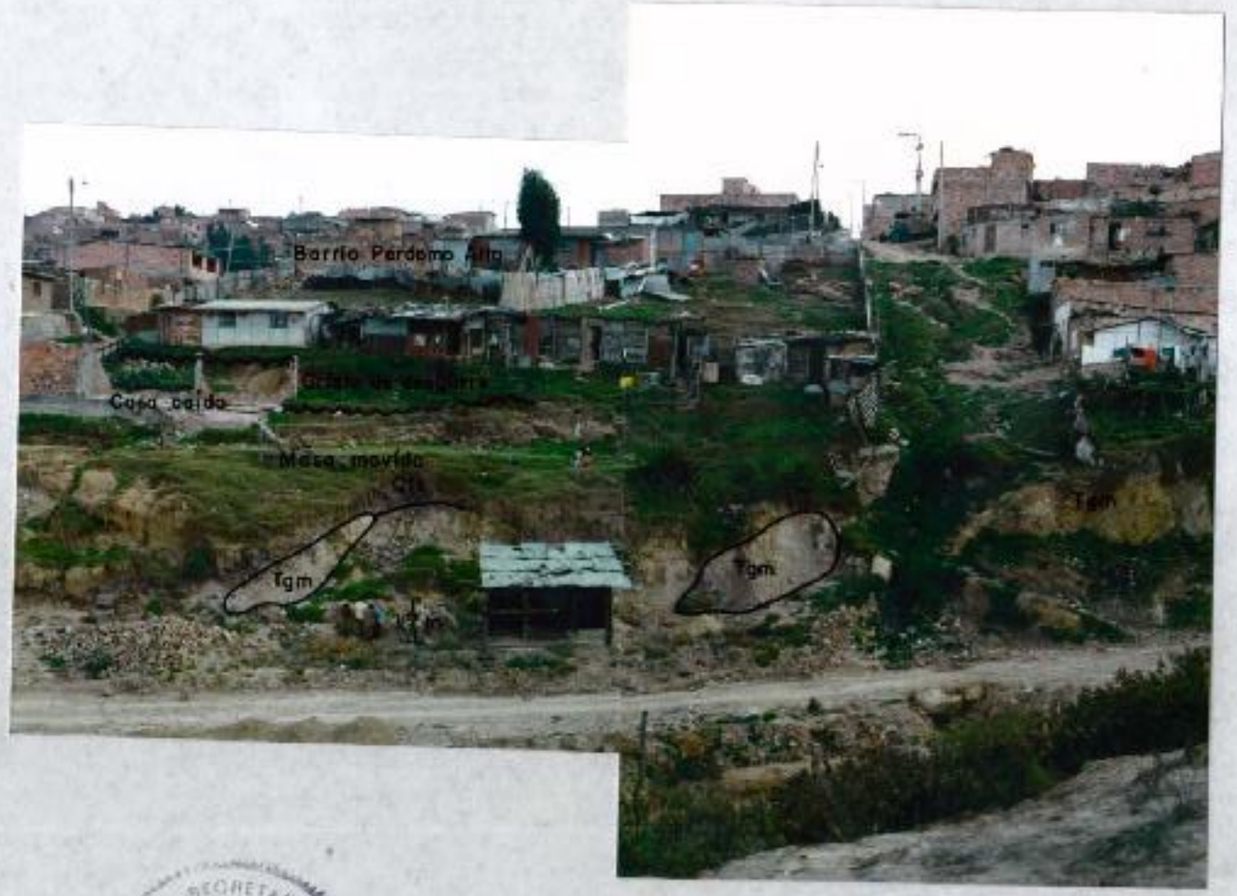


FOTO Nº 14

ZONA Nº 2: Vista panorámica.



FOTO Nº 23

ZONA Nº 3: Sitio realización apique Nº3



FOTO Nº 24

ZONA Nº 3: Horizonte b.
Cantos y guijos angulares de arenisca dispuestos caóticamente dentro de una matriz gris oscura moteada de amarilla, blanda, plástica.



FOTO Nº20

ZONA Nº2.
Apique Nº1: Horizonte a.
Cantos y guijos angulares de arenisca dentro de una matriz arcillosa amarilla meteorizada, blanda, plástica.
Arc: Arcilla (Ar) : Arena

19.



FOTO Nº21

ZONA Nº 2.
Apique Nº 1 : Horizonte b.
Arcillolita gris, moteada de amarillo y violeta, blanda, plastica
Arc : Arcillolita.

SECRETARIA DE OBRAS PUBLICAS
SECCION DE GEOLOGIA
JEFE



FOTO Nº22

ZONA Nº 2.
Apique Nº 1 : Horizonte a. cerca a la corona de deslizamiento.
Arcilla muy humeda por infiltración de agua.
Arc : Arcilla.

SECRETARIA DE OBRAS PUBLICAS
SECCION DE GEOLOGIA
JEFE



FOTO Nº 18

ZONA Nº 2.
Apique Nº 2 : Horizonte b.
Arcillolita gris, moteada de amarillo, húmeda, plástica, con algunos guijos de arenisca de grano fino gris, dura.
Arc: Arcilla Ar : Arena

SECCION DE GEOLOGIA
JEFE

SECCION DE GEOLOGIA
JEFE

FOTO Nº 19

ZONA Nº 2.
Apique Nº 2 : Horizonte c.
Arcilla gris moteada de amarillo y violeta, blanda, plástica. Presenta guijos y cantos angulares a subredondeados de arenisca.



LABORATORIOS DE CONTROL DE CALIDAD

Ensayos - Suelos - Concretos - Pavimentos - Diseños

OBRA Pardomo Alto. SITIO ZONA 2 - APIQUEZ MUESTRA Nº M-2

DESCRIPCION Arcilla gris claro, con vetas carmelitas y de óxido - raíces

HORIZONTE _____ PROFUNDIDAD 0.85 m. Mt. FECHA Enero 18/90

LIMITES DE CONSISTENCIA

LIMITE LIQUIDO

Número de Golpes	40	30	21	13
Vidrio No.	66	61	24	49
P_1	24.38	24.74	24.17	24.43
P_2	20.50	20.69	20.17	20.26
P_3	13.50	13.49	13.21	13.20
% Humedad	55.4	56.3	57.5	59.1

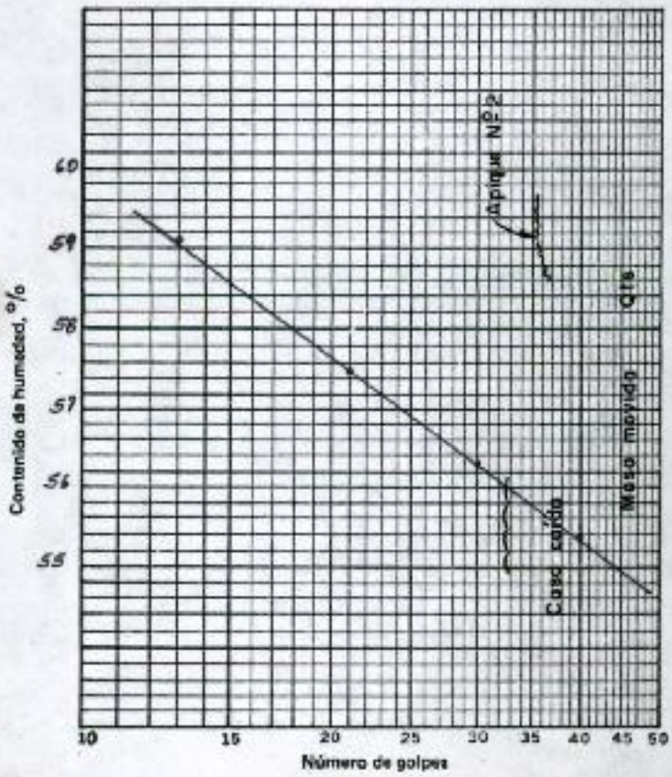
LIMITE PLASTICO

Vidrio No.	47	9	41
P_1	20.28	20.42	57.50
P_2	19.38	19.50	50.05
P_3	13.21	13.16	13.03
% Humedad	14.6	14.5	20.1

Humedad Nat.

GRADACION

P_1	Grs.	P_2 =	Grs.
Tamiz	Peso retenido	% Retenido	% Peso
Tgm			



RESULTADOS

Límite Líquido 56.9 %

Límite Plástico 14.6 %

Indice Plasticidad 42.3 %

Indice de Grupo _____

A.A.S.H.O. _____

U.S.C. -CH-

Tgm

Apique Nº 1

OBSERVACIONES

_____

_____

_____

_____

Miguel Guerra Avila.

Laboratorista

SECCION DE GEOLOGIA
JEFE
LABORATORIOS DE CONTROL DE CALIDAD
SUELOS - CONCRETOS - PAVIMENTOS

LABORATORIOS DE CONTROL DE CALIDAD

Ensayos - Suelos - Concretos - Pavimentos - Diseños

OBRA Perdomo Alto SITIO ZONA 2 - APIQUE 2 MUESTRA N. M-1

DESCRIPCION Arcilla Limosa - gris claro con vetas amarillas, de óxido y algunas raices.

HORIZONTE _____ PROFUNDIDAD 0.25 m. Mt. FECHA Enero 18/90

LIMITES DE CONSISTENCIA

LIMITE LIQUIDO

Número de Golpes	40	30	19	13
Vidrio No.	42	96	12	20
P_1	27.04	26.19	25.05	24.31
P_2	22.31	22.10	21.00	22.07
P_3	13.26	13.61	13.00	13.32
% Humedad	45.8	47.9	50.6	53.0

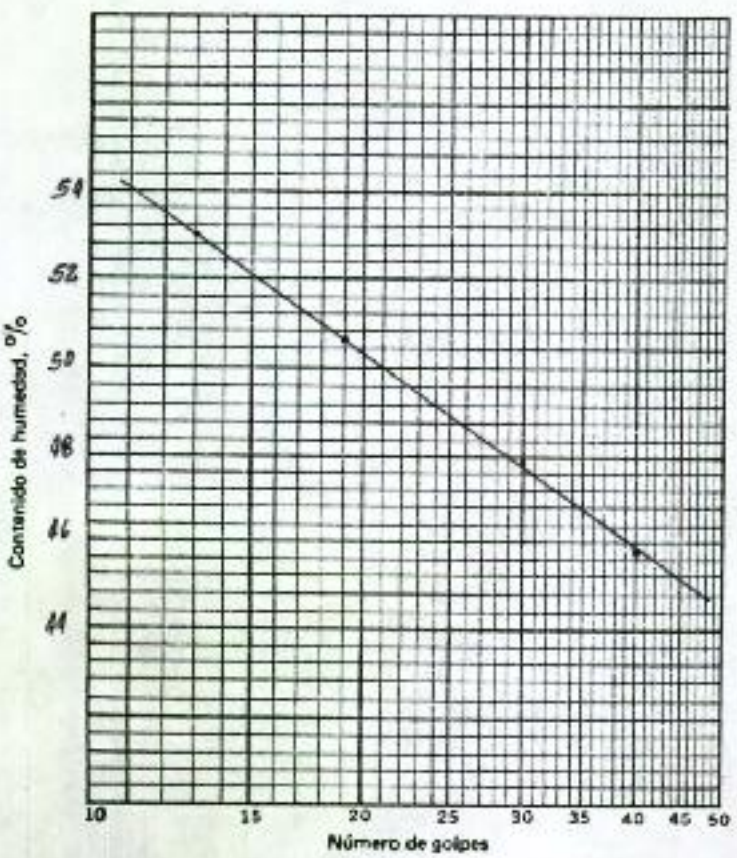
LIMITE PLASTICO

Humedad Nat.

Vidrio No.	98	81	74
P_1	19.85	20.12	73.52
P_2	19.02	19.25	44.00
P_3	13.20	13.42	13.51
% Humedad	14.3	14.9	16.9

GRADACION

P_1= Grs.		P_2= Grs.	
Tamiz	Peso retenidos	% Retenido	% Pasa



RESULTADOS

Límite Líquido 49.0 %

Límite Plástico 14.6 %

Indice Plasticidad 34.4 %

Indice de Grupo _____

A.A.S.H.O. _____

U.S.C. - CL -

OBSERVACIONES

Muestras en bolsa plástica.

LABORATORIOS DE CONTROL DE CALIDAD

Miguel Guerra Avila.

Laboratorista

ANEXO 2

ANALISIS DE LABORATORIO

LABORATORIOS DE CONTROL DE CALIDAD

Ensayos - Suelos - Concretos - Pavimentos - Diseños

OBRA Perdomo Alto SITIO ZONA 2 - APIQUE 2 MUESTRA N. M-3

DESCRIPCION Arcilla Limosa Arenosa, gris claro, con vetas de óxido

HORIZONTE _____ PROFUNDIDAD 1.50 Mt. FECHA Enero 18/90

LIMITES DE CONSISTENCIA

LIMITE LIQUIDO

Número de Golpes	40	29	20	12
Vidrio No.	2	58	85	14
P_1	24.43	24.02	24.19	24.06
P_2	22.53	22.20	22.14	21.91
P_3	13.00	13.31	13.63	13.10
% Humedad	40.9	43.0	44.5	47.1

LIMITE PLASTICO

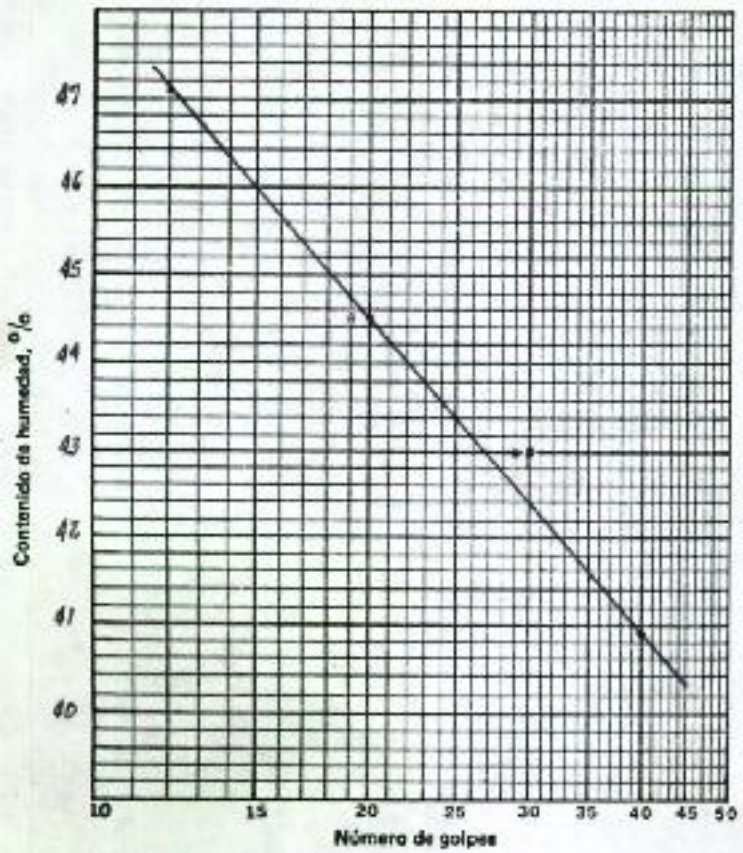
Humedad Nat.

Vidrio No.	75	77	B
P_1	21.26	22.69	438.4
P_2	20.09	21.35	392.5
P_3	13.96	13.48	39.10
% Humedad	17.6	17.0	13.0

GRADACION

P_1 = 544.4 Grs. P_2 = 188.6 Grs.

Tamiz	Peso retenido	% Retenido	% Pasa
1	55.6	9.9	90.1
3/4	15.9	2.8	87.3
1/2	18.9	3.3	84.0
3/8	7.8	1.4	82.6
4	18.3	3.2	79.4
10	13.2	2.3	77.1
40	26.1	4.6	72.5
100	22.8	4.0	68.5
200	10.0	1.8	66.7
fondo	375.8	66.6	



RESULTADOS

Límite Líquido 43.4 %

Límite Plástico 17.3 %

Indice Plasticidad 26.1 %

Indice de Grupo _____

A.A.S.H.O. _____

U.S.C. -CL-

OBSERVACIONES

LABORATORIOS DE CONTROL
Miguel Guerra Avila.
SUELOS - CONCRETOS - PAVIMENTOS
DISEÑOS - ASFALTOS

Laboratorista

LABORATORIOS DE CONTROL DE CALIDAD

Ensayos - Suelos - Concretos - Pavimentos - Diseños

OBRA Perdomo Alto SITIO ZONA 2. APIQUE 1 MUESTRA No. M-4

DESCRIPCION Arena gruesa Arcillo Limosa - habano con vetas cremelitas y amarillas.

HORIZONTE _____ PROFUNDIDAD 0.80 Mt. FECHA Enero 18/90

LIMITES DE CONSISTENCIA

LIMITE LIQUIDO

Número de Golpes	40	30	18	12
Vidrio No.	23	101	39	35
P_1	27.92	28.26	26.66	28.63
P_2	25.83	26.07	24.58	26.15
P_3	13.29	13.30	13.08	13.01
% Humedad	16.7	17.1	18.1	18.9

LIMITE PLASTICO

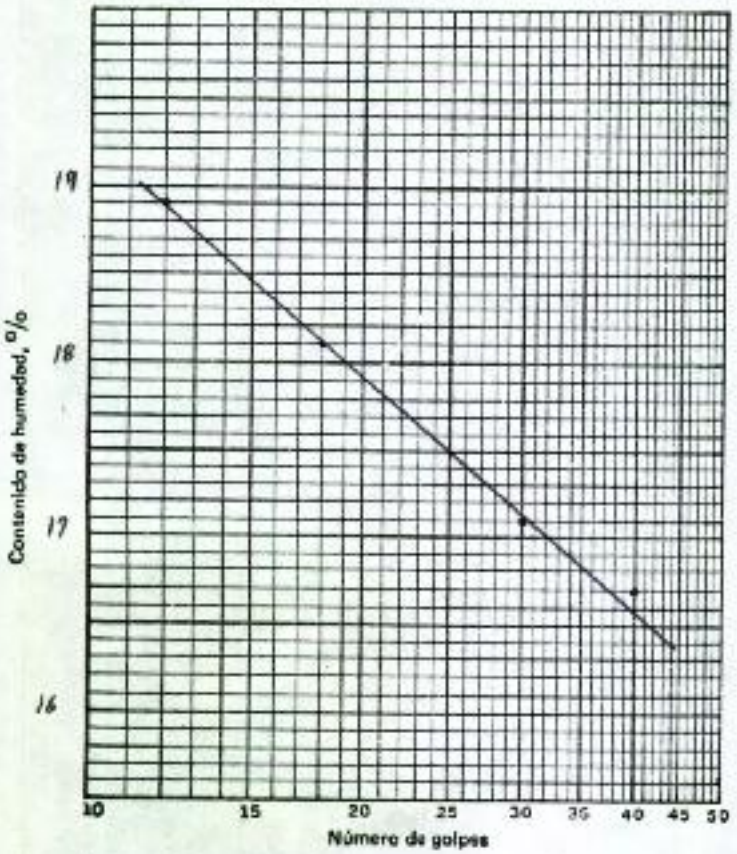
Humedad Nat.

Vidrio No.	16	40	Z
P_1	23.53	23.83	423.5
P_2	22.65	22.96	398.3
P_3	13.13	13.30	36.5
% Humedad	9.2	9.2	7.0

GRADACION

P_1= 167.1 Grs. P_2= 109.1 Grs.

Tamiz	Peso retenido s	% Retenido	% Pasa
3/4	12.3	7.4	92.6
1/2	—	—	—
3/8	8.3	5.0	87.6
4	7.4	4.4	83.2
10	7.4	4.4	78.8
40	14.0	8.4	70.4
100	47.7	28.5	41.9
200	12.0	7.2	34.7
fondo	58.0	34.7	



RESULTADOS

Límite Líquido 19.5 %

Límite Plástico 9.2 %

Indice Plasticidad 8.3 %

Indice de Grupo _____

A.A.S.H.O. _____

U.S.C. -SC-

OBSERVACIONES

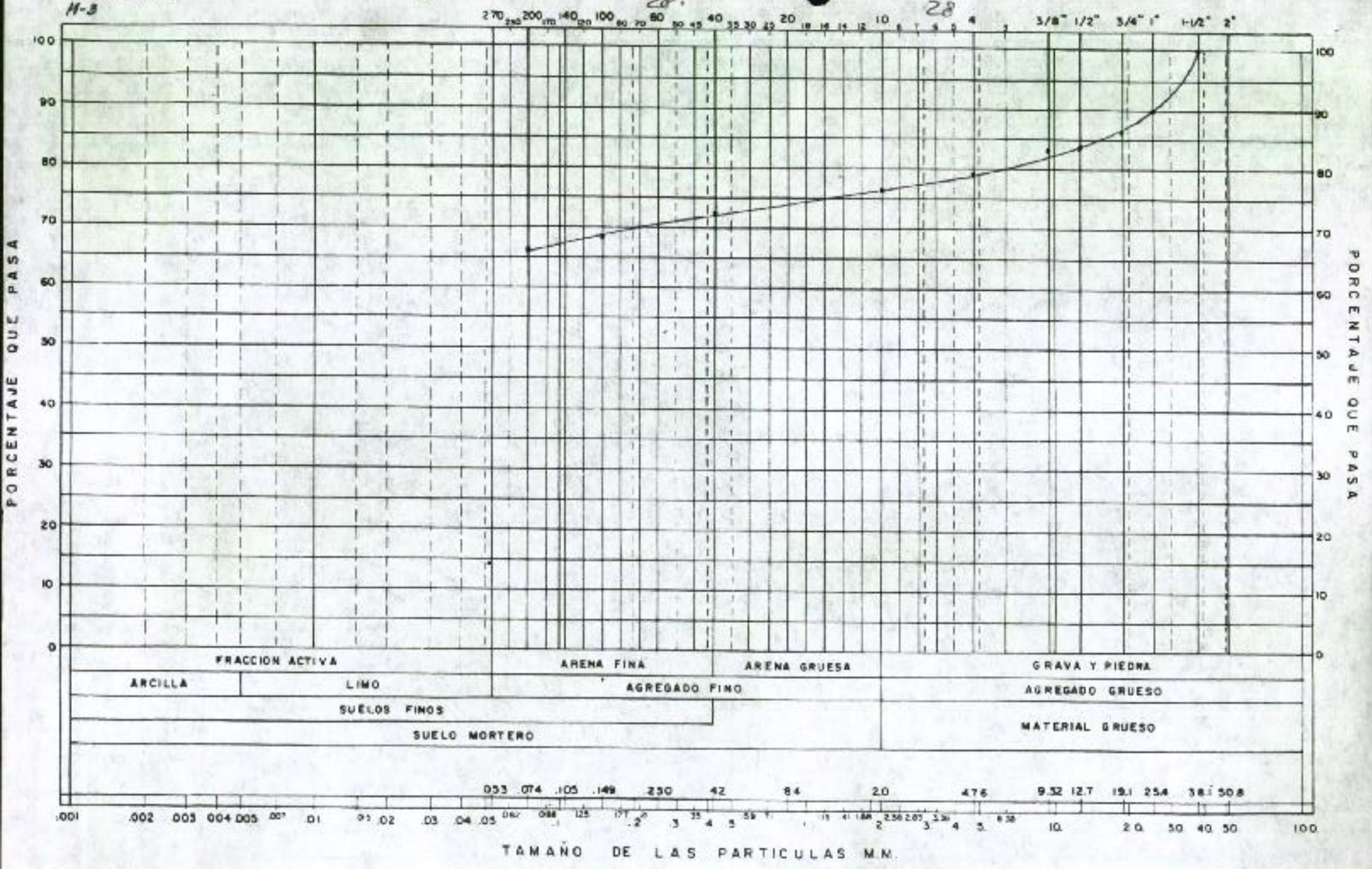
LABORATORIOS DE CONTROL DE CALIDAD

Miguel Guerra Avila

Laboratorista

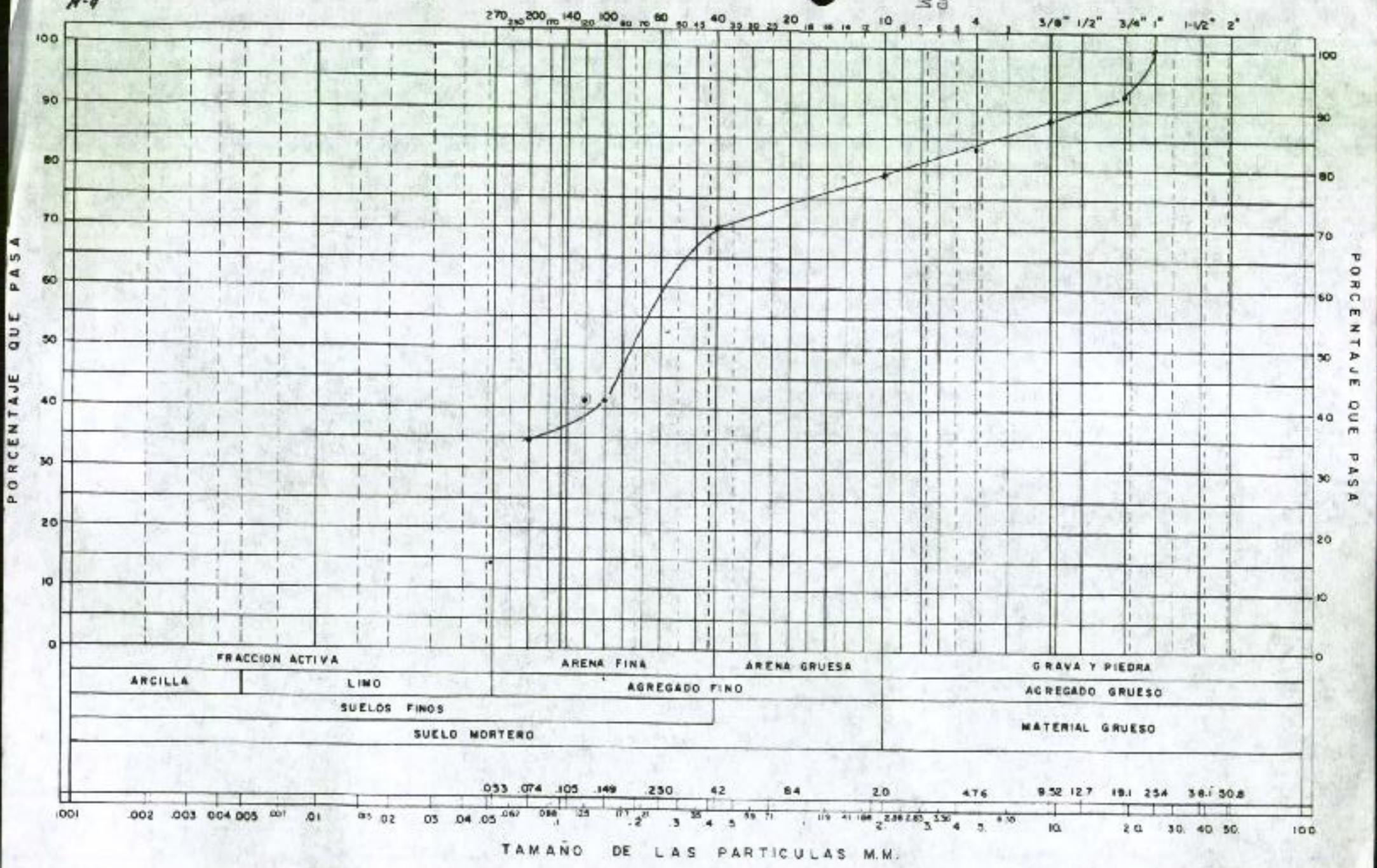
[redacted] REPRESENTACION GRAFICA DE ANALISIS GRANULOMETRICO

Perdomo Alto
M-3



Perdomo Alto
M-4

[redacted]



LABORATORIOS DE CONTROL DE CALIDAD

Ensayos - Suelos - Concretos - Pavimentos - Diseños

OBRA Perdomo Alto SITIO ZONA 2- APIQUE 1 MUESTRA No. M-5

DESCRIPCION Arcilla Limosa - gris claro, con vetas amarillas y oxidadas.

HORIZONTE PROFUNDIDAD 1.60 Mt. FECHA Enero 18/90

LIMITES DE CONSISTENCIA

LIMITE LIQUIDO

Número de Golpes	40	30	20	12
Vidrio No.	15	22	19	25
P_1	23.25	24.98	24.91	25.48
P_2	20.61	21.45	21.31	21.51
P_3	13.39	13.10	13.15	12.92
% Humedad	36.6	39.4	41.7	46.2

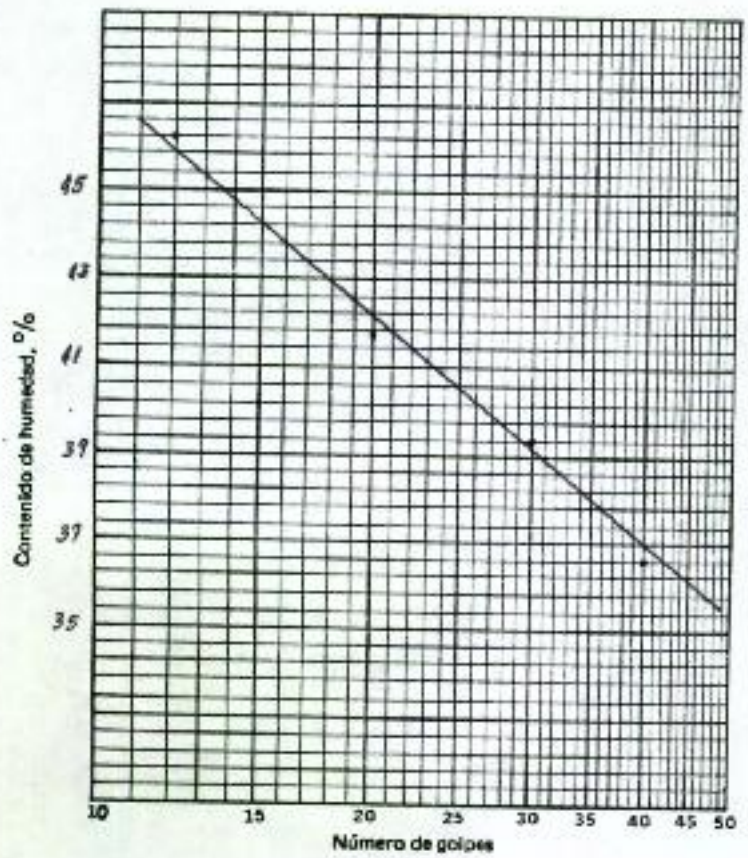
LIMITE PLASTICO

Humedad Nat.

Vidrio No.	43	6	69
P_1	21.85	22.31	112.24
P_2	20.70	21.06	93.99
P_3	13.33	13.83	13.46
% Humedad	15.6	17.0	22.7

GRADACION

P_1= Grs.		P_2= Grs.	
Tamiz	Peso retenido	% Retenido	% Pasa



RESULTADOS

Límite Líquido 40.5 %

Límite Plástico 16.3 %

Indice Plasticidad 24.2 %

Indice de Grupo

A.A.S.H.O.

U.S.C. -CL-

OBSERVACIONES

LABORATORIOS DE CONTROL DE CALIDAD SUELOS - CONCRETOS - PAVIMENTOS DISEÑOS

Laboratorista

LABORATORIOS DE CONTROL DE CALIDAD

Ensayos - Suelos - Concretos - Pavimentos - Diseños

OBRA Perdomo Alto SITIO ZONA 3 - APIQUE 3 MUESTRA No. M-6

DESCRIPCION Arcilla limosita clara, con vetas grises y de óxido - algo de arena fina.

HORIZONTE _____ PROFUNDIDAD 1.60 Mt. FECHA Enero 18/90

LIMITES DE CONSISTENCIA

LIMITE LIQUIDO

Número de Golpes	40	30	20	13
Vidrio No.	93	31	21	11
P_1	23.72	23.54	25.11	24.18
P_2	19.82	19.66	20.43	19.64
P_3	12.97	13.21	13.18	13.04
% Humedad	56.9	59.7	64.6	68.8

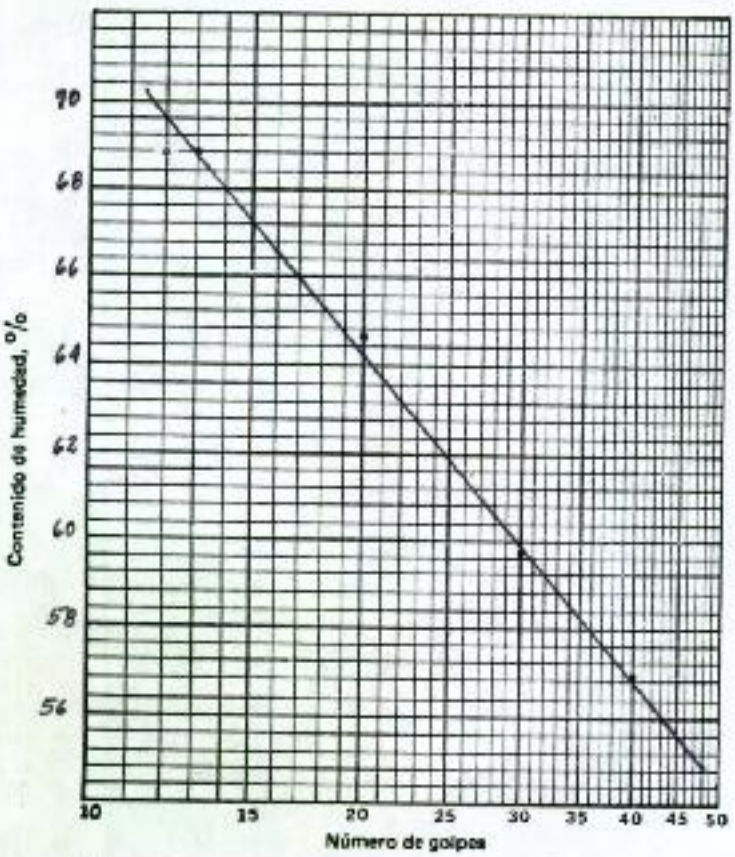
LIMITE PLASTICO

Humedad Nat.

Vidrio No.	29	90	20
P_1	22.96	21.70	80.72
P_2	21.21	20.30	66.57
P_3	13.00	13.32	13.32
% Humedad	21.3	19.8	24.6

GRADACION

P_1" Grs.		P_2" Grs.	
Tamiz	Peso retenido s	% Retenido	% Pasa



RESULTADOS

Límite Líquido 61.9 %

Límite Plástico 20.6 %

Indice Plasticidad 41.3 %

Indice de Grupo _____

A.A.S.H.O. _____

U.S.C. -CH-

OBSERVACIONES

LABORATORIOS DE CONTROL DE CALIDAD

Miguel Guerrero Ariza

Laboratorista

LABORATORIOS DE CONTROL DE CALIDAD

Ensayos - Suelos - Concretos - Pavimentos - Diseños

Compresión Inconfinada

OBRA Perdomo Alto PERF. Nº AP-2 PROF. 1.20 m. MTRA. Nº 2

LOCALIZACION Zona - 2 DESCRIPCION Arcilla Limosa - retos grises - amarillos - carmelitos

PROBETA

DIMENSION	INICIAL
Ø Promedio	5.0 cm.
Altura	10.0 cm
Area	19.63 cm²
Volumen	196.3 cm³

Plano de Falla

HUMEDAD

Peso Vdr. + Mtra. Hum. 420.7 Grs.

Peso Vdr. + Mtra. Seco. 365.1 Grs.

Peso Vidrio

% de Humedad 15.2 %

Vidrio Nº

Anillo de Carga Nº 2

Factor K 2.50 kgs.

Fecha Enero 25/90

PESO UNITARIO

Húmedo 2.143 g/cm3 lb/pie3

Seco 1.860 " "

Lect. Carga 0.0001"	Carga en Kilos	Lect Deform. 0.001"	Deformación Unitaria	1 − Deform. Unitaria	Area Corrg. Cm²	RESISTENCIA kg/cm²	RESISTENCIA lb/pul²
3	7.50	20	0.0051	0.9949	19.90	0.38	
5	12.50	40	0.0102	0.9898	19.80	0.63	
7	17.50	60	0.0152	0.9848	19.90	0.88	
8.5	21.25	80	0.0203	0.9797	20.01	1.06	
9.5	23.75	100	0.0254	0.9746	20.11	1.18	
11.0	27.50	120	0.0305	0.9695	20.22	1.36	
12.5	31.25	140	0.0355	0.9645	20.32	1.54	
13.3	33.75	160	0.0406	0.9594	20.43	1.65	
14.5	36.25	180	0.0457	0.9543	20.54	1.76	
15.0	37.50	200	0.0508	0.9492	20.65	1.82 K	
15.0	37.50	220	0.0558	0.9442	20.76	1.81	
13.0	32.50	240	0.0609	0.9391	20.87	1.56	
10.0	25.00	260	0.0660	0.9340	20.99	1.19	
		280	0.0711	0.9289	21.10		
		300	0.0761	0.9239	21.21		
		320	0.0812	0.9188	21.33		
		340	0.0863	0.9137	21.45		
		360	0.0914	0.9086	21.57		
		380	0.0964	0.9036	21.69		
		400	0.1015	0.8985	21.81		
		420	0.1066	0.8934	21.94		
		440	0.1117	0.8883	22.06		
		460	0.1168	0.8832	22.19		
		480	0.1218	0.8782	22.32		

LABORATORIOS DE CONTROL DE CALIDAD

Ensayos - Suelos - Concretos - Pavimentos - Diseños

Compresión Inconfinada

OBRA Pedomo Alto PERF. Nº AP-3 PROF. 1.50 m. MTRA. Nº 4-T3

LOCALIZACION Zona-3 DESCRIPCION Arcilla Limosa - Amarilla - Carmelita - rastros de arena.

PROBETA

DIMENSION	INICIAL
Ø Promedio	5.0 cm.
Altura	10.0 cm.
Area	19.63 cm²
Volumen	196.3 cm³

Plano de Falla



HUMEDAD

Peso Vdr. + Mtra Hum. 407.0 Grs.

Peso Vdr. + Mtra. Seca. 352.6 Grs.

Peso Vidrio

% de Humedad 15.4 %

Vidrio Nº

Anillo de Carga Nº 1

Factor K 0.1568 kgs.

Fecha Enero 25/90

PESO UNITARIO

Húmedo 2.078 g/cm³ lb/pie³

Seco 1.796 " "

Lect. Carga 0.0001"	Carga en Kilos	Lect. Deform. 0.001"	Deformación Unitaria	1— Deform. Unitaria	Area Corrg. Cm²	RESISTENCIA kg/cm²	RESISTENCIA lb/pul²
42	6.67	20	0.0051	0.9949	19.90	0.34	
90	14.29	40	0.0102	0.9898	19.80	0.72	
137	21.76	60	0.0152	0.9848	19.90	1.09	
180	28.58	80	0.0203	0.9797	20.01	1.43	
220	34.94	100	0.0254	0.9746	20.11	1.74	
247	39.22	120	0.0305	0.9695	20.22	1.94	
271	43.03	140	0.0355	0.9645	20.32	2.12	
296	47.00	160	0.0406	0.9594	20.43	2.30	
305	48.43	180	0.0457	0.9543	20.54	2.36	
320	52.80	200	0.0508	0.9492	20.65	2.54	
347	55.10	220	0.0558	0.9442	20.76	2.65	
362	57.49	240	0.0609	0.9391	20.87	2.78	
375	59.55	260	0.0660	0.9340	20.99	2.84	
384	60.98	280	0.0711	0.9289	21.10	2.89	
392	62.25	300	0.0761	0.9239	21.21	2.93	
399	63.36	320	0.0812	0.9188	21.33	2.97	
404	64.16	340	0.0863	0.9137	21.45	2.99	
409	64.95	360	0.0914	0.9086	21.57	3.01	
412	65.43	380	0.0964	0.9036	21.69	3.02 X	
414	65.74	400	0.1015	0.8985	21.81	3.01	
416	66.06	420	0.1066	0.8934	21.94	3.01	
417	66.22	440	0.1117	0.8883	22.06	3.00	
415	65.90	460	0.1168	0.8832	22.19	2.97	
414	65.74	480	0.1219	0.8781	22.32	2.94	

LABORATORIOS DE CONTROL DE CALIDAD

Ensayos - Suelos - Concretos - Pavimentos - Diseños

ESFUERZO SECANTE DIRECTO

OBRA Perdomo Alto.

PERF. No. _____ PROF. _____

LOCALIZ. ZONA 2 MTRA. No. 7

DESCRIPCION Arcilla Limosa - Cuarcillo - Carmelito. con vetas de óxido - algunos gravas

CARGA NORMAL

Carga Aplicada 9.6 Kilos

Carga Unitaria _____ 1 bs/pul^2 0.8 Kg/cm^2

Peso mtra. usada 120.35 grs.

Ensayo No. _____ P.U.H = 2.006 gr/cm^3.

Fecha Febro. 2/90

Humedad Natural de ensayo = 25.0%

CAJA DE CORTE

Diámetro 8.0 cms.

Altura 3.05 cms.

Area 19.63 cm^2.

Volumen 59.9 cm^3.

Anillo de carga No. _____

Factor K 0.000443 KN.

Peso Espf. Gs. 2.660

Vol. Solidos _____

Rel. de vacíos _____

Porosidad _____

Tiempo	Lect dial Horizon.	Deform Horiz. 0.01 mm.	Lect. dial Vertical	Deform. Vert. 0.01 m.m.	Lect. Carga 0.001 m.m.	ESFUERZO SECANTE KN	ESFUERZO SECANTE Kgs.	Kgs/cm^2
0:00				169 - Inic.				
15		3			26	0.0115	1.17	0.06
30		12			55	0.0244	2.49	0.13
45		22			77	0.0341	3.48	0.18
60		32			97	0.0430	4.38	0.22
75		41			112	0.0496	5.06	0.26
90		52			130	0.0576	5.87	0.30
105		62			146	0.0647	6.60	0.34
120		72			162	0.0718	7.32	0.37
		92			183	0.0811	8.27	0.42
		112			210	0.0930	9.48	0.48
		132			221	0.0979	9.98	0.51
		152			235	0.1041	10.61	0.54
		172			248	0.1099	11.20	0.57
		192			256	0.1134	11.56	0.59
		212			261	0.1156	11.78	0.60
		232			266	0.1178	12.01	0.61
		252			269	0.1192	12.15	0.62
		272			271	0.1201	12.24	0.62
		292			274	0.1213	12.36	0.63
		312			275	0.1218	12.42	0.63
		332			276	0.1223	12.47	0.64
		352			276	0.1223	12.47	0.64
		372			276	0.1223	12.47	0.64
		392			275	0.1218	12.42	0.63
		412			272	0.1205	12.28	0.63
		432			266	0.1178	12.01	0.61
		452			255	0.1130	11.52	0.59
		472			242	0.1078	10.93	0.56
		492		205. final	228	0.1010	10.30	0.52

LABORATORIOS DE CONTROL DE CALIDAD

Ensayos - Suelos - Concretos - Pavimentos - Diseños

ESFUERZO SECANTE DIRECTO

OBRA Pedomo Alto.

PERF. No. _____ PROF. _____

LOCALIZ. ZONA 2 MTRA. No. 7

DESCRIPCION _____

CARGA NORMAL

Carga Aplicada 39.2 Kg.

Carga Unitaria _____ 1 lbs/pul^2 2.0 Kg/cm^2

Peso mtra. usada 119.92 Grs.

Ensayo No. 3

Fecha Febrero 1/90

36

CAJA DE CORTE

Diámetro 5.0 cms.

Altura 3.05 cms.

Area 19.63 cm^2.

Volumen 59.9 cm^3.

Anillo de carga No. _____

Factor K 0.000463

Peso Espf. Gs. 2.660

Vol. Solidos _____

Rel. de vacíos _____

Porosidad _____

Tiempo	Lect dial Horizon.	Deform.Horiz. 0.01 m.m.	Lect. dial Vertical	Deform. Vert. 0.01 m.m.	Lect. Carga 0.001 m.m.	ESFUERZO SECANTE KN	ESFUERZO SECANTE Kgs.	Kgs/cm^2
0.00	-	-	-	3.31-Inicial	-	-	-	-
15		5			37	0.0154	1.67	0.09
30		11			71	0.0315	3.21	0.16
45		20			101	0.0447	4.51	0.23
60		28			127	0.0563	5.74	0.29
75		36			151	0.0669	6.82	0.35
90		45			177	0.0784	7.99	0.41
105		54			200	0.0886	9.03	0.46
120		63			230	0.1019	10.39	0.53
		88			284	0.1258	12.82	0.65
		103			317	0.1404	14.31	0.73
		123			348	0.1542	15.72	0.80
		143			373	0.1652	16.84	0.86
		163			393	0.1741	17.75	0.90
		183			409	0.1812	18.47	0.94
		203			423	0.1874	19.10	0.97
		223			436	0.1931	19.68	1.00
		243			446	0.1976	20.14	1.03
		263			455	0.2016	20.55	1.05
		283			463	0.2051	20.91	1.07
		303			468	0.2073	21.13	1.08
		323			472	0.2091	21.31	1.09
		343			475	0.2104	21.45	1.09
		363			478	0.2117	21.58	1.10
		383			484	0.2144	21.86	1.11
		403			489	0.2166	22.08	1.12
		423			493	0.2184	22.26	1.13
		443			496	0.2197	22.40	1.14
		463			499	0.2211	22.54	1.15
		483			503	0.2229	22.71	1.16

Continúa →

LABORATORIOS DE CONTROL DE CALIDAD

Ensayos - Suelos - Concretos - Pavimentos - Diseños

ESFUERZO SECANTE DIRECTO

OBRA Peralonso Pito

PERF. No. BP-1 PROF. 100 mts.

LOCALIZ. Zona-2 MTRA. No. TS-2 (B)

DESCRIPCION

CARGA NORMAL

Carga Aplicada 9.815 kilos

Carga Unitaria ____ lbs/pul^2 0.5 Kg/cm^2

Peso mtra. usada 118.1 grs. - P.U.H = 1.981 gr/cm^3.

Ensayo No. 1 - Contenido de Humedad = 21.8%

Fecha Enero 22/90

33

CAJA DE CORTE

Diámetro 5.0 cms.

Altura 3.05 cms.

Area 19.63 cm^2.

Volumen 59.87 cm^3.

Anillo de carga No. ____

Factor K 0.000443 Kg.

Peso Espf. Gs. 2.621

Vol. Solidos ____

Rel. de vacíos ____

Porosidad ____

Tiempo seg.	Lect dial Horizon.	Deform. Horiz. 0.01 m.m.	Lect. dial Vertical	Deform. Vert. 0.01 m.m.	Lect. Carga 0.001 m.m.	ESFUERZO SECANTE KN	ESFUERZO SECANTE Kgs.	Kgs/cm^2
0.00	—	—	—	Inicial 140	—	—	—	—
15		8			33	0.0141	1.44	0.07
30		16			53	0.0230	2.34	0.12
45		26			70	0.0310	3.16	0.16
60		36			86	0.0381	3.88	0.20
75		47			100	0.0443	4.52	0.23
90		59			114	0.0505	5.15	0.26
105		71			129	0.0563	5.74	0.29
120		82			138	0.0611	6.23	0.32
		102			153	0.0678	6.91	0.35
		122			166	0.0735	7.49	0.38
		142			176	0.0780	7.95	0.41
		162			184	0.0815	8.31	0.42
		182			189	0.0837	8.53	0.43
		202			191	0.0846	8.62	0.44
		222			192	0.0851	8.67	0.44
		242			193	0.0855	8.72	0.44
		262			194	0.0859	8.76	0.45
		282			194	0.0859	8.76	0.45
		302			194	0.0859	8.76	0.45
		322			194	0.0859	8.76	0.45
		342			194	0.0859	8.76	0.45
		362			192	0.0851	8.67	0.44
		382			191	0.0846	8.62	0.44
		402			190	0.0842	8.58	0.44
		422			189	0.0837	8.53	0.43
		442			185	0.0820	8.36	0.43
		462			183	0.0812	8.28	0.42
		482			180	0.0797	8.12	0.41
		502		Final 140	175	0.0775	7.90	0.40

LABORATORIOS DE CONTROL DE CALIDAD

Ensayos - Suelos - Concretos - Pavimentos - Diseños

ESFUERZO SECANTE DIRECTO

OBRA Perdomo Alto

PERF. No. AP-1 PROF. 1.00 mt.

LOCALIZ. Zona 2 MTRA. No. TS-3 (8)

DESCRIPCION

CARGA NORMAL

Carga Aplicada 19.815 Kgs.

Carga Unitaria 1 lbs/pul^2 1.0 Kg/cm^2

Peso mtra. usada 118.0 Pul.H = 1.981 gr/cm^3

Ensayo No. 2 - H. Nat = 21.8%

Fecha Enero 22/90

(1) 80

CAJA DE CORTE

Diámetro 5.0 cms.

Altura 2.05 cms.

Area 19.63 cm^2.

Volumen 59.9 cm^3.

Anillo de carga No.

Factor K 0.000443 Kn.

Peso Espf. Gs.

Vol. Solidos

Rel. de vacios

Porosidad

Tiempo	Lect dial Horizon.	Deform. Horiz. 0.01 m.m.	Lect. dial Vertical	Deform. Vert. 0.01 m.m.	Lect. Carga 0.001 m.m.	ESFUERZO SECANTE KN	ESFUERZO SECANTE Kgs.	Kgs/cm^2
0.00		0.00		Inicial 234		—	—	—
15		9			29	0.0128	1.30	0.07
30		17			61	0.0270	2.75	0.14
45		28			87	0.0385	3.92	0.20
60		38			111	0.0492	5.02	0.26
75		48			128	0.0567	5.78	0.29
90		57			142	0.0629	6.41	0.33
105		67			160	0.0709	7.23	0.37
120		76			182	0.0806	8.22	0.42
		96			202	0.0895	9.12	0.46
		116			220	0.0975	9.94	0.51
		136			232	0.1028	10.48	0.53
		156			240	0.1063	10.84	0.55
		176			249	0.1103	11.24	0.57
		196			253	0.1121	11.43	0.58
		216			256	0.1134	11.56	0.59
		236			259	0.1147	11.69	0.60
		256			261	0.1156	11.78	0.60
		276			263	0.1165	11.88	0.60
		296			266	0.1178	12.01	0.61
		316			269	0.1192	12.15	0.62
		336			272	0.1205	12.28	0.63
		356			274	0.1214	12.38	0.63
		376			275	0.1218	12.42	0.63
		396			275	0.1218	12.42	0.63
		416			271	0.1201	12.24	0.62
		436			268	0.1187	12.10	0.62
		456			266	0.1178	12.01	0.61
		476			262	0.1161	11.83	0.60
		496		Final 254	255	0.1130	11.52	0.59

LABORATORIOS DE CONTROL DE CALIDAD

Ensayos - Suelos - Concretos - Pavimentos - Diseños

ESFUERZO SECANTE DIRECTO

OBRA Perdomo Alto

PERF. No. AP-1 PROF. 1.00 mt.

LOCALIZ. Zona 2 MTRA. No. TS-3 (8)

DESCRIPCION

39

CARGA NORMAL

Carga Aplicada 39.260 Kg.

Carga Unitaria 1 bs/pul^2 2.0 Kg/cm^2

Peso mtra. usada

Ensayo No. 3

Fecha Enero 22/90

CAJA DE CORTE

Diámetro 5.0 cms.

Altura 3.05 cms.

Area 19.63 cm^2.

Volumen 59.9 cm^3.

Anillo de carga No.

Factor K 0.000443 Kn.

Peso Espf. Gs.

Vol. Solidos

Rel. de vacíos

Porosidad

Seg. Tiempo	Lect dial Horizon.	Deform. Horiz. 0,01 m.m.	Lect. dial Vertical	Deform. Vert. 0,01 m.m.	Lect. Carga 0,001 m.m.	ESFUERZO SECANTE KN	ESFUERZO SECANTE Kgs.	Kgs/cm^2
0:00	–	–	–	Inicial - 317	–	–	–	–
15		6			20	0.0089	0.91	0.05
30		8			42	0.0186	1.90	0.10
45		15			87	0.0385	3.92	0.20
60		23			127	0.0563	5.74	0.29
75		31			157	0.0696	7.09	0.36
90		40			182	0.0806	8.22	0.42
105		49			206	0.0913	9.31	0.47
120		59			230	0.1019	10.39	0.53
		79			274	0.1214	12.38	0.63
		99			314	0.1391	14.18	0.72
		119			347	0.1537	15.67	0.80
		139			377	0.1670	17.02	0.88
		159			405	0.1794	18.29	0.93
		179			424	0.1878	19.14	0.98
		199			442	0.1958	19.96	1.02
		219			454	0.2011	20.50	1.04
		239			468	0.2073	21.13	1.08
		259			484	0.2144	21.86	1.11
		279			487	0.2157	21.99	1.12
		299			489	0.2166	22.08	1.12
		319			492	0.2179	22.21	1.13
		339			497	0.2202	22.45	1.14
		359			506	0.2242	22.85	1.16
		379			510	0.2259	23.03	1.17
		399			513	0.2273	23.17	1.18
		419			514	0.2277	23.21	1.18
		439			515	0.2281	23.25	1.18
		459			516	0.2286	23.30	1.19
		479			516	0.2286	23.30	1.19

sigue →

LABORATORIOS DE CONTROL DE CALIDAD

Ensayos - Suelos - Concretos - Pavimentos - Diseños

ESFUERZO SECANTE DIRECTO

OBRA Perdomo alto

PERF. No. AP-2 PROF. 1.20 mts.

LOCALIZ. Zona 2 MTRA. No. TS-1-2 (9)

DESCRIPCION

40

CARGA NORMAL

Carga Aplicada 9.815 Kg.

Carga Unitaria 1 lbs/pul^2 0.6 Kg/cm^2

Peso mtra. usada prom. 180.1 grs. P.U.H = 2.028 gr/cm^3.

Ensayo No. 1 - Cont. Hum. Nat. = 22.5%

Fecha Enero 24/90

CAJA DE CORTE

Diámetro 5.0 cms.

Altura 3.05 cms.

Area 19.63 cm^2.

Volumen 59.9 cm^3.

Anillo de carga No.

Factor K 0.000443 KN

Peso Espf. Gs. 2.680

Vol. Solidos

Rel. de vacíos

Porosidad

Seg Tiempo	Lect dial Horizon.	Deform. Horiz. 0.01 m.m.	Lect. dial Vertical	Deform. Vert. 0.01 m.m.	Lect. Carga 0.001 m.m.	ESFUERZO SECANTE KN	ESFUERZO SECANTE Kgs.	Kgs/cm^2
0.00	-	-	-	Inicial - 99	-	-	-	-
15		8			31	0.0137	1.40	0.07
30		19			52	0.0230	2.34	0.12
45		28			75	0.0332	3.38	0.17
60		38			93	0.0414	4.20	0.21
75		48			107	0.0474	4.83	0.25
90		58			128	0.0567	5.78	0.29
105		68			153	0.0678	6.91	0.36
120		78			177	0.0784	7.99	0.41
		98			216	0.0957	9.76	0.50
		118			247	0.1094	11.15	0.57
		138			271	0.1201	12.24	0.62
		158			290	0.1285	13.10	0.67
		178			298	0.1320	13.46	0.69
		198			305	0.1351	13.77	0.70
		218			310	0.1373	13.99	0.71
		238			313	0.1387	14.14	0.72
		258			315	0.1395	14.22	0.72
		278			316	0.1400	14.27	0.73
		198			316.5	0.1402	14.29	0.73
		218			316.	0.1400	14.27	0.73
		238			314.	0.1391	14.18	0.72
		258			310	0.1373	13.99	0.71
		278			305	0.1351	13.77	0.71
		398			298	0.1320	13.46	0.68
		418		Final = 114	294	0.1302	13.25	0.68

LABORATORIOS DE CONTROL DE CALIDAD

Ensayos - Suelos - Concretos - Pavimentos - Diseños

ESFUERZO SECANTE DIRECTO

OBRA Perdomo Alto

PERF. No. AP. 2 PROF. 1.20 m/.

LOCALIZ. Zona 2 MTRA. No. 9

DESCRIPCION

CARGA NORMAL

Carga Aplicada 19.630 Kg.

Carga Unitaria 1 bs/pul^2 40 Kg/cm^2

Peso mtra. usada

Ensayo No. 2

Fecha Enero 24/90

CAJA DE CORTE

Diámetro 5.0 cms.

Altura 3.05 cms.

Area 19.63 cm^2.

Volumen 59.9 cm^3.

Anillo de carga No.

Factor K 0.000443 kg.

Peso Espf. Gs.

Vol. Solidos

Rel. de vacios

Porosidad

Seg. Tiempo	Lect dial Horizon.	Deform.Horiz. 0,01 m.m.	Lect. dial Vertical	Deform. Vert. 0.01 m.m.	Lect. Carga 0.001 m.m.	ESFUERZO SECANTE KN	ESFUERZO SECANTE Kgs.	Kgs/cm^2
000	–	–		Inicial = 119	–	–	–	–
		7			33	0.0146	1.49	0.08
		17			63	0.0279	2.84	0.14
		24			105	0.0465	4.74	0.24
		31			150	0.0665	6.78	0.34
		39			180	0.0797	8.12	0.41
		48			210	0.0930	9.48	0.48
		57			238	0.1054	10.74	0.55
		67			267	0.1183	12.06	0.61
		87			312	0.1382	14.09	0.72
		107			354	0.1568	15.98	0.81
		127			378	0.1675	17.07	0.87
		147			390	0.1728	17.61	0.90
		167			400	0.1772	18.06	0.92
		187			408	0.1807	18.42	0.94
		207			411	0.1821	18.56	0.95
		227			413	0.1830	18.65	0.95
		247			415	0.1838	18.74	0.95
		267			415	0.1838	18.74	0.95
		287			415.5	0.1841	18.76	0.96
		307			414	0.1834	18.69	0.95
		327			413	0.1830	18.65	0.95
		347			410	0.1816	18.51	0.94
		367			405	0.1794	18.29	0.93
		387			399	0.1767	18.01	0.92
		407		Final = 160	398	0.1763	17.97	0.91

LABORATORIOS DE CONTROL DE CALIDAD

Ensayos - Suelos - Concretos - Pavimentos - Diseños

42

ESFUERZO SECANTE DIRECTO

OBRA Pardomo Alto

PERF. No. AP-3 PROF. 1.20 mt.

LOCALIZ. Zona 2 MTRA. No. T3-1-2 (9)

DESCRIPCION

CARGA NORMAL

Carga Aplicada 39.26 Kg.

Carga Unitaria 1 lbs/pul^2 2.0 Kg/cm^2

Peso mtra. usada

Ensayo No. 3

Fecha Enero 24/90

CAJA DE CORTE

Diámetro 5.0 cms.

Altura 3.05 cms.

Area 19.63 cm^2.

Volumen 59.9 cm^3.

Anillo de carga No.

Factor K 0.000443 KN.

Peso Espf. Gs.

Vol. Solidos

Rel. de vacios

Porosidad

Seg. Tiempo	Lect dial Horizon.	Deform. Horiz. 0.01 m.m.	Lect. dial Vertical	Deform. Vert. 0.01 m.m.	Lect. Carga 0.001 m.m.	ESFUERZO SECANTE KN	ESFUERZO SECANTE Kgs.	Kgs/cm^2
0:00	-	-	-	230	-	-	-	-
15		6			55	0.0244	2.48	0.13
30		12			107	0.0474	4.83	0.25
45		19			149	0.0660	6.73	0.34
60		25			200	0.0886	9.03	0.46
75		33			240	0.1063	10.84	0.55
90		40			285	0.1263	12.87	0.66
105		48			330	0.1462	14.90	0.76
120		56			360	0.1595	16.26	0.83
		76			440	0.1949	19.87	1.01
		96			495	0.2193	22.36	1.14
		116			536	0.2374	24.20	1.23
		136			553	0.2450	24.97	1.27
		156			563	0.2494	25.42	1.30
		176			564	0.2499	25.47	1.30
		196			564	0.2499	25.47	1.30
		216			560	0.2481	25.29	1.29
		236			554	0.2454	25.02	1.27
		256			548	0.2428	24.75	1.26
		276			542	0.2401	24.46	1.25
		296			536	0.2374	24.20	1.23
		316			530	0.2348	23.93	1.22
		336			523	0.2317	23.62	1.20
		356			515	0.2281	23.25	1.18
		376		Lino/= 250	507	0.2246	22.89	1.17

LABORATORIOS DE CONTROL DE CALIDAD

Ensayos - Suelos - Concretos - Pavimentos - Diseños

ESFUERZO SECANTE DIRECTO

OBRA Perdomo Alto

PERF. No. AP-3 PROF. 1.80 mt.

LOCALIZ. Zona-3 MTRA. No. TS-5 (10)

DESCRIPCION

CARGA NORMAL

Carga Aplicada 9.815 Kg.

Carga Unitaria 1 lbs/pul^2 0.5 Kg/cm^2

Peso mtra. usada prom. 187.6 grs. P.U.H = 2.159 gr/cm^3.

Ensayo No. 1 - Cont. Hum. Nat = 16.5%

Fecha Enero 25/90

CAJA DE CORTE

Diámetro 5.0 cms.

Altura 3.98 cms.

Area 19.63 cm^2

Volumen 59.9 cm^3.

Anillo de carga No.

Factor K 0.000483 KN.

Peso Espf. Gs. 2.687

Vol. Solidos

Rel. de vacios

Porosidad

Tiempo	Lect dial Horizon.	Deform. Horiz. 0.01 m.m.	Lect. dial Vertical	Deform. Vert. 0.01 m.m.	Lect. Carga 0.001 m.m.	ESFUERZO SECANTE KN	ESFUERZO SECANTE Kgs	Kgs/cm^2
0:00	-	-	-	Ini. 23	-	-	-	-
15		12			26	0.0115	1.17	0.06
30		22			56	0.0264	2.69	0.13
45		30			57	0.0385	3.92	0.20
60		38			122	0.0540	5.50	0.28
75		45			150	0.0664	6.77	0.34
90		55			175	0.0775	7.90	0.40
105		65			200	0.0886	9.03	0.46
120		75			225	0.0997	10.16	0.52
		95			264	0.1169	11.92	0.61
		119			301	0.1333	13.59	0.69
		135			334	0.1480	15.09	0.77
		155			364	0.1612	16.43	0.84
		176			386	0.1710	17.43	0.89
		195			404	0.1790	18.25	0.93
		215			413	0.1830	18.65	0.95
		235			415	0.1838	18.74	0.95
		255			411	0.1821	18.56	0.95
		275			402	0.1781	18.15	0.92
		295			388	0.1719	17.52	0.89
		315			375	0.1661	16.93	0.86
		335			363	0.1608	16.39	0.84
		356		Final: 34	351	0.1555	15.85	0.81

NIVELACION POLIGONAL ZONA II

49.

PERDOMO ALTO

(LAS COTAS SON ARBITRARIAS)

XII/89

HOJA – 1-3

ABSCISA	V+	⊼	V−	VI−	⊽				
BM# Δ-1	4.621	14.621			10.00				
C#1	4.673	19.043	0.251		14.370				
C#2	4.628	23.656	0.015		19.028				
Δ-2				3.890	19.766				
10				2.640	21.02				
20				0.70	22.96				
C#3	4.917	28.267	0.306		23.350				
30				3.34	24.93				
40				1.80	26.47				
50				0.13	28.14				
C#4	4.560	32.813	0.014		28.253				
60				2.84	29.97				
Δ-3				0.974	31.839				
C#5	4.397	37.169	0.041		32.772				
Δ-4				1.473	35.696				
C# Δ5	0.158	34.363	2.969		34.205				
C#6	0.035	30.024	4.374		29.989				
C#7	0.044	25.450	4.618		25.406				
Δ-6				1.806	23.644				
95				2.30	23.15				
90				2.81	22.44				

LABORATORIOS DE CONTROL DE CALIDAD

Ensayos - Suelos - Concretos - Pavimentos - Diseños

ESFUERZO SECANTE DIRECTO

OBRA Perdomo Alto

PERF. No. AP-3 PROF. 1.80 mts.

LOCALIZ. Zona-3 MTRA. No. TS-5 (10)

DESCRIPCION

CARGA NORMAL

Carga Aplicada 19.630 Kg.

Carga Unitaria 1 lbs/pul^2 1.0 Kg/cm^2

Peso mtra. usada

Ensayo No. 2

Fecha Enero 25/90

CAJA DE CORTE

Diámetro 5.0 cms.

Altura 3.05 cms.

Area 19.63 cm^2.

Volumen 59.9 cm^3.

Anillo de carga No.

Factor K 0.000443 Kg.

Peso Espf. Gs.

Vol. Solidos

Rel. de vacios

Porosidad

Tiempo	Lect dial Horizon.	Deform. Horiz. 0.01 m.m.	Lect. dial Vertical	Deform. Vert. 0.01 m.m.	Lect. Carga 0.001 m.m.	ESFUERZO SECANTE KN	ESFUERZO SECANTE Kgs.	Kgs/cm^2
0:00	–	–	–	Inic. 137	–	–	–	–
15		6			68	0.0213	2.17	0.11
30		12			94	0.0414	4.21	0.22
45		20			182	0.0585	5.96	0.30
60		27			178	0.0788	8.03	0.41
75		34			214	0.0948	9.66	0.49
90		42			249	0.1103	11.24	0.57
105		52			275	0.1218	12.42	0.63
120		62			302	0.1338	13.64	0.69
		82			354	0.1568	15.98	0.81
		102			398	0.1763	17.97	0.92
		122			433	0.1918	19.55	0.99
		142			455	0.2016	20.55	1.05
		162			465	0.2060	21.00	1.07
		182			474	0.2099	21.40	1.09
		202			483	0.2140	21.81	1.11
		222			491	0.2175	22.17	1.13
		242			498	0.2206	22.49	1.15
		262			505	0.2237	22.80	1.16
		282			509	0.2255	22.99	1.17
		302			510	0.2259	23.03	1.17
		322			507	0.2246	22.90	1.17
		342			500	0.2215	22.58	1.15
		362			492	0.2179	22.21	1.13
		382			485	0.2149	21.91	1.12
		402			477	0.2113	21.54	1.10
		422		Final - 165	490	0.2082	21.22	1.08

LABORATORIOS DE CONTROL DE CALIDAD

Ensayos - Suelos - Concretos - Pavimentos - Diseños

ESFUERZO SECANTE DIRECTO

OBRA Perdomo Alto

PERF. No. AP-3 PROF. 1.80 mts.

LOCALIZ. Zona-3 MTRA. No. TS-6 (10)

DESCRIPCION

CARGA NORMAL

Carga Aplicada 39.240 Kg.

Carga Unitaria 1 lbs/pul^2 2.0 Kg/cm^2

Peso mtra. usada

Ensayo No. 3

Fecha Enero 29/90

CAJA DE CORTE

Diámetro 5.0 cms.

Altura 3.05 cms.

Area 19.63 cm^2.

Volumen 59.9 cm^3.

Anillo de carga No.

Factor K 0.000493 Kn.

Peso Espf. Gs.

Vol. Solidos

Rel. de vacíos

Porosidad

Tiempo	Lect dial Horizon.	Deform. Horiz. 0.01 m.m.	Lect. dial Vertical	Deform. Vert. 0.01 m.m.	Lect. Carga 0.001 m.m.	ESFUERZO SECANTE KN	ESFUERZO SECANTE Kgs.	Kgs/cm^2
0:00	-	-	-	Inic. 225	-	-	-	-
15		5			59	0.0261	2.66	0.14
30		11			108	0.0465	4.74	0.24
45		17			155	0.0687	7.00	0.36
60		23			203	0.0899	9.16	0.47
75		30			248	0.1099	11.20	0.57
90		38			285	0.1263	12.87	0.66
105		45			340	0.1506	15.35	0.78
120		53			389	0.1683	17.16	0.87
		73			495	0.2193	22.36	1.14
		93			598	0.2623	26.74	1.36
		113			648	0.2871	29.27	1.49
		133			683	0.3026	30.85	1.57
		153			714	0.3163	32.24	1.64
		173			722	0.3188	32.40	1.66
		193			719	0.3185	32.47	1.65
		213			708	0.3136	31.97	1.63
		233			695	0.3079	31.39	1.60
		253			685	0.3035	30.94	1.58
		273			679	0.3008	30.66	1.56
		293			670	0.2968	30.25	1.54
		313			660	0.2924	29.81	1.52
		338		final 265	647	0.2866	29.22	1.49

46

LABORATORIOS DE CONTROL DE CALIDAD

Ensayos - Suelos - Concretos - Pavimentos - Diseños

Muestra No. .....

Referencia envío .....

Remitente Geoamérica - Ing. Jairo Tovar

Finalidad del ensayo .....

Fecha recibo Enero 11/90

Obra Perdomo Alto

Sector .....

Fecha ensayo Enero 28/90

PESO ESPECIFICO DEL SUELO

PRUEBAS	1	2	3	4	5	6
Tx, °C	20.		20		20	
Wa, G.M.S.	74.68		87.69		82.67	
Wb, G.M.S.	90.73		105.78		106.80	
(Wa - Wb)	16.08		18.09		24.18	
Wo, G.M.S.	26.00		28.86		38.51	
Wo, + (Wa − Wb)	9.92		10.77		14.33	
$PStx = \frac{Wo}{Wo + (Ws - Wb)}$	2,621		2.680		2,687	
K	1		1		1	
PS20°C + Kx PSTX → Gs	2,621		2.680		2.687	
Picnómetro o frasco No.	4		10			

AP-1 - M-1-2 ZONA 2 1.00 m (8)

AP-2 - Zona 2 (9) 1.20 m

AP-3 - 1.80 m. (10) ZONA 3

Ws= Peso del picnómetro lleno con agua a la temperatura Tx, GMS.

Wb= Peso picnómetro con agua y muestra GMS.

Wo= Peso seco de la muestra GMS.

Tx= Temperatura del agua y muestra al momento de determinar el WB, en °C.

PStx= Peso específico a la temperatura Tx.

K = Factor de corrección

$PS_{20°C}$ = Peso específico a 20°C

TEMP. EN °C	DENS. RELATIVA DEL AGUA	FACTOR DE CORRECCION K
10	0,99973	1,0015
11	0,99963	1,0014
12	0,99952	1,0013
13	0,99940	1,0012
14	0,99927	1,0010
15	0,99913	1,0009
16	0,99897	1,0007
17	0,99880	1,0006
18	0,99862	1,0004
19	0,99843	1,0002
20	0,99823	1,0000
21	0,99802	0,9998
22	0,99780	0,9996
23	0,99757	0,9993
24	0,99733	0,9991
25	0,99707	0,9988
26	0,99681	0,9986
27	0,99654	0,9983
28	0,99626	0,9980
29	0,99597	0,9977
30	0,99566	0,9974

OBSERVACIONES: .....

Miguel Guerra Ortiz

Laboratorista

LABORATORIOS DE CONTROL DE CALIDAD SUELOS - CONCRETOS - PAVIMENTOS ENSAYOS - DISEÑOS

ANEXO 3

CARTERAS DE TOPOGRAFIA

FECHA: XII - /89

LEVANTO: EDUARDO A. HERNANDEZ J.

HOJA Nº:

GEOAMERICA

PERIMO ALTO - CURVAS DE NIVEL

POLIGONAL - ZONA II

△	DISTANCIAS	DETALLES	AZIMUT	RUMBO	COSENO	SENO	PROYECCIONES				COORDENADAS	
							N +	S −	E +	W −	N	E
Δ-1											500.00	500.00
Δ-2	55.82		348°37'64"				54.724			10.988	554.724	489.012
Δ-3	67.49		291°50'23"				25.106			62.631	579.830	426.381
Δ-4	53.27		35°35'58"				43.313		31.024		623.143	457.405
Δ-5	58.29		35°09'37"				47.670		33.559		670.813	490.964
Δ-6	38.31		62°48'44"				17.503		34.092		688.316	525.056
Δ-7	100.10		194°30'18"					96.912		25.056	591.404	500.000
Δ-1	91.40		180°00'00"					91.404			500.000	500.00
Σ	464.60						188.316	188.316	98.675	98.675		

NOTA: EL AZIMUT Y LAS COORDENADAS SON ARBITRARIAS

Hernández

MATRICULA: 00-048

NIVELACION POLIGONAL ZONA II
PERDOMO ALTO

9.

XII/89
HOJA -2-3

ABSCISA	V+	⊼	V-	VI-	∀				
C#7		25.450							
85				3.20	22.25				
80				3.60	21.85				
75				4.07	21.38				
70				4.53	20.92				
C#8	0.745	21.588	4.607		20.843				
65				0.92	20.66				
60				1.18	20.41				
55				1.76	19.83				
50				2.35	19.24				
45				2.80	18.79				
40				3.26	18.33				
35				3.55	18.04				
30				3.85	17.74				
25				4.33	17.26				
20				4.82	16.77				
C#9	0.282	17.009	4.861		16.727				
15				0.71	16.30				
10				1.13	15.88				
5				1.48	15.53				
Δ-7				1.84	15.17				
				1.61	15.40	punto de perforación #1			

NIVELACION POLIGONAL ZONA II

PERDOMO ALTO

XII/83
HOJA-3-3

ABSCISA	V+	~~H~~	V−	VI−	V				
C#9	0.282	17.009							
5				2.18	14.83				
10				2.53	14.48				
15				2.97	14.04				
20				3.01	14.00				
25				3.16	13.85				
30				3.30	13.71				
35				3.60	13.41				
40				3.69	13.32				
45				3.90	13.11				
50				4.15	12.86				
55				4.40	12.61				
60				4.68	12.33				
C#10	1.997	14.159	4.847		12.162				
65				2.10	12.06				
70				2.21	11.95				
75				2.94	11.22				
80				3.28	10.88				
85									
BM#A-1 91.40			4.172		9.987				

PERDOMO ALTO ZONA II

SECCIONES TRANSVERSALES DEL Δ 7 — Δ 1 A LA DERECHA

XII/89

HOJA - 1 - 6

					D			E
20.82	20.12	19.72	18.62	17.41	16.30	15.74	14.93	14.82
10.95 quieta	10.95 quieta	10.15	9.85	9.65	9.95	2.85	1.00	KO+4 casuela
21.02	21.52	22.42	23.12	23.37	23.72	24.02	25.12	25.42	25.72	26.42	26.92
12.90 quieta	13.30	18.20 quieta	19.00 quieta	19.55	20.70 quieta	21.30	23.30	24.00	26.20	26.50	27.80
21.29	20.49	19.99	19.19	18.39	19.99	17.43	16.67	15.99	14.94	14.47	14.48
14.05 quieta	13.05	11.85	11.60	11.80	11.25	11.25	9.75	8.85	1.85	1.10	KO+10
21.59	22.04	23.24	23.34	23.54	23.94	24.54	25.84	28.04	28.19	28.59	
14.45	18.15 quieta	18.50	19.50	22.30 quieta	22.70	23.10	24.65	26.15	26.85	28.40 Casa	
22.80	21.50	21.40	20.80	19.70	19.30	18.63	18.20	17.04	16.49	15.83	15.53	14.96	14.26	14.24
19.15	15.25	15.10 quieta	14.00	11.85	11.50	11.30	11.00	10.65	9.55	9.00	8.25	2.20	1.40	KO+15
22.80	23.30	23.10	22.50	22.70	22.60	23.70	23.80	25.15	26.45	27.15	27.45			
19.55	20.65	22.00	22.00	22.55	23.55	24.00	24.50	26.10	27.25 quieta	27.55	28.25 Casa.			
21.57	21.16	20.66	20.36	20.16	19.81	19.16	18.65	17.30	16.32	15.68	15.33	14.50	14.12	14.00
15.45	14.10 quieta	12.60	11.85	11.50 quieta	10.30 quieta	10.00	9.80	9.60	8.90	8.60	9.00	2.20	1.70	KO+20
21.52	22.26	22.26	23.00	23.50	24.00	24.60	25.00	25.50	26.00					
18.64	19.65	20.45	21.89	28.87	30.30	32.12	33.25	33.87	35.25					

SECRETARIA DE OBRAS PUBLICAS
SECCION DE GEOLOGIA
S E P

57

SECCIONES TRANSVERSALES
DEL A7—A1 A LA DERECHA

X.11/87
HOJA - 2-C

									D					℄	
	20.66	20.51	20.41	19.46	18.21	18.16	19.56	17.21	16.07	15.48	15.16	14.79	14.23	14.03	13.85
	15.75	15.35 guarda	14.85	14.00 guarda	12.00	11.30	10.50	9.15	8.85 guarda	8.25	9.20	6.20	1.80	1.50 b.via	KO+25
	20.56	21.11	21.16	21.26	21.66	21.76	22.16	22.51	23.10	24.00	24.50	25.00	25.50		
	19.25 guarda	19.50 guarda	20.00	21.00	21.20	21.70	22.30	23.50	30.25	32.30	35.12	37.50	41.95 c.		
21.42	20.92	20.42	19.42	19.32	18.02	17.12	16.72	16.42	15.94	15.38	15.10	14.49	13.96	13.81	13.71
21.30	18.45	15.00	14.50	13.40	13.00	11.25	11.00	10.50	9.60 ↕ I	9.20	8.65	5.00 ↕ I	2.25	1.60 b.via	KO+30
								21.13 3.50 ←	17.63 3.00			14.92 3.00 →	15.96 3.85		
		20.48	19.78	19.98	19.23	18.53	18.08	17.68	17.11	16.08	14.98	14.63	14.23	13.73	13.45	13.41
		20.00	14.30	12.40	11.20	10.70	9.70	9.40	9.55	6.00	5.10	3.90	3.60	2.00	1.55	KO+35
	21.50	20.00	19.50	19.44	19.24	18.55	17.79	17.01	16.66	15.59	15.31	14.69	14.29	13.65	13.36	13.32
	28.00	24.50	22.37	15.35	9.65	8.55	8.10	7.00	6.30	5.40	4.75	4.05	3.45	1.50	1.15 b.via	KO+40
	21.00	21.50	22.00	22.50	23.00	23.50	24.00								
	33.12	39.60	46.0	43.60	46.00	48.00	50.50								
			19.20	18.70	18.20	17.39	16.80	16.23		15.14	15.40	14.17	13.73	13.38	13.11
			13.40	8.70	7.70	6.97	6.12	5.38		5.18	3.90	3.45	2.03	1.50 b.via	KO+45

54

SECCIONES TRANSVERSALES
DEL A7-A1

x11/89
HOJA 3-6

					D			℄			I		
17.62	17.90	16.67	16.37	15.61	15.09	14.93	13.17	12.86					
11.30	6.30	4.40	3.40	2.90	2.50	2.20	1.30 b.vía	KO+50					
			16.76		17.10	15.29	13.29	12.61					
			9.50		4.05	1.20	1.00 b.vía	KO55					
			16.31		16.39	14.81	12.85	12.33	12.12	11.78	11.75	11.83	
			10.10		3.90	0.45	0.45 b.vía	KO+60	6.50	7.00	7.60	9.30 paramento	
			15.32		15.46	13.95	12.57	12.06	11.79	11.56	11.51	11.62	
			9.00		4.00	1.30	1.00 b.vía	KO+65	6.50	6.60	7.00	8.80 paramento	
						14.45	14.15	11.95	11.59	11.25	11.06	11.15	11.28
						8.20	3.80	KO+70	5.20	6.50	6.70	6.80	8.70 paramento
					13.47	13.11	12.02	11.22	11.06	10.57	10.08	10.24	10.28
					9.30	2.90	0.60	KO+75	4.90	6.50	6.65	7.30	8.90 paramento
				12.62		12.54	11.08	10.88	10.38	10.05	9.40	9.53	
				6.45 anchovía		1.50	0.60	KO+80	5.40	5.95	7.90 andén	9.20 paramento	

SECCIONES TRANSVERSALES
DEL Δ7 - Δ6 A LA IZQUIERDA

X11/89
HOJA - 4 - 6

℄				I										
15.17	15.20	15.75	16.18	16.44	18.23	19.10	19.60	19.80	20.30	20.70	21.50	22.40	22.90	
Δ 7	1.20	2.00	3.50	5.50	8.75	9.15	10.45	10.65	11.25	11.45	13.45	16.15	17.55	
K0+00	Δ vía						grieta				grieta			
												23.80	23.30	
												19.20	18.00	
												Pavimento		
							pavimento							
								22.79	22.79					
								1.70	0.50					
									I					
15.53	16.02	16.61	17.68	18.83	19.29	19.87	19.99	20.59	21.59		22.79	23.34	23.57	
K0+5	4.30	5.40	6.60	8.80	9.40	10.25	11.00	11.40	13.60		16.10	17.70	17.85	
normal Δ7-Δ6									D					
			22.69	22.19	22.09	22.69	23.29	23.39	21.87					
			7.25	6.50	4.50	3.20	2.30	1.90	0.90					
30.89	30.69	29.79	29.39	28.89	28.49	27.09	26.79	26.74	26.49	25.79	24.97	25.49	25.09	24.29	23.69
45.35	40.85	37.75	36.70	35.40	35.00	31.05	30.50	30.00	29.40	23.00	22.55	22.05	20.90	18.70	18.65
grieta			grieta		grieta		lecho	caño	b.caño	b.caño	caño				
32.19	32.69	32.89	33.29	33.34	33.57	33.79	34.49	35.09							
46.00	46.00	47.00	47.65	48.85	49.15	50.00	51.45	56.45							
15.88	15.90	16.60	17.40	17.50	18.60	19.40	21.40	24.00	24.30	24.70	26.10	27.30	27.90	28.65
K0+10	1.45	2.50	3.10	4.25	4.95	6.35	7.05	12.45	13.65	13.90	19.20	27.45	28.15	30.85
al Δ4														
			35.70	35.60	34.80	34.20	34.00	33.70	32.50	31.50	31.10	30.10	30.25	29.20
			47.05	46.35	45.95	44.95	44.40	43.40	39.80	38.55	36.85	36.00	33.60	31.15
			Δ-4											

5b

SECCIONES TRANSVERSALES
DEL Δ7 - Δ6 A LA IZQUIERDA

XII/89
HOJA-5-6

	℄			I					
	16.30	16.30 16.70 16.90 17.10		17.30	17.70 18.60	18.90	19.30 21.20	23.00	
	KO+15	1.30 2.30 2.55 3.00		3.15	3.85 4.70	5.00	6.05 6.25	6.65 f/lo talud	
	16.77	16.77 17.07 17.57		17.97	18.57 21.87	23.27	24.27		
	KO+20	1.20 2.05 2.70		3.25	4.25 4.50	5.70	6.50		
	17.26	17.31 17.56 18.26		18.71	19.21 24.21	24.71			
	KO+25	0.90 1.65 2.15		3.05	3.80 3.80	4.30	f/lo		
	17.74	17.84 18.34 18.84 19.14		20.64	23.74 25.34				
	KO+30	1.25 1.65 2.45 3.85		4.25	4.55 6.60				
	18.04	18.04 18.54 19.74		21.24	22.14 23.04	24.04	24.04		
	KO+35	1.50 2.00 3.65		6.25	7.15 8.55	10.22	10.50		
	18.33	18.43 19.13 19.43 20.43		18.83	22.78 23.33	24.83	25.43 26.73	28.13	29.83 31.23 31.33
	KO+40	1.15 2.00 2.85 4.55		7.65	9.65 10.00	12.20	13.80 14.70	18.20	20.25 22.80 23.80
	18.79	18.64 19.29 21.19 23.49		24.09	25.14 26.19	27.39	38.09		
	KO+45	8.70 9.60 15.70 17.00		16.40	18.70 20.40	20.90	28.90		

57

SECCIONES TRANSVERSALES
DEL Δ7 – Δ6 A LA IZQUIERDA

X 11/89
HOJA - C - 6

℄			I							
19.24	19.14	19.74	20.44	22.74	24.09	25.09	26.13	27.99	28.69	29.94	30.79	31.14	32.69
K0+50	1.70 b.vía	3.00	6.20	9.90	11.30	14.40	16.00	19.30	18.90	20.40	21.10	22.45	27.35 A/o cana
19.83	19.98	20.33	23.83	26.83									
K0+55	1.60 b.vía	3.30 Acta	5.60	6.60 f/o									
20.41	20.36	21.61	23.66	27.36	28.86	30.26	30.76	32.76	33.86				
K0+60	2.00 b.vía	3.00	5.40	6.00	7.50	10.55	11.00	17.50	19.30				
20.92	20.92	21.82	22.52	23.52	26.32	29.72	28.62	29.22	30.42	32.52	34.12		
K0+70	1.60 b.vía.	2.50	3.10	3.10	4.60	6.90	9.10	9.60	13.40	20.170	27.30 K-5		
21.85	21.90	22.45	23.35	23.95	25.85	27.70	29.25	30.45	31.28				
K0+80	1.50 b.vía	2.30	3.90	5.20	9.40	12.10	16.35	18.35	21.35				
22.64	22.64	23.84	26.09										
K0+90	2.80	5.40	11.30										

FUERZA AEREA COLOMBIANA
DIRECCION DE INSTALACIONES AEREAS

FECHA XII-89

LEVANTO: EDUARDO A. HERNANDEZ E

HOJA Nº.

GEOAMERICA

PERDOMO ALTO - CURVAS DE NIVEL

POLIGONAL - ZONA III

△	DISTANCIAS	DETALLES	AZIMUT	RUMBO	COSENO	SENO	PROYECCIONES N +	PROYECCIONES S −	PROYECCIONES E +	PROYECCIONES W −	COORDENADAS N	COORDENADAS E
1											500.00	500.00
2	48.30		86°20'17"				3.085		48.201		503.085	548.201
3	23.58		331°37'02"				20.745			11.210	523.83	536.991
4	36.99		269°54'31"					0.059		36.991	523.771	500.000
1	23.77		180°00'00"					23.771			500.000	500.000
Σ	132.64						23.83	23.83	48.201	4		

NOTA: EL AZIMUT Y LAS COORDENADAS SON ARBITRARIAS

MATRICULA # 00-0418

58

59

NIVELACION ZONA III
PERDOMO ALTO
(LAS COTAS SON ASUMIDAS)

XII-89

ABSCISA	V+	⊼	V−	VI−	▽				
BM# Δ3	1.115	101.115			100.00				
Δ3 K0+000				1.115	100.00				
5				1.31	99.81				
10				1.81	99.31				
15				2.32	99.80				
20				2.02	99.10				
22.50				1.61	99.51				
34.50				1.90	99.22				
Δ-4 37.00				1.945	99.190				
C# Δ-1	2.00	81.87			79.87				
				1.10	80.77	punto	para perforación		

6°

SECCIONES TRANSVERSALES ZONA III

PERDOMO ALTO $\frac{I}{D}$

X11/89
HOJA - 1-5

		I		℄		D			
90.90	92.35	95.85	99.50	100.00	100.85	102.15	10.22		
11.50	6.50	3.00	2.30	Δ3 al Δ2 Ko+00	3.90	9.30	8.50	80.19'	
88.60	87.35	87.25	87.55	88.30					
12.50	14.60 caño	15.90 caño	17.00 b. caño	19.50					
			89.90	88.15					
			24.30	21.00					
			Δ-2						
86.40	88.40	90.20	96.20	98.85	100.00	100.	100.	100.50	101.	101.50	102
12.25 b. caño	9.15	9.70	9.10	4.55	Δ3 → Δ4 Ko+000	0.20	1.12	2.25	4.00	5.75	9.68
84.15	84.45	84.75	85.89	86.10							
13.25 Lecho	14.00	14.75	15.75	16.85							
			85.60	85.80							
			22.20 pavimento	5.25							

6A

SECCIONES TRANSVERSALES
ZONA III

XII/89
HOJA 2-5

		I		℄		D				
85.21	85.66	88.41	94.91	98.31	99.81	101.46	101.91	102.46	102.16	102.16
13.35	12.45	9.55	8.55	6.80		2.50	3.10	5.20	6.85	7.50
					KO+5					parg'
82.61	84.71	85.11	84.16	84.18						
14.85	16.=	17.45	20.15	21.50						
Lecho	16.	Cresta		paramito						
D 86.51	D 94.91									
2.50	2.50									
87.71	94.91	97.26	95.61	97.81	99.31	101.26	102.56	102.31	102.31	
11.05	10.85	8.15	5.80	3.60		3.60	5.55	6.90	7.30	
			hueco	filo	KO+10				parg'	
84.81	83.21	81.26	81.86	82.76	82.46					
	15.90	17.25	18.35	20.25	23.80					
	b. caño	lecho		filo						
90.15	92.15	95.30	96.05	98.55	99.80	101.45	102.25	103.15	103.75	103.65
8.15	6.65	4.65	3.65	2.65		2.50	3.05	4.40	5.90	6.90
					KO+15					parg'
87.40	84.70	84.05	83.35	82.25						
11.95	15.20	15.60	16.70	17.00						
			81.00	81.25						
			24.80	19.50						
			Casa blanca	lecho						

62

SECCIONES TRANSVERSALES
ZONA III

X 11/89
NOTA - 3 - 5

		I		℄		D			
85.75	86.70	96.10	99.63	99.10	100.37	101.27	102.05	103.05	102.95
8.30	5.50	5.20	3.00		2.25	2.80	3.20	5.80	6.60
				K0+20					parg'
84.90	83.05	82.40	81.85						
11.40	14.65	16.65	17.15						
pista									
79.25	79.20	79.90	80.40	82.25					
31.80	26.30	21.85	19.20	19.00					
pared		cauce							
84.11	87.41	96.61	99.25	99.51	100.56	101.21	102.11	103.06	102.91
11.90	4.80	4.00	1.60		2.10	2.90	3.20	5.40	6.20
				K0+22.50					parg'
83.56	82.41	81.01	80.21	80.01	80.11				
12.50	21.50	24.50	25.10	26.90	30.40				
		cauce		pared					
86.96	87.56	89.76	91.76	93.61	95.76	97.81	100.71	101.16	102.46	103.26	103.16
9.05	8.80	6.20	2.80	2.10		1.80	2.60	3.90	4.10	6.10	7.10
					K0+27						parg'
85.26	84.36	84.81	81.76	80.66							
11.25	13.00	13.25	17.30	24.15							
		80.61		80.51							
	Pared	30.00		27.30							

63

SECCIONES TRANSVERSALES
ZONA III

XII/87
HOJA-4-5

		I		℄		D			
93.92	94.87	94.62	96.27	98.77					
4.00	3.70	2.60	2.00	K0+33					
91.42	89.52	87.77	82.77	81.87					
4.50	6.50	7.70	8.00	8.70					
	78.77	79.67	80.17	81.07					
	25.30	11.70	11.90	9.40					
90.67	94.37	96.07	98.22	99.57					
7.70	7.10	5.50	3.50	Δ4 K0+35 línea por la saliente					
80.57	79.27	78.87							
8.00	18.00	25.70 caño							
94.37		muro contención 96.72							
5.50		1.20							
100.37	100.32	100.42	100.17	99.57					
15	10	9.20	5.00	Δ4 al garaje de pulir frente casa					
100.67									
20.40									
garaje									

64

SECCIONES TRANSUERSALES
ZONA III

x11/89
HOJA 5-5

	I		℄		D			
94.72	96.92	97.62	98.32	99.17				
4.55	1.25	0.25	1.25	Δ4 − Δ1 Linea				
94.12	90.82	90.02	81.82	80.12	79.87			
6.95	7.50	9.50	10.00	11.00	23.70 Δ-1 s/talud			
90.70	94.90	96.35	98.15	99.19				
5.55	4.55	2.35	1.65	Δ-4 − hacia pieda dentro de la casa				
89.00	82.10							
8.25	9.25 Pata roca							
101.20	100.45	99.35	100.15	100.00				
Cota 5.00	2.80	1.70	0.90	Δ-3 al poste #3 linea				
98.45 / 1.70 pata		102.60	103.05	103.35	103.65			
		10.00 fila	13.00	15.00	17.80 poste #3			
		100.50						
		0.90 pila						
97.35	99.40	100.00	100.75	101.80	103.65			
10.50	7.60	7.10	6.10	3.90	Rasgo Del poste	Linea #3 al poste #2		
96.00	94.95	93.40	92.35	91.30	90.30	88.85	89.85	89.20	89.90	88.80	88.05
12.00	14.30	17.90	20.25	21.00	22.60	24.70 cuneta	25.40 pie cuneta	25.90	26.90 cuneta	31.60	32.40
										88.00	88.00
										36.10 poste #2	36.20

SECRETARIA DE ENERGIA MINAS E INDUSTRIA
DIRECCION DE FOMENTO
GEOLOGIA
JEFE

65

ANEXO 4

FACTORES DE SEGURIDAD ACTUALES
ZONAS 2 Y 3



ANALISIS DE ESTABILIDAD

*** Perdomo Alto - Zona 2 - Seccion 1 - Condiciones actuales ***

Dovela	Cohesion (T/m2)	Φ	Gamma (T/m3)	Saturac (%)	Fuerza activa (Ton)	Fuerza resistente (Ton)
1	3.3	21.0	2.1	50.0	0.6	10.6
2	3.3	21.0	2.1	50.0	1.4	6.6
3	3.3	21.0	2.1	50.0	7.5	16.4
4	3.3	21.0	2.1	50.0	3.6	10.5

Fuerza Activa Total= 12.9 Ton

Fuerza Resist Total= 44.1 Ton

Factor de Seguridad= 3.406

ANALISIS DE ESTABILIDAD

*** Perdomo Alto - Zona 2 - Seccion 1 - Condiciones actuales ***

Dovela	Cohesion (T/m2)	Φ	Gamma (T/m3)	Saturac (%)	Fuerza activa (Ton)	Fuerza resistente (Ton)
1	5.3	20.0	2.1	50.0	0.6	16.6
2	5.3	20.0	2.1	50.0	1.4	9.9
3	5.3	20.0	2.1	50.0	7.5	24.7
4	5.3	20.0	2.1	50.0	3.6	16.5

Fuerza Activa Total= 12.9 Ton

Fuerza Resist Total= 67.7 Ton

Factor de Seguridad= 5.225

ANALISIS DE ESTABILIDAD

*** Perdomo Alto - Zona 2 - Seccion 1 - Condiciones actuales ***

Dovela	Cohesion (T/m2)	ϕ	Gamma (T/m3)	Saturac (%)	Fuerza activa (Ton)	Fuerza resistente (Ton)
1	1.2	26.5	2.1	50.0	0.6	4.6
2	1.2	26.5	2.1	50.0	1.4	3.3
3	1.2	26.5	2.1	50.0	7.5	8.4
4	1.2	26.5	2.1	50.0	3.6	4.4

Fuerza Activa Total= 12.9 Ton

Fuerza Resist Total= 20.6 Ton

Factor de Seguridad= 1.588

ANALISIS DE ESTABILIDAD

*** Perdomo Alto - Zona 2 - Seccion 2 - Condiciones Actuales ***

Dovela	Cohesion (T/m2)	ϕ	Gamma (T/m3)	Saturac (%)	Fuerza activa (Ton)	Fuerza resistente (Ton)
1	3.3	21.0	2.1	50.0	1.2	16.6
2	3.3	21.0	2.1	50.0	3.9	10.4
3	3.3	21.0	2.1	50.0	7.0	14.7
4	3.3	21.0	2.1	50.0	6.9	16.3

Fuerza Activa Total= 19.0 Ton

Fuerza Resist Total= 57.9 Ton

Factor de Seguridad= 3.053

ANALISIS DE ESTABILIDAD

*** Perdomo Alto - Zona 2 - Seccion 2 - Condiciones Actuales ***

Dovela	Cohesion (T/m2)	Φ	Gamma (T/m3)	Saturac (%)	Fuerza activa (Ton)	Fuerza resistente (Ton)
1	5.3	20.0	2.1	50.0	1.2	25.5
2	5.3	20.0	2.1	50.0	3.9	14.8
3	5.3	20.0	2.1	50.0	7.0	21.5
4	5.3	20.0	2.1	50.0	6.9	25.0

Fuerza Activa Total= 19.0 Ton

Fuerza Resist Total= 86.8 Ton

Factor de Seguridad= 4.577

ANALISIS DE ESTABILIDAD

*** Perdomo Alto - Zona 2 - Seccion 2 - Condiciones Actuales ***

Dovela	Cohesion (T/m2)	Φ	Gamma (T/m3)	Saturac (%)	Fuerza activa (Ton)	Fuerza resistente (Ton)
1	1.2	26.5	2.1	50.0	1.2	7.6
2	1.2	26.5	2.1	50.0	3.9	6.4
3	1.2	26.5	2.1	50.0	7.0	8.2
4	1.2	26.5	2.1	50.0	6.9	7.6

Fuerza Activa Total= 19.0 Ton

Fuerza Resist Total= 29.9 Ton

Factor de Seguridad= 1.575

ANALISIS DE ESTABILIDAD

*** Perdomo Alto - Zona 2 - Seccion 3 - Superficie de falla 1 ***

Dovela	Cohesion (T/m2)	Φ	Gamma (T/m3)	Saturac (%)	Fuerza activa (Ton)	Fuerza resistente (Ton)
1	3.3	21.0	2.1	50.0	1.4	13.4
2	3.3	21.0	2.1	50.0	3.0	10.5
3	3.3	21.0	2.1	50.0	2.3	5.6
4	3.3	21.0	2.1	50.0	1.0	6.8

Fuerza Activa Total= 7.7 Ton

Fuerza Resist Total= 36.2 Ton

Factor de Seguridad= 4.681

ANALISIS DE ESTABILIDAD

*** Perdomo Alto - Zona 2 - Seccion 3 - Superficie de falla 1 ***

Dovela	Cohesion (T/m2)	Φ	Gamma (T/m3)	Saturac (%)	Fuerza activa (Ton)	Fuerza resistente (Ton)
1	5.3	20.0	2.1	50.0	1.4	21.0
2	5.3	20.0	2.1	50.0	3.0	16.0
3	5.3	20.0	2.1	50.0	2.3	8.5
4	5.3	20.0	2.1	50.0	1.0	10.8

Fuerza Activa Total= 7.7 Ton

Fuerza Resist Total= 56.3 Ton

Factor de Seguridad= 7.272

ANALISIS DE ESTABILIDAD

*** Perdomo Alto - Zona 2 - Seccion 3 - Superficie de falla 1 ***

Dovela	Cohesion (T/m2)	Φ	Gamma (T/m3)	Saturac (%)	Fuerza activa (Ton)	Fuerza resistente (Ton)
1	1.2	26.5	2.1	50.0	1.4	5.7
2	1.2	26.5	2.1	50.0	3.0	4.9
3	1.2	26.5	2.1	50.0	2.3	2.6
4	1.2	26.5	2.1	50.0	1.0	2.7

Fuerza Activa Total= 7.7 Ton

Fuerza Resist Total= 15.9 Ton

Factor de Seguridad= 2.052

ANALISIS DE ESTABILIDAD

*** Perdomo Alto - Zona 2 - Seccion 3 - Superficie de falla 2 ***

Dovela	Cohesion (T/m2)	Φ	Gamma (T/m3)	Saturac (%)	Fuerza activa (Ton)	Fuerza resistente (Ton)
1	3.3	21.0	2.1	50.0	1.2	11.9
2	3.3	21.0	2.1	50.0	4.8	11.2
3	3.3	21.0	2.1	50.0	5.3	9.2
4	3.3	21.0	2.1	50.0	3.2	10.6

Fuerza Activa Total= 14.5 Ton

Fuerza Resist Total= 42.9 Ton

Factor de Seguridad= 2.953

ANALISIS DE ESTABILIDAD

*** Perdomo Alto - Zona 2 - Seccion 3 - Superficie de falla 2 ***

Dovela	Cohesion (T/m2)	Φ	Gamma (T/m3)	Saturac (%)	Fuerza activa (Ton)	Fuerza resistente (Ton)
1	5.3	20.0	2.1	50.0	1.2	18.2
2	5.3	20.0	2.1	50.0	4.8	16.7
3	5.3	20.0	2.1	50.0	5.3	13.7
4	5.3	20.0	2.1	50.0	3.2	16.6

Fuerza Activa Total= 14.5 Ton

Fuerza Resist Total= 65.2 Ton

Factor de Seguridad= 4.490

ANALISIS DE ESTABILIDAD

*** Perdomo Alto - Zona 2 - Seccion 3 - Superficie de falla 2 ***

Dovela	Cohesion (T/m2)	Φ	Gamma (T/m3)	Saturac (%)	Fuerza activa (Ton)	Fuerza resistente (Ton)
1	1.2	26.5	2.1	50.0	1.2	5.5
2	1.2	26.5	2.1	50.0	4.8	5.9
3	1.2	26.5	2.1	50.0	5.3	4.8
4	1.2	26.5	2.1	50.0	3.2	4.5

Fuerza Activa Total= 14.5 Ton

Fuerza Resist Total= 20.8 Ton

Factor de Seguridad= 1.433

IV

ANALISIS DE ESTABILIDAD

*** Perdomo Alto - Zona 2 - Seccion 4 - Superficie de falla 1 ***

Dovela	Cohesion (T/m2)	Φ	Gamma (T/m3)	Saturac (%)	Fuerza activa (Ton)	Fuerza resistente (Ton)
1	3.3	21.0	2.1	50.0	0.5	10.2
2	3.3	21.0	2.1	50.0	2.4	9.2
3	3.3	21.0	2.1	50.0	5.7	12.6
4	3.3	21.0	2.1	50.0	4.4	8.8
5	3.3	21.0	2.1	50.0	1.7	7.3

Fuerza Activa Total= 14.7 Ton

Fuerza Resist Total= 48.1 Ton

Factor de Seguridad= 3.281

ANALISIS DE ESTABILIDAD

*** Perdomo Alto - Zona 2 - Seccion 4 - Superficie de falla 1 ***

Dovela	Cohesion (T/m2)	Φ	Gamma (T/m3)	Saturac (%)	Fuerza activa (Ton)	Fuerza resistente (Ton)
1	5.3	20.0	2.1	50.0	0.5	15.9
2	5.3	20.0	2.1	50.0	2.4	13.7
3	5.3	20.0	2.1	50.0	5.7	18.7
4	5.3	20.0	2.1	50.0	4.4	13.3
5	5.3	20.0	2.1	50.0	1.7	11.6

Fuerza Activa Total= 14.7 Ton

Fuerza Resist Total= 73.3 Ton

Factor de Seguridad= 5.000

---

x3

ANALISIS DE ESTABILIDAD

*** Perdomo Alto - Zona 2 - Seccion 4 - Superficie de falla 1 ***

Dovela	Cohesion (T/m2)	Φ	Gamma (T/m3)	Saturac (%)	Fuerza activa (Ton)	Fuerza resistente (Ton)
1	1.2	26.5	2.1	50.0	0.5	4.3
2	1.2	26.5	2.1	50.0	2.4	4.8
3	1.2	26.5	2.1	50.0	5.7	6.8
4	1.2	26.5	2.1	50.0	4.4	4.3
5	1.2	26.5	2.1	50.0	1.7	2.9

Fuerza Activa Total= 14.7 Ton

Fuerza Resist Total= 23.1 Ton

Factor de Seguridad= 1.576

ANALISIS DE ESTABILIDAD

*** Perdomo Alto - Zona 2 - Seccion 4 - Superficie de falla 2 ***

Dovela	Cohesion (T/m2)	Φ	Gamma (T/m3)	Saturac (%)	Fuerza activa (Ton)	Fuerza resistente (Ton)
1	3.3	21.0	2.1	50.0	0.6	14.4
2	3.3	21.0	2.1	50.0	13.5	26.6
3	3.3	21.0	2.1	50.0	7.6	12.8
4	3.3	21.0	2.1	50.0	2.9	9.7

Fuerza Activa Total= 24.6 Ton

Fuerza Resist Total= 63.5 Ton

Factor de Seguridad= 2.582

---

x^4

ANALISIS DE ESTABILIDAD

*** Perdomo Alto - Zona 2 - Seccion 4 - Superficie de falla 2 ***

Dovela	Cohesion (T/m2)	Φ	Gamma (T/m3)	Saturac (%)	Fuerza activa (Ton)	Fuerza resistente (Ton)
1	5.3	20.0	2.1	50.0	0.6	22.3
2	5.3	20.0	2.1	50.0	13.5	38.3
3	5.3	20.0	2.1	50.0	7.6	18.4
4	5.3	20.0	2.1	50.0	2.9	15.1

Fuerza Activa Total= 24.6 Ton

Fuerza Resist Total= 94.1 Ton

Factor de Seguridad= 3.825

ANALISIS DE ESTABILIDAD

*** Perdomo Alto - Zona 2 - Seccion 4 - Superficie de falla 2 ***

Dovela	Cohesion (T/m2)	Φ	Gamma (T/m3)	Saturac (%)	Fuerza activa (Ton)	Fuerza resistente (Ton)
1	1.2	26.5	2.1	50.0	0.6	6.3
2	1.2	26.5	2.1	50.0	13.5	16.1
3	1.2	26.5	2.1	50.0	7.6	7.6
4	1.2	26.5	2.1	50.0	2.9	4.3

Fuerza Activa Total= 24.6 Ton

Fuerza Resist Total= 34.3 Ton

Factor de Seguridad= 1.396

ANALISIS DE ESTABILIDAD

*** Perdomo Alto - Zona 2 - Seccion 5 - Superficie de falla 1 ***

Dovela	Cohesion (T/m2)	Φ	Gamma (T/m3)	Saturac (%)	Fuerza activa (Ton)	Fuerza resistente (Ton)
1	3.3	21.0	2.1	50.0	4.0	12.5
2	3.3	21.0	2.1	50.0	8.9	13.5
3	3.3	21.0	2.1	50.0	7.4	11.4
4	3.3	21.0	2.1	50.0	1.9	7.3

Fuerza Activa Total= 22.2 Ton

Fuerza Resist Total= 44.8 Ton

Factor de Seguridad= 2.018

ANALISIS DE ESTABILIDAD

*** Perdomo Alto - Zona 2 - Seccion 5 - Superficie de falla 1 ***

Dovela	Cohesion (T/m2)	Φ	Gamma (T/m3)	Saturac (%)	Fuerza activa (Ton)	Fuerza resistente (Ton)
1	5.3	20.0	2.1	50.0	4.0	18.2
2	5.3	20.0	2.1	50.0	8.9	19.1
3	5.3	20.0	2.1	50.0	7.4	16.9
4	5.3	20.0	2.1	50.0	1.9	11.5

Fuerza Activa Total= 22.2 Ton

Fuerza Resist Total= 65.7 Ton

Factor de Seguridad= 2.960

---

ab

ANALISIS DE ESTABILIDAD

*** Perdomo Alto - Zona 2 - Seccion 5 - Superficie de falla 1 ***

Dovela	Cohesion (T/m2)	Φ	Gamma (T/m3)	Saturac (%)	Fuerza activa (Ton)	Fuerza resistente (Ton)
1	1.2	26.5	2.1	50.0	4.0	7.3
2	1.2	26.5	2.1	50.0	8.9	8.6
3	1.2	26.5	2.1	50.0	7.4	6.1
4	1.2	26.5	2.1	50.0	1.9	3.0

Fuerza Activa Total= 22.2 Ton

Fuerza Resist Total= 25.1 Ton

Factor de Seguridad= 1.132

ANALISIS DE ESTABILIDAD

*** Perdomo Alto - Zona 2 - Seccion 6 - Superficie de falla 1 ***

Dovela	Cohesion (T/m2)	Φ	Gamma (T/m3)	Saturac (%)	Fuerza activa (Ton)	Fuerza resistente (Ton)
1	3.3	21.0	2.1	50.0	0.6	7.0
2	3.3	21.0	2.1	50.0	3.3	8.8
3	3.3	21.0	2.1	50.0	4.6	9.8
4	3.3	21.0	2.1	50.0	1.7	8.5

Fuerza Activa Total= 10.2 Ton

Fuerza Resist Total= 34.1 Ton

Factor de Seguridad= 3.336

ANALISIS DE ESTABILIDAD

*** Perdomo Alto - Zona 2 - Seccion 6 - Superficie de falla 1 ***

Dovela	Cohesion (T/m2)	Φ	Gamma (T/m3)	Saturac (%)	Fuerza activa (Ton)	Fuerza resistente (Ton)
1	5.3	20.0	2.1	50.0	0.6	10.9
2	5.3	20.0	2.1	50.0	3.3	13.3
3	5.3	20.0	2.1	50.0	4.6	14.9
4	5.3	20.0	2.1	50.0	1.7	13.5

Fuerza Activa Total= 10.2 Ton

Fuerza Resist Total= 52.7 Ton

Factor de Seguridad= 5.159

ANALISIS DE ESTABILIDAD

*** Perdomo Alto - Zona 2 - Seccion 6 - Superficie de falla 1 ***

Dovela	Cohesion (T/m2)	Φ	Gamma (T/m3)	Saturac (%)	Fuerza activa (Ton)	Fuerza resistente (Ton)
1	1.2	26.5	2.1	50.0	0.6	2.9
2	1.2	26.5	2.1	50.0	3.3	4.3
3	1.2	26.5	2.1	50.0	4.6	4.7
4	1.2	26.5	2.1	50.0	1.7	3.4

Fuerza Activa Total= 10.2 Ton

Fuerza Resist Total= 15.3 Ton

Factor de Seguridad= 1.495



ANALISIS DE ESTABILIDAD

*** Perdomo Alto - Zona 2 - Seccion 6 - Superficie de falla 2 ***

Dovela	Cohesion (T/m2)	Φ	Gamma (T/m3)	Saturac (%)	Fuerza activa (Ton)	Fuerza resistente (Ton)
1	3.3	21.0	2.1	50.0	1.8	12.6
2	3.3	21.0	2.1	50.0	6.3	14.5
3	3.3	21.0	2.1	50.0	8.9	16.2
4	3.3	21.0	2.1	50.0	8.2	14.8
5	3.3	21.0	2.1	50.0	8.4	13.5

Fuerza Activa Total= 33.7 Ton

Fuerza Resist Total= 71.5 Ton

Factor de Seguridad= 2.124

ANALISIS DE ESTABILIDAD

*** Perdomo Alto - Zona 2 - Seccion 6 - Superficie de falla 2 ***

Dovela	Cohesion (T/m2)	Φ	Gamma (T/m3)	Saturac (%)	Fuerza activa (Ton)	Fuerza resistente (Ton)
1	5.3	20.0	2.1	50.0	1.8	19.1
2	5.3	20.0	2.1	50.0	6.3	19.8
3	5.3	20.0	2.1	50.0	8.9	22.1
4	5.3	20.0	2.1	50.0	8.2	20.7
5	5.3	20.0	2.1	50.0	8.4	19.7

Fuerza Activa Total= 33.7 Ton

Fuerza Resist Total= 101.5 Ton

Factor de Seguridad= 3.013

ANALISIS DE ESTABILIDAD

*** Perdomo Alto - Zona 2 - Seccion 6 - Superficie de falla 2 ***

Dovela	Cohesion (T/m2)	Φ	Gamma (T/m3)	Saturac (%)	Fuerza activa (Ton)	Fuerza resistente (Ton)
1	1.2	26.5	2.1	50.0	1.8	6.2
2	1.2	26.5	2.1	50.0	6.3	10.2
3	1.2	26.5	2.1	50.0	8.9	11.5
4	1.2	26.5	2.1	50.0	8.2	9.6
5	1.2	26.5	2.1	50.0	8.4	7.6

Fuerza Activa Total= 33.7 Ton

Fuerza Resist Total= 45.1 Ton

Factor de Seguridad= 1.338

ANALISIS DE ESTABILIDAD

*** Perdomo Alto - Zona 2 - Seccion 6 - Superficie de falla 3 ***

Dovela	Cohesion (T/m2)	Φ	Gamma (T/m3)	Saturac (%)	Fuerza activa (Ton)	Fuerza resistente (Ton)
1	3.3	21.0	2.1	50.0	1.8	12.6
2	3.3	21.0	2.1	50.0	6.3	14.5
3	3.3	21.0	2.1	50.0	8.9	16.2
4	3.3	21.0	2.1	50.0	8.2	14.8
5	3.3	21.0	2.1	50.0	13.3	25.0
6	3.3	21.0	2.1	50.0	2.1	14.2

Fuerza Activa Total= 40.6 Ton

Fuerza Resist Total= 97.3 Ton

Factor de Seguridad= 2.394

ANALISIS DE ESTABILIDAD

*** Perdomo Alto - Zona 2 - Seccion 6 - Superficie de falla 3 ***

Dovela	Cohesion (T/m2)	Φ	Gamma (T/m3)	Saturac (%)	Fuerza activa (Ton)	Fuerza resistente (Ton)
1	5.3	20.0	2.1	50.0	1.8	19.1
2	5.3	20.0	2.1	50.0	6.3	19.8
3	5.3	20.0	2.1	50.0	8.9	22.1
4	5.3	20.0	2.1	50.0	8.2	20.7
5	5.3	20.0	2.1	50.0	13.3	36.3
6	5.3	20.0	2.1	50.0	2.1	22.3

Fuerza Activa Total= 40.6 Ton

Fuerza Resist Total= 140.4 Ton

Factor de Seguridad= 3.456

ANALISIS DE ESTABILIDAD

*** Perdomo Alto - Zona 2 - Seccion 6 - Superficie de falla 3 ***

Dovela	Cohesion (T/m2)	Φ	Gamma (T/m3)	Saturac (%)	Fuerza activa (Ton)	Fuerza resistente (Ton)
1	1.2	26.5	2.1	50.0	1.8	6.2
2	1.2	26.5	2.1	50.0	6.3	10.2
3	1.2	26.5	2.1	50.0	8.9	11.5
4	1.2	26.5	2.1	50.0	8.2	9.6
5	1.2	26.5	2.1	50.0	13.3	14.6
6	1.2	26.5	2.1	50.0	2.1	5.7

Fuerza Activa Total= 40.6 Ton

Fuerza Resist Total= 57.8 Ton

Factor de Seguridad= 1.423

6'

ANALISIS DE ESTABILIDAD

*** Perdomo Alto - Zona 2 - Seccion 7 - Superficie de falla 1 ***

Dovela	Cohesion (T/m2)	Φ	Gamma (T/m3)	Saturac (%)	Fuerza activa (Ton)	Fuerza resistente (Ton)
1	3.3	21.0	2.1	50.0	0.6	4.3
2	3.3	21.0	2.1	50.0	9.8	22.3
3	3.3	21.0	2.1	50.0	2.9	9.0

Fuerza Activa Total= 13.3 Ton

Fuerza Resist Total= 35.6 Ton

Factor de Seguridad= 2.675

ANALISIS DE ESTABILIDAD

*** Perdomo Alto - Zona 2 - Seccion 7 - Superficie de falla 1 ***

Dovela	Cohesion (T/m2)	Φ	Gamma (T/m3)	Saturac (%)	Fuerza activa (Ton)	Fuerza resistente (Ton)
1	5.3	20.0	2.1	50.0	0.6	6.7
2	5.3	20.0	2.1	50.0	9.8	33.1
3	5.3	20.0	2.1	50.0	2.9	14.2

Fuerza Activa Total= 13.3 Ton

Fuerza Resist Total= 54.0 Ton

Factor de Seguridad= 4.052

ANALISIS DE ESTABILIDAD

*** Perdomo Alto - Zona 2 - Seccion 7 - Superficie de falla 1 ***

Dovela	Cohesion (T/m2)	Φ	Gamma (T/m3)	Saturac (%)	Fuerza activa (Ton)	Fuerza resistente (Ton)
1	1.2	26.5	2.1	50.0	0.6	1.9
2	1.2	26.5	2.1	50.0	9.8	12.0
3	1.2	26.5	2.1	50.0	2.9	3.7

Fuerza Activa Total= 13.3 Ton

Fuerza Resist Total= 17.6 Ton

Factor de Seguridad= 1.320

ANALISIS DE ESTABILIDAD

*** Perdomo Alto - Zona 2 - Seccion 7 - Superficie de falla 2 ***

Dovela	Cohesion (T/m2)	Φ	Gamma (T/m3)	Saturac (%)	Fuerza activa (Ton)	Fuerza resistente (Ton)
1	3.3	21.0	2.1	50.0	1.1	8.2
2	3.3	21.0	2.1	50.0	0.6	7.4

Fuerza Activa Total= 1.7 Ton

Fuerza Resist Total= 15.6 Ton

Factor de Seguridad= 9.379

ANALISIS DE ESTABILIDAD

*** Perdomo Alto - Zona 2 - Seccion 7 - Superficie de falla 2 ***

Dovela	Cohesion (T/m2)	Φ	Gamma (T/m3)	Saturac (%)	Fuerza activa (Ton)	Fuerza resistente (Ton)
1	5.3	20.0	2.1	50.0	1.1	12.4
2	5.3	20.0	2.1	50.0	0.6	11.7

Fuerza Activa Total= 1.7 Ton

Fuerza Resist Total= 24.2 Ton

Factor de Seguridad= 14.490

ANALISIS DE ESTABILIDAD

*** Perdomo Alto - Zona 2 - Seccion 7 - Superficie de falla 2 ***

Dovela	Cohesion (T/m2)	Φ	Gamma (T/m3)	Saturac (%)	Fuerza activa (Ton)	Fuerza resistente (Ton)
1	1.2	26.5	2.1	50.0	1.1	4.0
2	1.2	26.5	2.1	50.0	0.6	3.0

Fuerza Activa Total= 1.7 Ton

Fuerza Resist Total= 7.0 Ton

Factor de Seguridad= 4.225

8V

ANALISIS DE ESTABILIDAD

*** Perdomo Alto - Zona 2 - Seccion 7 - Superficie de falla 3 ***

Dovela	Cohesion (T/m2)	ϕ	Gamma (T/m3)	Saturac (%)	Fuerza activa (Ton)	Fuerza resistente (Ton)
1	3.3	21.0	2.1	50.0	2.4	10.6
2	3.3	21.0	2.1	50.0	3.4	9.6
3	3.3	21.0	2.1	50.0	1.5	5.2
4	3.3	21.0	2.1	50.0	0.5	4.1

Fuerza Activa Total= 7.9 Ton

Fuerza Resist Total= 29.4 Ton

Factor de Seguridad= 3.730

ANALISIS DE ESTABILIDAD

*** Perdomo Alto - Zona 2 - Seccion 7 - Superficie de falla 3 ***

Dovela	Cohesion (T/m2)	ϕ	Gamma (T/m3)	Saturac (%)	Fuerza activa (Ton)	Fuerza resistente (Ton)
1	5.3	20.0	2.1	50.0	2.4	15.4
2	5.3	20.0	2.1	50.0	3.4	14.1
3	5.3	20.0	2.1	50.0	1.5	8.0
4	5.3	20.0	2.1	50.0	0.5	6.4

Fuerza Activa Total= 7.9 Ton

Fuerza Resist Total= 43.9 Ton

Factor de Seguridad= 5.578

ANALISIS DE ESTABILIDAD

*** Perdomo Alto - Zona 2 - Seccion 7 - Superficie de falla 3 ***

Dovela	Cohesion (T/m2)	Φ	Gamma (T/m3)	Saturac (%)	Fuerza activa (Ton)	Fuerza resistente (Ton)
1	1.2	26.5	2.1	50.0	2.4	6.0
2	1.2	26.5	2.1	50.0	3.4	5.3
3	1.2	26.5	2.1	50.0	1.5	2.4
4	1.2	26.5	2.1	50.0	0.5	1.6

Fuerza Activa Total= 7.9 Ton

Fuerza Resist Total= 15.3 Ton

Factor de Seguridad= 1.942

ANALISIS DE ESTABILIDAD

*** Perdomo Alto - Zona 2 - Seccion 7 - Superficie de falla 4 ***

Dovela	Cohesion (T/m2)	Φ	Gamma (T/m3)	Saturac (%)	Fuerza activa (Ton)	Fuerza resistente (Ton)
1	3.3	21.0	2.1	50.0	1.9	10.0
2	3.3	21.0	2.1	50.0	5.4	9.9
3	3.3	21.0	2.1	50.0	7.5	14.2
4	3.3	21.0	2.1	50.0	4.5	8.9
5	3.3	21.0	2.1	50.0	1.1	3.9

Fuerza Activa Total= 20.4 Ton

Fuerza Resist Total= 48.9 Ton

Factor de Seguridad= 2.397

ANALISIS DE ESTABILIDAD

*** Perdomo Alto - Zona 2 - Seccion 7 - Superficie de falla 4 ***

Dovela	Cohesion (T/m2)	Φ	Gamma (T/m3)	Saturac (%)	Fuerza activa (Ton)	Fuerza resistente (Ton)
1	5.3	20.0	2.1	50.0	1.9	14.9
2	5.3	20.0	2.1	50.0	5.4	13.7
3	5.3	20.0	2.1	50.0	7.5	20.0
4	5.3	20.0	2.1	50.0	4.5	13.3
5	5.3	20.0	2.1	50.0	1.1	9.3

Fuerza Activa Total= 20.4 Ton

Fuerza Resist Total= 71.2 Ton

Factor de Seguridad= 3.491

ANALISIS DE ESTABILIDAD

*** Perdomo Alto - Zona 2 - Seccion 7 - Superficie de falla 4 ***

Dovela	Cohesion (T/m2)	Φ	Gamma (T/m3)	Saturac (%)	Fuerza activa (Ton)	Fuerza resistente (Ton)
1	1.2	26.5	2.1	50.0	1.9	3.3
2	1.2	26.5	2.1	50.0	5.4	6.7
3	1.2	26.5	2.1	50.0	7.5	9.2
4	1.2	26.5	2.1	50.0	4.5	4.6
5	1.2	26.5	2.1	50.0	1.1	2.4

Fuerza Activa Total= 20.4 Ton

Fuerza Resist Total= 28.2 Ton

Factor de Seguridad= 1.381

87

ANALISIS DE ESTABILIDAD

*** Perdomo Alto - Zona 2 - Seccion 7 - Superficie de falla 5 ***

Dovela	Cohesion (T/m2)	Φ	Gamma (T/m3)	Saturac (%)	Fuerza activa (Ton)	Fuerza resistente (Ton)
1	3.3	21.0	2.1	50.0	1.5	6.4
2	3.3	21.0	2.1	50.0	3.1	9.6
3	3.3	21.0	2.1	50.0	10.1	20.0
4	3.3	21.0	2.1	50.0	7.3	13.6
5	3.3	21.0	2.1	50.0	1.3	5.9

Fuerza Activa Total= 23.2 Ton

Fuerza Resist Total= 55.5 Ton

Factor de Seguridad= 2.390

ANALISIS DE ESTABILIDAD

*** Perdomo Alto - Zona 2 - Seccion 7 - Superficie de falla 5 ***

Dovela	Cohesion (T/m2)	Φ	Gamma (T/m3)	Saturac (%)	Fuerza activa (Ton)	Fuerza resistente (Ton)
1	5.3	20.0	2.1	50.0	1.5	9.1
2	5.3	20.0	2.1	50.0	3.1	13.2
3	5.3	20.0	2.1	50.0	10.1	28.1
4	5.3	20.0	2.1	50.0	7.3	20.1
5	5.3	20.0	2.1	50.0	1.3	9.3

Fuerza Activa Total= 23.2 Ton

Fuerza Resist Total= 79.8 Ton

Factor de Seguridad= 3.435

ANALISIS DE ESTABILIDAD

*** Perdomo Alto - Zona 2 - Seccion 7 - Superficie de falla 5 ***

Dovela	Cohesion (T/m2)	Φ	Gamma (T/m3)	Saturac (%)	Fuerza activa (Ton)	Fuerza resistente (Ton)
1	1.2	26.5	2.1	50.0	1.5	4.0
2	1.2	26.5	2.1	50.0	3.1	6.6
3	1.2	26.5	2.1	50.0	10.1	13.0
4	1.2	26.5	2.1	50.0	7.3	7.5
5	1.2	26.5	2.1	50.0	1.3	2.4

Fuerza Activa Total= 23.2 Ton

Fuerza Resist Total= 33.6 Ton

Factor de Seguridad= 1.444

ANALISIS DE ESTABILIDAD

*** Perdomo Alto - Zona 2 - Seccion 7 - Superficie de falla 6 ***

Dovela	Cohesion (T/m2)	Φ	Gamma (T/m3)	Saturac (%)	Fuerza activa (Ton)	Fuerza resistente (Ton)
1	3.3	21.0	2.1	50.0	13.8	48.5
2	3.3	21.0	2.1	50.0	31.3	53.8
3	3.3	21.0	2.1	50.0	32.5	39.9
4	3.3	21.0	2.1	50.0	24.7	32.7
5	3.3	21.0	2.1	50.0	1.8	7.8

Fuerza Activa Total= 104.1 Ton

Fuerza Resist Total= 182.7 Ton

Factor de Seguridad= 1.755

ANALISIS DE ESTABILIDAD

*** Perdomo Alto - Zona 2 - Seccion 7 - Superficie de falla 6 ***

Dovela	Cohesion (T/m2)	Φ	Gamma (T/m3)	Saturac (%)	Fuerza activa (Ton)	Fuerza resistente (Ton)
1	5.3	20.0	2.1	50.0	13.8	65.5
2	5.3	20.0	2.1	50.0	31.3	69.3
3	5.3	20.0	2.1	50.0	32.5	51.1
4	5.3	20.0	2.1	50.0	24.7	46.2
5	5.3	20.0	2.1	50.0	1.8	12.2

Fuerza Activa Total= 104.1 Ton

Fuerza Resist Total= 244.2 Ton

Factor de Seguridad= 2.346

ANALISIS DE ESTABILIDAD

*** Perdomo Alto - Zona 2 - Seccion 7 - Superficie de falla 6 ***

Dovela	Cohesion (T/m2)	Φ	Gamma (T/m3)	Saturac (%)	Fuerza activa (Ton)	Fuerza resistente (Ton)
1	1.2	26.5	2.1	50.0	13.8	35.2
2	1.2	26.5	2.1	50.0	31.3	44.0
3	1.2	26.5	2.1	50.0	32.5	33.0
4	1.2	26.5	2.1	50.0	24.7	20.9
5	1.2	26.5	2.1	50.0	1.8	3.3

Fuerza Activa Total= 104.1 Ton

Fuerza Resist Total= 136.4 Ton

Factor de Seguridad= 1.310

ANALISIS DE ESTABILIDAD

*** Perdomo Alto - Zona 2 - Seccion 7 - Superficie de falla 7 ***

Dovela	Cohesion (T/m2)	Φ	Gamma (T/m3)	Saturac (%)	Fuerza activa (Ton)	Fuerza resistente (Ton)
1	3.3	21.0	2.1	50.0	0.2	24.7
2	3.3	21.0	2.1	50.0	1.7	16.3
3	3.3	21.0	2.1	50.0	34.9	59.8
4	3.3	21.0	2.1	50.0	30.8	39.3
5	3.3	21.0	2.1	50.0	31.7	37.4
6	3.3	21.0	2.1	50.0	2.0	8.0

Fuerza Activa Total= 101.3 Ton

Fuerza Resist Total= 185.5 Ton

Factor de Seguridad= 1.831

ANALISIS DE ESTABILIDAD

*** Perdomo Alto - Zona 2 - Seccion 7 - Superficie de falla 7 ***

Dovela	Cohesion (T/m2)	Φ	Gamma (T/m3)	Saturac (%)	Fuerza activa (Ton)	Fuerza resistente (Ton)
1	5.3	20.0	2.1	50.0	0.2	38.4
2	5.3	20.0	2.1	50.0	1.7	24.1
3	5.3	20.0	2.1	50.0	34.9	79.8
4	5.3	20.0	2.1	50.0	30.8	52.9
5	5.3	20.0	2.1	50.0	31.7	52.6
6	5.3	20.0	2.1	50.0	2.0	12.6

Fuerza Activa Total= 101.3 Ton

Fuerza Resist Total= 260.4 Ton

Factor de Seguridad= 2.571

ANALISIS DE ESTABILIDAD

*** Perdomo Alto - Zona 2 - Seccion 7 - Superficie de falla 7 ***

Dovela	Cohesion (T/m2)	Φ	Gamma (T/m3)	Saturac (%)	Fuerza activa (Ton)	Fuerza resistente (Ton)
1	1.2	26.5	2.1	50.0	0.2	10.8
2	1.2	26.5	2.1	50.0	1.7	8.8
3	1.2	26.5	2.1	50.0	34.9	44.8
4	1.2	26.5	2.1	50.0	30.8	28.8
5	1.2	26.5	2.1	50.0	31.7	24.2
6	1.2	26.5	2.1	50.0	2.0	3.3

Fuerza Activa Total= 101.3 Ton

Fuerza Resist Total= 120.7 Ton

Factor de Seguridad= 1.192

ANALISIS DE ESTABILIDAD

*** Perdomo Alto - Zona 2 - Seccion 7 - Superficie de falla 8 ***

Dovela	Cohesion (T/m2)	Φ	Gamma (T/m3)	Saturac (%)	Fuerza activa (Ton)	Fuerza resistente (Ton)
1	3.3	21.0	2.1	50.0	0.2	17.0
2	3.3	21.0	2.1	50.0	11.0	36.6
3	3.3	21.0	2.1	50.0	22.4	40.8
4	3.3	21.0	2.1	50.0	30.3	55.9
5	3.3	21.0	2.1	50.0	30.5	38.6
6	3.3	21.0	2.1	50.0	27.2	29.3
7	3.3	21.0	2.1	50.0	6.5	16.7

Fuerza Activa Total= 128.2 Ton

Fuerza Resist Total= 234.8 Ton

Factor de Seguridad= 1.832

ANALISIS DE ESTABILIDAD

*** Perdomo Alto - Zona 2 - Seccion 7 - Superficie de falla 8 ***

Dovela	Cohesion (T/m2)	Φ	Gamma (T/m3)	Saturac (%)	Fuerza activa (Ton)	Fuerza resistente (Ton)
1	5.3	20.0	2.1	50.0	0.2	24.8
2	5.3	20.0	2.1	50.0	11.0	50.3
3	5.3	20.0	2.1	50.0	22.4	54.5
4	5.3	20.0	2.1	50.0	30.3	72.1
5	5.3	20.0	2.1	50.0	30.5	49.2
6	5.3	20.0	2.1	50.0	27.2	39.5
7	5.3	20.0	2.1	50.0	6.5	25.3

Fuerza Activa Total= 128.2 Ton

Fuerza Resist Total= 315.8 Ton

Factor de Seguridad= 2.463

ANALISIS DE ESTABILIDAD

*** Perdomo Alto - Zona 2 - Seccion 7 - Superficie de falla 8 ***

Dovela	Cohesion (T/m2)	Φ	Gamma (T/m3)	Saturac (%)	Fuerza activa (Ton)	Fuerza resistente (Ton)
1	1.2	26.5	2.1	50.0	0.2	9.7
2	1.2	26.5	2.1	50.0	11.0	25.3
3	1.2	26.5	2.1	50.0	22.4	30.5
4	1.2	26.5	2.1	50.0	30.3	45.4
5	1.2	26.5	2.1	50.0	30.5	32.2
6	1.2	26.5	2.1	50.0	27.2	21.4
7	1.2	26.5	2.1	50.0	6.5	8.1

Fuerza Activa Total= 128.2 Ton

Fuerza Resist Total= 172.6 Ton

Factor de Seguridad= 1.346

SECRETARIA DE OBRAS PUBLICAS
SECCION DE GEOLOGIA

ANALISIS DE ESTABILIDAD

*** Perdomo Alto - Zona 2 - Seccion B - Superficie de falla 1 ***

Dovela	Cohesion (T/m2)	Φ	Gamma (T/m3)	Saturac (%)	Fuerza activa (Ton)	Fuerza resistente (Ton)
1	3.3	21.0	2.1	50.0	4.2	19.4
2	3.3	21.0	2.1	50.0	10.6	15.6
3	3.3	21.0	2.1	30.0	6.9	16.0

Fuerza Activa Total= 21.7 Ton

Fuerza Resist Total= 51.0 Ton

Factor de Seguridad= 2.346

ANALISIS DE ESTABILIDAD

*** Perdomo Alto - Zona 2 - Seccion B - Superficie de falla 1 ***

Dovela	Cohesion (T/m2)	Φ	Gamma (T/m3)	Saturac (%)	Fuerza activa (Ton)	Fuerza resistente (Ton)
1	5.3	20.0	2.1	50.0	4.2	27.9
2	5.3	20.0	2.1	50.0	10.6	21.9
3	5.3	20.0	2.1	50.0	6.9	24.7

Fuerza Activa Total= 21.7 Ton

Fuerza Resist Total= 74.6 Ton

Factor de Seguridad= 3.433

ANALISIS DE ESTABILIDAD

*** Perdomo Alto - Zona 2 - Seccion 8 - Superficie de falla 1 ***

Dovela	Cohesion (T/m2)	Φ	Gamma (T/m3)	Saturac (%)	Fuerza activa (Ton)	Fuerza resistente (Ton)
1	1.2	26.5	2.1	50.0	4.2	11.6
2	1.2	26.5	2.1	50.0	10.6	10.1
3	1.2	26.5	2.1	50.0	6.9	7.2

Fuerza Activa Total= 21.7 Ton

Fuerza Resist Total= 28.9 Ton

Factor de Seguridad= 1.328

ANALISIS DE ESTABILIDAD

*** Perdomo Alto - Zona 2 - Seccion 8 - Superficie de falla 2 ***

Dovela	Cohesion (T/m2)	Φ	Gamma (T/m3)	Saturac (%)	Fuerza activa (Ton)	Fuerza resistente (Ton)
1	3.3	21.0	2.1	50.0	7.1	27.1
2	3.3	21.0	2.1	50.0	19.0	31.6
3	3.3	21.0	2.1	50.0	17.6	32.2
4	3.3	21.0	2.1	50.0	3.2	12.3

Fuerza Activa Total= 47.0 Ton

Fuerza Resist Total= 103.2 Ton

Factor de Seguridad= 2.195

ANALISIS DE ESTABILIDAD

*** Perdomo Alto - Zona 2 - Seccion B - Superficie de falla 2 ***

Dovela	Cohesion (T/m2)	Φ	Gamma (T/m3)	Saturac (%)	Fuerza activa (Ton)	Fuerza resistente (Ton)
1	5.3	20.0	2.1	50.0	7.1	38.1
2	5.3	20.0	2.1	50.0	19.0	43.9
3	5.3	20.0	2.1	50.0	17.6	46.6
4	5.3	20.0	2.1	50.0	3.2	19.2

Fuerza Activa Total= 47.0 Ton

Fuerza Resist Total= 147.8 Ton

Factor de Seguridad= 3.144

ANALISIS DE ESTABILIDAD

*** Perdomo Alto - Zona 2 - Seccion B - Superficie de falla 2 ***

Dovela	Cohesion (T/m2)	Φ	Gamma (T/m3)	Saturac (%)	Fuerza activa (Ton)	Fuerza resistente (Ton)
1	1.2	26.5	2.1	50.0	7.1	17.6
2	1.2	26.5	2.1	50.0	19.0	21.3
3	1.2	26.5	2.1	50.0	17.6	19.0
4	1.2	26.5	2.1	50.0	3.2	5.1

Fuerza Activa Total= 47.0 Ton

Fuerza Resist Total= 63.1 Ton

Factor de Seguridad= 1.341

ANALISIS DE ESTABILIDAD

*** Perdomo Alto - Zona 3 - Seccion 11 - Superficie de falla 1 ***

Dovela	Cohesion (T/m2)	Φ	Gamma (T/m3)	Saturac (%)	Fuerza activa (Ton)	Fuerza resistente (Ton)
1	6.0	23.6	2.2	50.0	22.2	46.9
2	6.0	23.6	2.2	50.0	31.2	44.8
3	6.0	23.6	2.2	50.0	25.1	50.5
4	6.0	23.6	2.2	50.0	16.4	39.8
5	6.0	23.6	2.2	50.0	6.9	29.4
6	6.0	23.6	2.2	50.0	3.4	25.3
7	6.0	23.6	2.2	50.0	0.3	28.5

Fuerza Activa Total= 105.5 Ton

Fuerza Resist Total= 265.2 Ton

Factor de Seguridad= 2.514

ANALISIS DE ESTABILIDAD

*** Perdomo Alto - Zona 3 - Seccion 12 - Superficie de falla 1 ***

Dovela	Cohesion (T/m2)	Φ	Gamma (T/m3)	Saturac (%)	Fuerza activa (Ton)	Fuerza resistente (Ton)
1	6.0	23.6	2.2	50.0	23.7	46.8
2	6.0	23.6	2.2	50.0	30.6	27.0
3	6.0	23.6	2.2	50.0	45.1	38.1
4	6.0	23.6	2.2	50.0	37.4	37.7
5	6.0	23.6	2.2	50.0	23.6	52.9
6	6.0	23.6	2.2	50.0	3.0	24.3
7	6.0	23.6	2.2	50.0	0.3	23.6

Fuerza Activa Total= 163.7 Ton

Fuerza Resist Total= 250.3 Ton

Factor de Seguridad= 1.529

ANALISIS DE ESTABILIDAD

*** Perdomo Alto - Zona 3 - Seccion 13 - Superficie de falla 1 ***

Dovela	Cohesion (T/m2)	Φ	Gamma (T/m3)	Saturac (%)	Fuerza activa (Ton)	Fuerza resistente (Ton)
1	6.0	23.6	2.2	50.0	5.7	25.5
2	6.0	23.6	2.2	50.0	22.7	28.3
3	6.0	23.6	2.2	50.0	48.4	50.5
4	6.0	23.6	2.2	50.0	50.7	46.9
5	6.0	23.6	2.2	50.0	10.3	20.0
6	6.0	23.6	2.2	50.0	7.8	37.2
7	6.0	23.6	2.2	50.0	7.0	47.5
8	6.0	23.6	2.2	50.0	1.2	21.3

Fuerza Activa Total= 153.9 Ton

Fuerza Resist Total= 277.2 Ton

Factor de Seguridad= 1.801

ANALISIS DE ESTABILIDAD

*** Perdomo Alto - Zona 3 - Seccion 14 - Superficie de falla 1 ***

Dovela	Cohesion (T/m2)	Φ	Gamma (T/m3)	Saturac (%)	Fuerza activa (Ton)	Fuerza resistente (Ton)
1	6.0	23.6	2.2	50.0	16.1	40.0
2	6.0	23.6	2.2	50.0	30.0	36.7
3	6.0	23.6	2.2	50.0	51.6	49.4
4	6.0	23.6	2.2	50.0	31.7	38.1
5	6.0	23.6	2.2	50.0	21.2	43.8
6	6.0	23.6	2.2	50.0	11.6	34.1
7	6.0	23.6	2.2	50.0	1.1	22.8

Fuerza Activa Total= 163.3 Ton

Fuerza Resist Total= 265.0 Ton

Factor de Seguridad= 1.623

ANALISIS DE ESTABILIDAD

*** Perdomo Alto - Zona 3 - Seccion 15 - Superficie de falla 1 ***

Dovela	Cohesion (T/m2)	Φ	Gamma (T/m3)	Saturac (%)	Fuerza activa (Ton)	Fuerza resistente (Ton)
1	6.0	23.6	2.2	50.0	25.2	54.8
2	6.0	23.6	2.2	50.0	31.8	37.3
3	6.0	23.6	2.2	50.0	27.3	46.5
4	6.0	23.6	2.2	50.0	74.0	88.5
5	6.0	23.6	2.2	50.0	7.9	37.6

Fuerza Activa Total= 166.3 Ton

Fuerza Resist Total= 264.7 Ton

Factor de Seguridad= 1.592

ANALISIS DE ESTABILIDAD

*** Perdomo Alto - Zona 3 - Seccion 16 - Superficie de falla 1 ***

Dovela	Cohesion (T/m2)	Φ	Gamma (T/m3)	Saturac (%)	Fuerza activa (Ton)	Fuerza resistente (Ton)
1	6.0	23.6	2.2	50.0	11.5	32.8
2	6.0	23.6	2.2	50.0	31.0	42.2
3	6.0	23.6	2.2	50.0	33.0	59.2
4	6.0	23.6	2.2	50.0	55.4	86.6
5	6.0	23.6	2.2	50.0	1.9	13.3

Fuerza Activa Total= 132.7 Ton

Fuerza Resist Total= 234.1 Ton

Factor de Seguridad= 1.765

ANALISIS DE ESTABILIDAD

*** Perdomo Alto - Zona 3 - Seccion 16 - Superficie de falla 2 ***

Dovela	Cohesion (T/m2)	Φ	Gamma (T/m3)	Saturac (%)	Fuerza activa (Ton)	Fuerza resistente (Ton)
1	6.0	23.6	2.2	50.0	15.4	40.2
2	6.0	23.6	2.2	50.0	34.2	43.1
3	6.0	23.6	2.2	50.0	48.4	66.0
4	6.0	23.6	2.2	50.0	68.0	79.5
5	6.0	23.6	2.2	30.0	31.0	61.2
6	6.0	23.6	2.2	50.0	2.4	23.8

Fuerza Activa Total= 199.4 Ton

Fuerza Resist Total= 313.9 Ton

Factor de Seguridad= 1.574

ANALISIS DE ESTABILIDAD

*** Perdomo Alto - Zona 3 - Seccion 16 - Superficie de falla 3 ***

Dovela	Cohesion (T/m2)	Φ	Gamma (T/m3)	Saturac (%)	Fuerza activa (Ton)	Fuerza resistente (Ton)
1	6.0	23.6	2.2	50.0	5.0	25.8
2	6.0	23.6	2.2	50.0	33.9	50.8
3	6.0	23.6	2.2	50.0	35.3	50.7
4	6.0	23.6	2.2	50.0	42.9	35.8
5	6.0	23.6	2.2	50.0	50.1	53.8
6	6.0	23.6	2.2	50.0	48.4	60.9
7	6.0	23.6	2.2	50.0	32.4	52.9
8	6.0	23.6	2.2	50.0	4.3	27.1
9	6.0	23.6	2.2	50.0	0.0	17.0

Fuerza Activa Total= 252.3 Ton

Fuerza Resist Total= 374.8 Ton

Factor de Seguridad= 1.486

ANALISIS DE ESTABILIDAD

*** Perdomo Alto - Zona 3 - Seccion 16 - Superficie de falla 4 ***

Dovela	Cohesion (T/m2)	Φ	Gamma (T/m3)	Saturac (%)	Fuerza activa (Ton)	Fuerza resistente (Ton)
1	6.0	23.6	2.2	50.0	36.4	69.0
2	6.0	23.6	2.2	50.0	49.5	51.7
3	6.0	23.6	2.2	50.0	65.3	66.1
4	6.0	23.6	2.2	50.0	73.6	90.6
5	6.0	23.6	2.2	50.0	40.0	67.3
6	6.0	23.6	2.2	50.0	15.1	51.2
7	6.0	23.6	2.2	50.0	0.7	46.9

Fuerza Activa Total= 280.8 Ton

Fuerza Resist Total= 443.0 Ton

Factor de Seguridad= 1.578

ANEXO 5

FACTORES DE SEGURIDAD FINALES
ZONAS 2 Y 3

ANALISIS DE ESTABILIDAD

*** Perdomo Alto - Zona 2 - Seccion 1 (con relleno) - Superf. falla 1 ***

Dovela	Cohesion (T/m2)	Φ	Gamma (T/m3)	Saturac (%)	Fuerza activa (Ton)	Fuerza resistente (Ton)
1	1.2	26.5	2.1	50.0	0.6	6.4
2	1.2	26.5	2.1	50.0	1.4	4.0
3	1.2	26.5	2.1	50.0	7.6	7.6
4	1.2	26.5	2.1	50.0	3.6	6.0

Fuerza Activa Total= 13.1 Ton

Fuerza Resist Total= 24.0 Ton

Factor de Seguridad= 1.830

ANALISIS DE ESTABILIDAD

*** Perdomo Alto - Zona 2 - Seccion 2 (con relleno) - Superf falla 1 ***

Dovela	Cohesion (T/m2)	Φ	Gamma (T/m3)	Saturac (%)	Fuerza activa (Ton)	Fuerza resistente (Ton)
1	1.2	26.5	2.8	0.0	0.0	8.0
2	1.2	26.5	2.1	50.0	1.7	8.7
3	1.2	26.5	2.1	50.0	4.0	6.4
4	1.2	26.5	2.1	50.0	7.0	8.2
5	1.2	26.5	2.1	50.0	6.9	7.6

Fuerza Activa Total= 19.6 Ton

Fuerza Resist Total= 39.0 Ton

Factor de Seguridad= 1.990

ANALISIS DE ESTABILIDAD

*** Perdomo Alto - Zona 2 - Seccion 3 (con relleno) - Superf falla 1 ***

Dovela	Cohesion (T/m2)	Φ	Gamma (T/m3)	Saturac (%)	Fuerza activa (Ton)	Fuerza resistente (Ton)
1	4.0	40.0	2.8	0.0	0.0	17.4
2	1.2	26.5	2.1	50.0	18.4	19.1
3	1.2	26.5	2.1	50.0	10.5	8.9
4	1.2	26.5	2.1	50.0	3.6	3.0
5	1.2	26.5	2.1	50.0	1.2	2.7

Fuerza Activa Total= 33.7 Ton

Fuerza Resist Total= 51.1 Ton

Factor de Seguridad= 1.518

ANALISIS DE ESTABILIDAD

*** Perdomo Alto - Zona 2 - Seccion 3 (con relleno) - Superf falla 2 ***

Dovela	Cohesion (T/m2)	Φ	Gamma (T/m3)	Saturac (%)	Fuerza activa (Ton)	Fuerza resistente (Ton)
1	3.0	40.0	2.8	0.0	0.0	15.4
2	1.2	26.5	2.1	50.0	11.3	19.6
3	1.2	26.5	2.1	50.0	13.2	10.3
4	1.2	26.5	2.1	50.0	6.9	5.5
5	1.2	26.5	2.1	50.0	3.4	4.6

Fuerza Activa Total= 34.7 Ton

Fuerza Resist Total= 55.4 Ton

Factor de Seguridad= 1.596

ANALISIS DE ESTABILIDAD

*** Perdomo Alto - Zona 2 - Seccion 4 (con relleno) - Superf falla 1 ***

Dovela	Cohesion (T/m2)	Φ	Gamma (T/m3)	Saturac (%)	Fuerza activa (Ton)	Fuerza resistente (Ton)
1	1.2	40.0	2.8	0.0	0.0	11.8
2	1.2	26.5	2.1	50.0	4.1	10.2
3	1.2	26.5	2.1	50.0	5.4	7.4
4	1.2	26.5	2.1	50.0	10.6	9.5
5	1.2	26.5	2.1	50.0	7.9	5.5
6	1.2	26.5	2.1	50.0	3.0	3.1

Fuerza Activa Total= 31.1 Ton

Fuerza Resist Total= 47.6 Ton

Factor de Seguridad= 1.533

ANALISIS DE ESTABILIDAD

*** Perdomo Alto - Zona 2 - Seccion 4 (con relleno) - Superf falla 2 ***

Dovela	Cohesion (T/m2)	Φ	Gamma (T/m3)	Saturac (%)	Fuerza activa (Ton)	Fuerza resistente (Ton)
1	1.2	40.0	2.8	0.0	0.0	11.8
2	1.2	26.5	2.1	50.0	3.4	13.9
3	1.2	26.5	2.1	50.0	22.3	21.8
4	1.2	26.5	2.1	50.0	9.5	8.7
5	1.2	26.5	2.1	50.0	5.2	5.1

Fuerza Activa Total= 40.4 Ton

Fuerza Resist Total= 61.3 Ton

Factor de Seguridad= 1.519

ANALISIS DE ESTABILIDAD

*** Perdomo Alto - Zona 2 - Seccion 5 (con relleno) - Superf falla 1 ***

Dovela	Cohesion (T/m2)	Φ	Gamma (T/m3)	Saturac (%)	Fuerza activa (Ton)	Fuerza resistente (Ton)
1	3.0	40.0	2.8	0.0	0.0	15.4
2	1.2	26.5	2.1	50.0	12.0	15.1
3	1.2	26.5	2.1	50.0	10.3	9.4
4	1.2	26.5	2.1	50.0	7.4	6.2
5	1.2	26.5	2.1	50.0	1.9	3.0

Fuerza Activa Total= 31.7 Ton

Fuerza Resist Total= 49.1 Ton

Factor de Seguridad= 1.550

ANALISIS DE ESTABILIDAD

*** Perdomo Alto - Zona 2 - Seccion 6 (con relleno) - Superf falla 1 ***

Dovela	Cohesion (T/m2)	Φ	Gamma (T/m3)	Saturac (%)	Fuerza activa (Ton)	Fuerza resistente (Ton)
1	5.0	45.0	2.8	0.0	0.0	21.2
2	1.2	26.5	2.1	50.0	15.3	13.9
3	1.2	26.5	2.1	50.0	7.7	6.5
4	1.2	26.5	2.1	50.0	8.0	5.9
5	1.2	26.5	2.1	50.0	2.5	3.5

Fuerza Activa Total= 33.5 Ton

Fuerza Resist Total= 51.0 Ton

Factor de Seguridad= 1.521

ANALISIS DE ESTABILIDAD

*** Perdomo Alto - Zona 2 - Seccion 6 (con relleno) - Superf falla 2 ***

Dovela	Cohesion (T/m2)	Φ	Gamma (T/m3)	Saturac (%)	Fuerza activa (Ton)	Fuerza resistente (Ton)
1	1.2	40.0	2.8	0.0	0.0	11.8
2	1.2	26.5	2.1	50.0	13.3	20.3
3	1.2	26.5	2.1	50.0	8.6	12.6
4	1.2	26.5	2.1	50.0	9.2	11.7
5	1.2	26.5	2.1	50.0	8.2	9.6
6	1.2	26.5	2.1	50.0	8.4	7.6
7	1.2	26.5	2.1	50.0	2.6	4.0

Fuerza Activa Total= 50.3 Ton

Fuerza Resist Total= 77.6 Ton

Factor de Seguridad= 1.543

ANALISIS DE ESTABILIDAD

*** Perdomo Alto - Zona 2 - Seccion 6 (con relleno) - Superf falla 3 ***

Dovela	Cohesion (T/m2)	Φ	Gamma (T/m3)	Saturac (%)	Fuerza activa (Ton)	Fuerza resistente (Ton)
1	1.2	26.5	2.1	50.0	0.0	5.6
2	1.2	26.5	2.1	50.0	13.3	14.6
3	1.2	26.5	2.1	50.0	2.1	5.7

Fuerza Activa Total= 15.4 Ton

Fuerza Resist Total= 25.9 Ton

Factor de Seguridad= 1.686

ANALISIS DE ESTABILIDAD

*** Perdomo Alto - Zona 2 - Seccion 7 (con relleno) - Superf falla 1 ***

Dovela	Cohesion (T/m2)	Φ	Gamma (T/m3)	Saturac (%)	Fuerza activa (Ton)	Fuerza resistente (Ton)
1	1.2	26.5	2.1	50.0	0.0	5.6
2	1.2	26.5	2.1	50.0	0.6	1.9
3	1.2	26.5	2.1	50.0	9.8	12.0
4	1.2	26.5	2.1	50.0	2.9	3.7

Fuerza Activa Total= 13.3 Ton

Fuerza Resist Total= 23.2 Ton

Factor de Seguridad= 1.740

ANALISIS DE ESTABILIDAD

*** Perdomo Alto - Zona 2 - Seccion 7 (con relleno) - Superf falla 2 ***

Dovela	Cohesion (T/m2)	Φ	Gamma (T/m3)	Saturac (%)	Fuerza activa (Ton)	Fuerza resistente (Ton)
1	1.2	26.5	2.1	50.0	1.1	4.0
2	1.2	26.5	2.1	50.0	0.6	3.0

Fuerza Activa Total= 1.7 Ton

Fuerza Resist Total= 7.0 Ton

Factor de Seguridad= 4.225

ANALISIS DE ESTABILIDAD

*** Perdomo Alto - Zona 2 - Seccion 7 (con relleno) - Superf falla 3 ***

Dovela	Cohesion (T/m2)	Φ	Gamma (T/m3)	Saturac (%)	Fuerza activa (Ton)	Fuerza resistente (Ton)
1	1.2	26.5	2.1	50.0	2.4	6.0
2	1.2	26.5	2.1	50.0	3.4	5.3
3	1.2	26.5	2.1	50.0	1.5	2.4
4	1.2	26.5	2.1	50.0	0.5	1.6

Fuerza Activa Total= 7.9 Ton

Fuerza Resist Total= 15.3 Ton

Factor de Seguridad= 1.942

ANALISIS DE ESTABILIDAD

*** Perdomo Alto - Zona 2 - Seccion 7 (con relleno) - Superf falla 4 ***

Dovela	Cohesion (T/m2)	Φ	Gamma (T/m3)	Saturac (%)	Fuerza activa (Ton)	Fuerza resistente (Ton)
1	1.2	26.5	2.1	50.0	0.0	5.6
2	1.2	26.5	2.1	50.0	1.9	5.3
3	1.2	26.5	2.1	50.0	5.4	6.7
4	1.2	26.5	2.1	50.0	7.5	9.3
5	1.2	26.5	2.1	50.0	4.6	4.5
6	1.2	26.5	2.1	50.0	1.0	2.4

Fuerza Activa Total= 20.5 Ton

Fuerza Resist Total= 33.7 Ton

Factor de Seguridad= 1.648

ANALISIS DE ESTABILIDAD

*** Perdomo Alto - Zona 2 - Seccion 7 (con relleno) - Superf falla 5 ***

Dovela	Cohesion (T/m2)	Φ	Gamma (T/m3)	Saturac (%)	Fuerza activa (Ton)	Fuerza resistente (Ton)
1	1.2	40.0	2.8	0.0	0.0	11.8
2	1.2	26.5	2.1	50.0	1.4	4.0
3	1.2	26.5	2.1	50.0	3.1	6.6
4	1.2	26.5	2.1	50.0	10.1	13.0
5	1.2	26.5	2.1	50.0	7.4	7.5
6	1.2	26.5	2.1	50.0	1.2	2.4

Fuerza Activa Total= 23.3 Ton

Fuerza Resist Total= 45.4 Ton

Factor de Seguridad= 1.949

ANALISIS DE ESTABILIDAD

*** Perdomo Alto - Zona 2 - Seccion 8 (con relleno) - Superf falla 1 ***

Dovela	Cohesion (T/m2)	Φ	Gamma (T/m3)	Saturac (%)	Fuerza activa (Ton)	Fuerza resistente (Ton)
1	1.2	26.5	2.1	50.0	12.6	24.3
2	1.2	26.5	2.1	50.0	10.6	10.1
3	1.2	26.5	2.1	50.0	4.4	8.2

Fuerza Activa Total= 27.7 Ton

Fuerza Resist Total= 42.6 Ton

Factor de Seguridad= 1.537

ANALISIS DE ESTABILIDAD

*** Perdomo Alto -Zona 2 -Seccion 8 (con relleno) - Superf falla 2 ***

Dovela	Cohesion (T/m2)	Φ	Gamma (T/m3)	Saturac (%)	Fuerza activa (Ton)	Fuerza resistente (Ton)
1	1.2	40.0	2.8	0.0	0.0	11.8
2	1.2	26.5	2.1	50.0	19.1	21.4
3	1.2	26.5	2.1	50.0	17.8	19.1
4	1.2	26.5	2.1	50.0	3.3	5.1
5	1.2	26.5	2.1	50.0	15.6	30.4

Fuerza Activa Total= 55.7 Ton

Fuerza Resist Total= 87.8 Ton

Factor de Seguridad= 1.574

ANALISIS DE ESTABILIDAD

*** Perdomo Alto - Zona 3 - Seccion 11 - Superficie de falla 1 ***

Dovela	Cohesion (T/m2)	Φ	Gamma (T/m3)	Saturac (%)	Fuerza activa (Ton)	Fuerza resistente (Ton)
1	6.0	23.6	2.2	50.0	22.2	46.9
2	6.0	23.6	2.2	50.0	31.2	44.8
3	6.0	23.6	2.2	50.0	25.1	50.5
4	6.0	23.6	2.2	50.0	16.4	39.8
5	6.0	23.6	2.2	50.0	6.9	29.4
6	6.0	23.6	2.2	50.0	3.4	25.3
7	6.0	23.6	2.2	50.0	0.3	28.5

Fuerza Activa Total= 105.5 Ton

Fuerza Resist Total= 265.2 Ton

Factor de Seguridad= 2.514

ANALISIS DE ESTABILIDAD

*** Perdomo Alto - Zona 3 - Seccion 12 - Superficie de falla 1 ***

Dovela	Cohesion (T/m2)	Φ	Gamma (T/m3)	Saturac (%)	Fuerza activa (Ton)	Fuerza resistente (Ton)
1	6.0	23.6	2.2	50.0	23.7	46.8
2	6.0	23.6	2.2	50.0	30.6	27.0
3	6.0	23.6	2.2	50.0	45.1	38.1
4	6.0	23.6	2.2	50.0	36.8	37.5
5	6.0	23.6	2.2	50.0	22.4	52.3
6	6.0	23.6	2.2	50.0	3.0	24.3
7	6.0	23.6	2.2	50.0	0.3	23.6

Fuerza Activa Total= 161.9 Ton

Fuerza Resist Total= 249.5 Ton

Factor de Seguridad= 1.541

ANALISIS DE ESTABILIDAD

*** Perdomo Alto - Zona 3 - Seccion 13 - Superficie de falla 1 ***

Dovela	Cohesion (T/m2)	Φ	Gamma (T/m3)	Saturac (%)	Fuerza activa (Ton)	Fuerza resistente (Ton)
1	6.0	23.6	2.2	50.0	5.7	25.5
2	6.0	23.6	2.2	50.0	22.7	28.3
3	6.0	23.6	2.2	50.0	48.4	50.5
4	6.0	23.6	2.2	50.0	47.8	46.0
5	6.0	23.6	2.2	50.0	10.3	20.0
6	6.0	23.6	2.2	50.0	7.8	37.2
7	6.0	23.6	2.2	50.0	7.0	47.5
8	6.0	23.6	2.2	50.0	1.2	21.3

Fuerza Activa Total= 151.0 Ton

Fuerza Resist Total= 276.3 Ton

Factor de Seguridad= 1.830

ANALISIS DE ESTABILIDAD

*** Perdomo Alto - Zona 3 - Seccion 14 - Superficie de falla 1 ***

Dovela	Cohesion (T/m2)	Φ	Gamma (T/m3)	Saturac (%)	Fuerza activa (Ton)	Fuerza resistente (Ton)
1	6.0	23.6	2.2	50.0	16.1	40.0
2	6.0	23.6	2.2	50.0	30.0	36.7
3	6.0	23.6	2.2	50.0	51.6	49.4
4	6.0	23.6	2.2	50.0	31.7	38.1
5	6.0	23.6	2.2	50.0	21.2	43.8
6	6.0	23.6	2.2	50.0	11.6	34.1
7	6.0	23.6	2.2	50.0	1.1	22.8

Fuerza Activa Total= 163.3 Ton

Fuerza Resist Total= 265.0 Ton

Factor de Seguridad= 1.623

ANALISIS DE ESTABILIDAD

*** Perdomo Alto - Zona 3 - Seccion 15 - Superficie de falla 1 ***

Dovela	Cohesion (T/m2)	Φ	Gamma (T/m3)	Saturac (%)	Fuerza activa (Ton)	Fuerza resistente (Ton)
1	6.0	23.6	2.2	50.0	25.2	54.8
2	6.0	23.6	2.2	50.0	31.8	37.3
3	6.0	23.6	2.2	50.0	27.5	46.5
4	6.0	23.6	2.2	50.0	70.2	86.6
5	6.0	23.6	2.2	50.0	7.9	37.6

Fuerza Activa Total= 162.6 Ton

Fuerza Resist Total= 262.9 Ton

Factor de Seguridad= 1.617

ANALISIS DE ESTABILIDAD

*** Perdomo Alto - Zona 3 - Seccion 16 - Superficie de falla 1 ***

Dovela	Cohesion (T/m2)	Φ	Gamma (T/m3)	Saturac (%)	Fuerza activa (Ton)	Fuerza resistente (Ton)
1	6.0	23.6	2.2	50.0	11.5	32.8
2	6.0	23.6	2.2	50.0	31.0	42.2
3	6.0	23.6	2.2	50.0	33.0	59.2
4	6.0	23.6	2.2	50.0	51.7	84.9
5	6.0	23.6	2.2	50.0	1.9	13.3

Fuerza Activa Total= 129.0 Ton

Fuerza Resist Total= 232.4 Ton

Factor de Seguridad= 1.802

ANALISIS DE ESTABILIDAD

*** Perdomo Alto - Zona 3 - Seccion 16 - Superficie de falla 2 ***

Dovela	Cohesion (T/m2)	Φ	Gamma (T/m3)	Saturac (%)	Fuerza activa (Ton)	Fuerza resistente (Ton)
1	6.0	23.6	2.2	50.0	15.4	40.2
2	6.0	23.6	2.2	50.0	34.2	43.1
3	6.0	23.6	2.2	50.0	48.4	66.0
4	6.0	23.6	2.2	50.0	64.6	77.7
5	6.0	23.6	2.2	50.0	29.6	59.9
6	6.0	23.6	2.2	50.0	2.4	23.8

Fuerza Activa Total= 194.6 Ton

Fuerza Resist Total= 310.8 Ton

Factor de Seguridad= 1.598

ANALISIS DE ESTABILIDAD

*** Perdomo Alto - Zona 3 - Seccion 16 - Superficie de falla 3 ***

Dovela	Cohesion (T/m2)	Φ	Gamma (T/m3)	Saturac (%)	Fuerza activa (Ton)	Fuerza resistente (Ton)
1	6.0	23.6	2.2	50.0	5.0	25.8
2	6.0	23.6	2.2	50.0	33.9	50.8
3	6.0	23.6	2.2	50.0	35.3	50.7
4	6.0	23.6	2.2	50.0	42.9	35.8
5	6.0	23.6	2.2	50.0	50.1	53.8
6	6.0	23.6	2.2	50.0	48.3	60.8
7	6.0	23.6	2.2	50.0	30.6	31.2
8	6.0	23.6	2.2	50.0	4.3	27.1
9	6.0	23.6	2.2	50.0	0.0	17.0

Fuerza Activa Total= 250.4 Ton

Fuerza Resist Total= 373.1 Ton

Factor de Seguridad= 1.490

ANALISIS DE ESTABILIDAD

*** Perdomo Alto - Zona 3 - Seccion 16 - Superficie de falla 4 ***

Dovela	Cohesion (T/m2)	Φ	Gamma (T/m3)	Saturac (%)	Fuerza activa (Ton)	Fuerza resistente (Ton)
1	6.0	23.6	2.2	50.0	36.4	69.0
2	6.0	23.6	2.2	50.0	49.5	51.7
3	6.0	23.6	2.2	50.0	65.5	66.1
4	6.0	23.6	2.2	50.0	73.6	90.6
5	6.0	23.6	2.2	50.0	39.8	67.1
6	6.0	23.6	2.2	50.0	14.3	49.7
7	6.0	23.6	2.2	50.0	0.7	46.9

Fuerza Activa Total= 279.8 Ton

Fuerza Resist Total= 441.2 Ton

Factor de Seguridad= 1.577