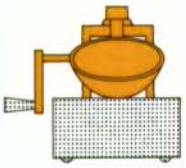
000008



INGENIERIA Y GEOTECNIA LTDA.

INGENIEROS CONSULTORES

UNIDAD DE PREVENCION Y ATENCION DE EMERGENCIAS
UPES

PROBLEMAS DE ESTABILIDAD EN LOS TALUDES DEL BARRIO PLAYON - PLAYITA

RECOMENDACIONES DE ESTABILIZACION
PARA LOS SECTORES DENOMINADOS 1 Y 2

Informe de Asesoría No. 4

Informe 1719-4, Santafé de Bogotá, Abril de 1998.

E
206.5

000002

Alcaldía Mayor
de Santa Fe de Bogotá, D.C.

UPES

Unidad de Prevención y Atención de Emergencias

MEMORANDO

AR-044-98
Santa Fe de Bogotá, D.C., Abril 27 de 1998

PARA: *Doctor* ***LUIS EDUARDO AVILA****, Coordinador Area Manejo Territorial,* ***UPES – FOPAE***

DE: ***COORDINACION ANALISIS DE RIESGOS***

ASUNTO: *INFORME PROBLEMAS DE ESTABILIDAD EN LOS TALUDES DEL BARRIO PLAYON PLAYITA*

Atentamente me permito remitir copia del informe presentado por la firma Ingeniería y Geotecnia Ltda., sobre los problemas de estabilidad en los taludes del barrio Playón Playita , recomendaciones de estabilización para los sectores denominados 1 y 2.

Cordialmente,

BEATRIZ ELENA ALZATE ATEHORTUA

Anexo: Un Tomo

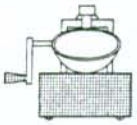
/syr

Lucio
Abr. 28/98
11:15 am

Diagonal 47 No. 77b-09 Int. 11
Teléfono: 410 90 14
Telefax: 410 90 36

FOPAE
Fondo para la Prevención y
Atención de Emergencias

000003



UNIDAD PARA LA PREVENCION Y ATENCION DE EMERGENCIAS

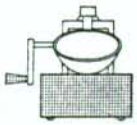
UPES – FOPAE

TRATAMIENTO DEL TALUD DEL BARRIO PLAYON – PLAYITAS

Informe geotécnico

Informe 1719-4
INGENIERIA Y GEOTECNIA LTDA
Ingenieros Consultores

Santafé de Bogotá, abril de 1998



INDICE

1. GENERAL 1

1.1 Introducción 1

1.2 Descripción 1

2. GEOLOGÍA DE LA ZONA 2

2.1. General 2

2.2. Geomorfología 2

2.3 Estratigrafía 4

2.4. Aguas Subterráneas 7

3. MANEJO DE AGUAS 9

3.1. Análisis Hidrológico E Hidráulico 9

3.2 Alcantarillados 13

4. ALTERNATIVAS DE MANEJO GEOTECNICO 14

4.1 General 14

4.2 Acciones Mínimas 14

4.3 Acciones para estabilizar el conjunto 15

4.4 Acciones optimas de manejo 16

4.5 Monitoreo 16

5. EVALUACION DE COSTOS 18

INGENIERIA Y GEOTECNIA LTDA.
INGENIEROS CONSULTORES

UNIDAD PARA LA PREVENCION Y ATENCION DE EMERGENCIAS
UPES – FOPAE

TRATAMIENTO DEL TALUD DEL BARRIO PLAYON – PLAYITAS

Informe geotécnico

1. GENERAL

1.1 Introducción

En este informe se presentan los resultados de la evaluación de la estabilidad del sector de Playón – Playitas y las recomendaciones para su manejo.

Para la elaboración del informe se contó con el Estudio elaborado por Geoconsulta Ltda., y las mediciones y ensayos elaborados durante la ejecución de las obras de emergencia, donde IGL prestó sus servicios como asesor técnico, y como Interventor de los mismos.

1.2 Descripción

El sector de Playón – Playitas se encuentra dentro de la localidad de Rafael Uribe entre las carreras 11ª y 11D y las calles 48 sur y 50 sur; el talud que ha provocado la inestabilidad sirve de límite con el barrio la Merced Sur, el cual es el remanente de antiguas explotaciones de arena y arcilla, quedando de altura variable entre 10 y 20m con fuertes inclinaciones y sectores cuasi-verticales.

Después de abandonadas las explotaciones la zona fue sometida a un proceso de urbanización informal, dando lugar a la generación de los barrios La Merced sur en la parte superior y Playón – Playitas en la inferior.

En el plano 1 de 4 se muestran las características generales del terreno.

Con motivo de la intensificación de unos deslizamientos en el sector, que afectaron a algunas edificaciones, la UPES emprendió una serie de acciones de emergencia que incluyeron entre otras, la relocalización de los habitantes de las viviendas afectadas y amenazadas y la estabilización del sector crítico.

2. GEOLOGÍA DE LA ZONA

En este capítulo como en el siguiente, Manejo de Aguas, se transcriben apartes pertinentes al alcance y fines de este informe, extractados del informe final entregado a la UPES por Geoconsulta Ltda.

2.1. General

El sector denominado Playón-Playitas se localiza entre los barrios San Carlos y Tunjuelito, sobre el denominado Sinclinal de Tunjuelito[1]. Afloran en todo el sector un conjunto de rocas sedimentarias del Terciario que consisten en areniscas con intercalaciones menores de arcillolitas y limolitas y hacia la base una secuencia de arcillolitas. Conforman colinas controladas por la dirección y buzamiento de los estratos, que producen de un lado pendientes moderadas a suaves y de otro zonas de escarpe originadas en la explotación de materiales.

Estas rocas fueron explotadas antiguamente como fuente de materiales granulares y para la fabricación de ladrillos. Están parcialmente recubiertas por depósitos de ladera, producto de deslizamientos o caída de bloques y por materiales de relleno o residuos de la antigua explotación minera (ver mapa geológico Plancha Nº2 del informe de Geoconsulta Ltda).

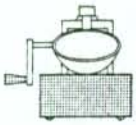
En las inmediaciones de la calle 50 Sur con carrera 11 B se presenta un escarpe de aproximadamente 20m de altura que divide los Barrios Playón-Playitas en la parte baja y La Merced en la parte alta y que ha presentado inestabilidades que han destruido ya algunas casas, arriba y abajo y ha provocado la destrucción de la carrera 11 D que da acceso al barrio La Merced. Las inestabilidades incluyen desprendimientos de bloques de areniscas en el sector Este y Sureste del talud hacia la carrera 11A y deslizamientos hacia el Nor-oeste sobre la carrera 11 D.

2.2. Geomorfología

La zona de estudio corresponde a un antiguo frente de explotación de materiales para agregados de construcción desarrollado sobre una secuencia de areniscas; hacia la base afloran arcillolitas abigarradas que también fueron excavadas como materiales para la fabricación de ladrillos.

La explotación de estos materiales produjo escarpes subverticales y verticales con alturas hasta 20 m de alto en el sector Suroriental, mientras que hacia el sector Noroccidental sobre la carrera 11D se presentan más tendidos. Tanto hacia la parte alta del talud, como hacia el pie de éste se produjo un proceso de urbanización, en desarrollo del cual no se le dio el manejo apropiado a las aguas

[1] INGEOMINAS, 1995. Estudio Geotécnico sector Playón - Playitas, Fase II.



y se empezaron a presentar caídas de bloques y movimientos de masa que afectaron las viviendas.

Morfológicamente el comportamiento del talud corresponde a su composición litológica, presentando en el sector compuesto predominantemente por areniscas superiores, meteorización parcial y distensión que ocasionó la formación y apertura de diaclasas y fracturas, subparalelas al talud. El mal manejo de aguas lluvias y servidas propició que el agua percolara por tales diaclasas y fracturas, ocasionando una meteorización más intensa de la roca y empuje que condujo al desprendimiento de bloques. Este proceso ha tenido lugar a lo largo del talud entre la calle 49 bis sur y la calle 49A sur. Actualmente se observan en la parte alta del talud, en esta misma zona, cinco bloques inestables, con fracturas subverticales, paralelas al talud, que deben ser removidos para evitar un accidente por su desprendimiento natural.

Se detectaron además en el sector central del talud dos cicatrices de movimientos de masa complejos, donde se puede observar una componente rotacional; el primero de ellos, más antiguo, afectó un área de aproximadamente 16 m2 , y el segundo, más reciente (2 años), de 100 m 2. El mecanismo de movimiento parece originarse en las arcillolitas que conforman la base del talud en un sector donde éstas afloran y están sometidas a procesos de reblandecimiento.

La zona del talud localizada entre las calle 49 Bis Sur y la carrera 11 no presenta procesos de remoción en masa, sin embargo los taludes son subverticales a verticales, con procesos de erosión superficial laminar y en surcos que deben ser controlados para evitar su degradación.

Aproximadamente a nivel del contacto entre las areniscas y la secuencia de arcillolitas abigarradas, sobre la carrera 11 D, el talud se suaviza y se torna inestable mostrando deslizamientos. En esta zona se presentó un deslizamiento que afectó una cuña cuyo volumen se estima mayor de 2.000 m^3 y que puso en peligro las viviendas localizadas tanto en la parte baja del talud, como las localizadas sobre la Carrera 11D.

Sobre esta última calle se dibujó una grieta con una extensión de 60 a 70m, que en el transcurso de cuatro semanas se fue desarrollando con movimientos inicialmente muy pequeños, en el rango de milímetros y posteriormente en forma rápida hasta alcanzar un desplazamiento de 4 a 5 m. al momento de iniciar los trabajos de estabilización. El movimiento de la cuña causó un abombamiento en la base del talud y la caída rotacional de la parte superior del mismo y a la vez fracturamiento a lo largo de la pendiente del talud. Tanto en la parte superior como en la base del talud afloraron flujos pequeños de agua.

Los materiales removidos conforman una topografía irregular, en ellos hay bloques de diversos tamaños dentro de una matriz arenosa o sobre el nivel del terreno; se considera que también estos depósitos son potencialmente inestables, y susceptibles de conformación de flujos de lodo en presencia de lluvias intensas, especialmente los ubicados a la altura de la calle 49 sur, que pueden tener un espesor promedio de 7m. Este sector fue tratado con las obras de descarga, contención y drenaje, puestas en practica por la UPES dentro del plan de Emergencia.

La parte alta de la zona de estudio es de topografía suavemente ascendente y homogénea controlada por el buzamiento de los estratos; las viviendas se asientan sobre los suelos residuales de la secuencia de areniscas. La parte inferior de la zona de estudio tiene topografía plana, producida artificialmente por las excavaciones que allí se realizaron; las viviendas se asientan sobre un relleno de materiales de desecho que cubre la secuencia de arcillolitas. En estos dos sectores no se presentan procesos que puedan tener alguna incidencia sobre la estabilidad del talud.

2.3 Estratigrafía

El tope del talud está conformado principalmente una secuencia de areniscas finas con pequeñas intercalaciones de limolitas y arcillolitas, que aflora en su parte más nueva al Suroriente, mientras que hacia el Noroccidente van apareciendo las cabezas de las capas más antiguas; hacia la base del talud, sobre el sector occidental se observa la presencia de un grueso nivel de arcillolitas de colores abigarrados.

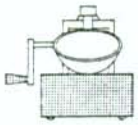
Las arcillolitas parecen corresponder a la Formación Bogotá (Te), dada su localización en un sector donde por tradición se han explotado las arcillolitas de esta Formación para la fabricación de ladrillos, aparece con un espesor que supera los 10 m y presenta además las características descritas para tal Formación.

En la columna estratigráfica generalizada de la Sabana de Bogotá[2] se describe como una arcillolita abigarrada (gris, violácea, morada, roja), bien estratificada, con algunos bancos de arenisca micácea gris de grano fino hacia la parte superior. El contacto superior con la Formación regadera, es discordante en el área de Tunjuelito, pero en forma regional es concordante[3].

INGEOMINAS, 1995[4] clasifica la secuencia de areniscas como perteneciente a la Formación Regadera(Ter). Sin embargo, cabe también la posibilidad de que sea la parte superior de la Formación Bogotá, que como se describió anteriormente

---

[2] Columna Estratigráfica Generalizada de la Sabana de Bogotá.
[3] J. De Porta, 1974. Lexique Stratigraphique International. Volume V, Colomie.
[4] INGEOMINAS, 1995. Estudio Geotécnico sector Playón - Playitas, Fase II.



está conformada por areniscas finas micáceas, mientras que la Formación Regadera se ha descrito corrientemente como una secuencia de areniscas cuarzosas y feldespáticas de grano medio a grueso, en bancos muy gruesos y conglomerado guijarroso muy frecuentes hacia la base; alternan las areniscas y los conglomerados con delgadas capas de arcillolitas[5]; forman parte del área de influencia del cono de deyección del río Tunjuelito. Se adopta en este estudio la convención usada por INGEOMINAS, por encontrarse que la mineralogía corresponde con la reportada para la Formación Regadera, más que para la Formación Bogotá y se describen de más antiguo a más joven.

Secuencia de Arcillolitas (Teb)

Afloran al pie del talud infrayaciendo las areniscas y clavándose de acuerdo a su buzamiento de NW hacia SE, desapareciendo al final de la calle 49 sur en la cota 2.579 msnm , mientras que en la parte media del talud en la intersección de la carrera 11D y la calle 50 bis sur sube a la cota 2.588 msnm y hacia el borde occidental se encuentra en la cota 2592msnm. Se detectaron además, en la perforación P-2 sobre la cota 2.586.5 msnm en donde se perforaron 3 m de esta secuencia y en el Apique 1, (cota 2.577 msnm) en donde se excavaron 2.5 m.

En los afloramientos localizados en el talud, las arcillolitas son moradas a grisáceas; consolidadas se agrietan en superficie y se parten en fragmentos muy duros, de 3 cm de diámetro promedio, con superficies lisas. A medida que se profundiza en el horizonte, los fragmentos en que puede partirse son algo mayores, con superficies de fractura lisas, brillantes, con algunas estrías. En la calle 49 Sur con Carrera 11B se identificó un nivel de unos 20 cms, que muestra cisallamiento, partiendo en superficies sedosas que se diferencia de los niveles superior e inferior, siguiendo la estratificación.

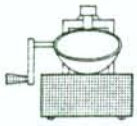
En el apique realizado en el sector, la arcillolita se presentó poco húmeda, algo plástica, por lo cual al intentar partirla se deformaba; estaba cortada por pequeñas fracturas subverticales con un color amarillento, onduladas, irregulares, lisas, cerradas y por una fractura subhorizontal ondulada, con una lámina de óxido de hierro de 2 mm de espesor. En la perforación P-2 se reportó con una consistencia muy dura y pequeñas intercalaciones de arena fina.

Secuencia de Areniscas (Ter)

Afloran en el talud o escarpe subvertical objeto de este estudio, entre las cotas 2596 y 2580 msnm. En la perforación P1 localizada en la cota 2597 msnm se perforaron 18 m, mientras que en la perforación P2 situada en la cota 2596 sólo se perforaron 9 m antes del contacto con las arcillolitas moradas.

---

[5] Columna Estratigráfica Generalizada de la Sabana de Bogotá.



En el área de estudio se diferenciaron dos niveles: Uno inferior (Ter2) conformado predominantemente por areniscas con intercalaciones menores de capas y lentes de limolitas y arcillolitas; son de grano fino a medio, de gran homogeneidad, friables, porosas, bien seleccionadas, de colores amarillo a pardo amarillento y grises, en bancos de 0.5 a 4 m de espesor; localmente son limosas. Presentan estratificación laminar y cruzada y costras de óxidos de hierro de hasta 3 cm de espesor separando los distintos bancos. Su espesor varía de Oriente a Occidente entre 15 y 8 m aproximadamente. Son muy duras de excavar, pero los fragmentos se dejan romper relativamente fácil con la mano mostrando friabilidad, razón por la cual en los sondeos realizados no se recuperaron núcleos, sólo algo de arena.

Las capas y lentes de limolitas y arcillolitas, intercalados con las areniscas, son más frecuentes hacia la parte superior del talud y constituyen el nivel superior (Ter1). Conforman bancos de 10 cm a 1 m de espesor, caracterizados por su color grisáceo a amarillento, su mayor meteorización y erosión, su permeabilidad primaria es menor que la de las areniscas, pero su permeabilidad secundaria puede ser mayor por cuanto hay un mayor fracturamiento y fisuración; se parten en fragmentos pequeños, duros para el caso de las arcillolitas y friables para las limolitas; láminas de óxidos de hierro separan las superficies de estratificación. Es común encontrar que aproximadamente el primer metro y medio de la secuencia se encuentre meteorizado, además de las superficies expuestas.

Suelo Residual de la Formación Regadera (Qsr)

Corresponde a la capa meteorizada de la formación Regadera sobre la cual se asientan las viviendas en la parte alta de la zona de estudio; constituye los primeros dos metros aproximadamente de la secuencia de areniscas con intercalaciones frecuentes de limolitas y arcillolitas de color amarillento a grisáceo; localmente hay bancos de arena de espesores mayores de 2 m. Esta secuencia se presenta altamente fisurada por lo cual se deshace completamente al excavarla.

En esta formación se presentan procesos erosivos y desprendimientos de borde provocados por la afluencia de aguas que llegan al talud.

Residuos de Explotaciones Mineras (Qre)

Corresponden a los materiales residuales de las antiguas explotaciones de las arcillolitas y areniscas de las formaciones Bogotá y Regadera respectivamente. Se extienden sobre la parte baja de la zona de estudio y están constituidos por la mezcla de materiales arcillosos y arenosos, inconsolidados, con un espesor variable entre 1 m y 2.5 m aproximadamente.
En esta formación no se presentan procesos erosivos que puedan incidir sobre la estabilidad del talud.

Depósitos de Ladera (Qdp)

Se localizan sobre la formación Bogotá y parcialmente sobre la Regadera, en la parte inferior del talud entre las calles 50 sur y 49 sur aproximadamente. Son los materiales inconsolidados, poco estables, producto de los deslizamientos de masas de suelo residual y bloques provenientes de los escarpes dejados por las antiguas explotaciones mineras. Se calcula que su espesor no supera los 3 m en la parte occidental del talud, mientras que hacia la parte media puede alcanzar hasta los 7 m de espesor. Parte de estos materiales fueron removidos con las obras de emergencia.

2.4. Aguas Subterráneas

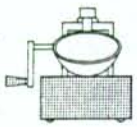
El talud en estudio se en marca dentro de una amplia zona de explotación de materiales caracterizada por excavaciones con cortes profundos, que constituyen de por si depresiones del nivel freático, hacia donde fluye toda el agua infiltrada en la zona respectiva de recarga.

En el caso específico del talud de Playón- Playitas se establece un nivel superior de areniscas con buena permeabilidad secundaria basada en el fracturamiento y diaclasamiento y permeabilidad primaria media a baja, con espesor aflorante de 5 a 20 m que tiene buzamiento generalizado al NE-SE, sobre arcillolitas consolidadas de permeabilidad muy baja, que constituyen un acuicierre, lo cual plantea una situación de flujo bien definida por dos vectores, por una parte en dirección del talud y por otra hacia el E-SE en dirección de la estratificación.

La topografía de la zona aferente al talud es suavemente inclinada estimándose que el área de recarga es del orden de tres hectáreas. Teniendo en cuenta el período seco por el cual se pasa en la actualidad, la alta permeabilidad de las areniscas que conforman el tope de la secuencia y la pequeña área de recarga, era de esperarse que no se encontraran manifestaciones de agua subterránea o subsuperficial, como de hecho sucedió en las perforaciones.

La presencia de láminas de óxidos de hierro en las superficies de algunas fracturas de las arcillolitas tanto subverticales como subhorizontales, y el color amarillento que presentaban algunas de las fracturas en los apiques sugiere la circulación de agua a través de estas discontinuidades.

En cuanto a las areniscas se presume que hubo en el pasado y puede haber circulación de aguas por cuanto hay costras de óxidos de hierro en las superficies de estratificación y de fracturamiento, además de oxidación y relleno de fracturas con materiales limosos recientes.



Sobre la parte Central y Noroccidental del talud se observaron sin embargo humedades relacionadas con fugas de los alcantarillados y afluencias incontroladas de casas no conectadas a los colectores, cuyas aguas servidas se infiltran y causan erosión en las paredes de las diaclasas y fracturas y desprendimientos en el borde del talud , situación que pudo ser comprobada en las excavaciones. Es claro que la infiltración de estas aguas ha contribuido además en buena parte a la inestabilidad del talud, ablandando las arcillolitas y generando presiones hidrostáticas, por lo cual cualquier solución se debe iniciar con el manejo adecuado de las aguas domésticas.

3. MANEJO DE AGUAS

3.1. Análisis Hidrológico E Hidráulico.

El área en estudio se localiza en la parte baja de la subcuenca de la Quebrada Chiguaza. Su sistema de drenaje está determinado por la escorrentía superficial, producto de la lluvia, cuyo recorrido está definido por las características geomorfológicas de la zona, generando a su paso frentes erosivos y ablandamiento de la masa superficial del suelo.

- PRECIPITACIÓN

Se muestran los registros totales mensuales de precipitación en la Estación La Picota manejada por la CAR. Dicha estación es una estación pluviométrica y es la más cercana a la zona en estudio encontrándose localizada en la subcuenca de la quebrada Chiguaza. Los registros indican una precipitación media multianual de 632 mm para el período comprendido de 1980 hasta 1990

El histograma con los datos de lluvia mensual nos indica la característica general de la distribución anual de las lluvias mostrándose en forma bimodal con períodos lluviosos entre los meses de octubre a noviembre y marzo a junio y períodos secos entre los meses de diciembre y febrero y de julio a septiembre. La precipitación máxima mensual se presenta en el mes de octubre con un valor de la media de 86.4mm. Es necesario aclarar que en el año de 1997 y comienzos de 1998 no se ha regido por los registros históricos y los períodos de lluvias se han visto afectados por el llamado fenómeno de El Niño.

LLUVIA PROMEDIO

MES	LLUVIA MEDIA	%
ENE	22,1	3,50%
FEB	44,6	7,06%
MAR	53,3	8,43%
ABR	85,1	13,47%
MAY	79,7	12,61%
JUN	48,6	7.69%
JUL	37,5	5,93%
AGO	36,8	5,82%
SEP	39,3	6,22%
OCT	86,4	13,67%
NOV	63,9	10,11%
DIC	34,7	5,49%

- CAUDAL MÁXIMO

Para determinar el caudal máximo esperado se utiliza en el presente caso el método racional dadas las condiciones de área de drenaje pequeña(40313.24 m^2 = 4.03 Ha).

El método racional emplea la Ecuación:
Q = C * i * A
Donde : Q = Caudal producido por un aguacero de intensidad y, uniformemente distribuido sobre el área de la cuenca A. El término C se denomina coeficiente de escorrentía y su valor numérico varía entre 0 y 1 dependiendo de las condiciones de permeabilidad de la zona a drenar según las características fisiográficas de la cuenca y de la cobertura del suelo. Para efectos del diseño se utiliza el coeficiente establecido el estudio realizado por INGEOMINAS para la misma zona, o sea, C = 0,50 que corresponde a una zona suburbana.

Para determinar la Intensidad de la lluvia se estableció el tiempo de concentración tc obteniéndolo de la figura No 1 del manual de ACODAL de la EAAB., entrando con el siguiente dato:

Pendiente del terreno en % = 16.0%

Se obtiene una velocidad de 1.7 m/seg para la cual el tc = 400m/1.7 = 235.29 segundos = 3.92 minutos. Para efectos de diseño se toma un tiempo de concentración mínimo de 10 minutos.

Se emplea una frecuencia del aguacero para diseño de las obras de drenaje para una zona residencial de 20 años de acuerdo a la tabla No 2 de ACODAL.

De la figura No 5 de ACODAL obtenemos una intensidad i=1.15 *180lt/ha/seg. = 207 lt/ha/seg.

Por tanto:

Q = 0.5 * 207 lt/ha/seg * 4.03 Ha

Q = 417 Lt/seg = 0.417 m^3/seg.

Para el caudal máximo esperado en una frecuencia de 20 años, se calculará la sección mínima para una cuneta trapezoidal interceptora de aguas lluvias dispuestas en la orilla de la vía y en las bases y coronas de los taludes.

- DISEÑO DE CUNETAS

Para el cálculo de cuneta se preestablece una sección trapezoidal utilizando para su cálculo la Ecuación de Manning:

$Q = 1/n * R^{0.667} * s^{0.5} * A$

En la cual:

n = Coeficiente de rugosidad de Manning
A = Area en metros cuadrados
R = radio hidráulico en metros
s = pendiente en m/m
Q = caudal en metros cúbicos por segundo = 0.417

El n correspondiente a concreto es de 0.013

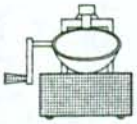
Realizando los cálculos para una sección trapezoidal de máxima eficiencia con un talud 1:1 y con una pendiente aproximada de 4% obtenemos una base b = 0.20, una altura de la lámina de agua H = 0.25 para el cual el borde libre es de 0.08.. Por consiguiente la sección trapezoidal en concreto simple será de altura 0.33m, base 0.20m y un ancho en la corona de 0.86m. Area mojada de 0.1125 m2 y Velocidad de 3.71m/seg

Dadas las condiciones físicas del sitio se hace muy difícil acomodar una cuneta de estas dimensiones razón por la que se recomienda realizar entregas parciales al sistema de alcantarillado disponible para disminuir el área de drenaje de las cunetas y por consiguiente su sección.

Si logramos disminuir las áreas de drenaje a una hectárea tendremos un Q = 0.103 m3/seg para el cual la sección se reducirá a una base b = 0.12m con una altura h = 0.20 y un ancho en la corona de 0.52m que resulta mucho mas fácil de acomodar en las condiciones planteadas de recuperación del talud.

Los cruces del alineamiento de las cunetas con las calzadas se realizarán en tubería debidamente reforzadas en concreto simple y a una profundidad que garantice la continuidad en la pendiente longitudinal. Para un caudal de 103lt/ seg y con una pendiente del 8% se requiere según la formula de Manning un tubo de 8 pulgadas de diámetro, el cual compagina con el alcantarillado disponible en la zona, que se encuentra construido en 8".

En el punto de congruencia de las cunetas superiores, o sea por la calle 49 Sur con carrera 11B, se captarán las aguas para conducirlas por un alcantarillado pluvial, bordeando la parte superior del talud hasta empatar provisionalmente con el alcantarillado existente de 8".



El cálculo de éste posible alcantarillado se presenta a continuación:

Q de diseño = 0.417 m³/seg.

Tramo	Cota Super.	Tern. Infer.	Longtud	Pendi. Tuber.	Cota Super.	Clave Infer.	Q	Q Disñ.
1 - 2	2599.80	2596.70	17.00	16%	2598.60	2595.88	12"	403.53
2 - 3	2596.70	2593.60	19.00	16%	2595.50	2592.46	12"	40.3.53
3 - 4	2593.60	2591.22	16.00	16%	2592.40	2589.84	12"	403.53
4 - Exist.					2587.34		8"	

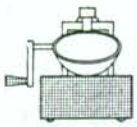
Este alcantarillado pluvial proyectado en este sector estará en condición de conducir las aguas lluvias de toda el área de drenaje, pero por no existir alcantarillado pluvial disponible se entrega al pozo existente en la calle 50 Sur con carrera 11D del alcantarillado sanitario existente en 8", el cual indudablemente no tiene capacidad para conducir simultáneamente las aguas negras y las aguas lluvias y se rebosarán cuando circulen los caudales máximos. De este hecho radica la importancia de contemplar el diseño y la construcción de sistemas definitivos de alcantarillado sanitario y pluvial, pues hasta que este hecho no suceda el drenaje de la zona presentará deficiencias imposibles de subsanar con los alcances del presente estudio.

La cuneta de la corona del talud fue complementada con dos disipadores de energía para contrarrestarle velocidad al agua y por consiguiente sus efectos nocivos.

Todo cambio de cuneta a tubería o viceversa se realizará construyendo un desarenador intermedio de las medidas indicadas en los planos.

Para la entrega de las cunetas de coronación y de la berma al sistema de alcantarillado se hace necesario el empleo de cámaras de caída de acuerdo a los modelos de la Empresa de Acueducto y Alcantarillado de Santafé de Bogotá.

El filtro ubicado bajo el terraplén inferior del sector uno drenará a través de una tubería para filtro en PVC y se realizarán entregas parciales al sistema de alcantarillado existente. De igual manera las trincheras de drenaje se construirán con una pendiente en el fondo de 0,5% entregando a las cunetas dispuestas. Estos últimos diseños son complementarios a los diseños geotecnicos de protección y rehabilitación.



3.2 Alcantarillados

Aguas Negras

La zona dispone actualmente de alcantarillado sanitario construido por la comunidad o por los urbanizadores sin obedecer a un proyecto revisado y mucho menos aprobado por la Empresa de Acueducto y Alcantarillado de Bogotá. Existen domiciliarias que desaguan hacia el talud.

La Urbanización Playitas adelantó y obtuvo aprobación de un proyecto de Alcantarillado Sanitario que cubre únicamente el área de la urbanización y entrega al sistema existente en la Avenida Caracas. El pozo proyectado más cercano al sitio del problema se encuentra localizado aproximadamente a 300m. Dentro del manejo de aguas que se planteará mas adelante no se contempla diseño ni construcción de nuevos sistemas de alcantarillado sanitario salvo solicitud expresa del UPES.

Aguas Lluvias

La zona no dispone de un sistema de alcantarillado pluvial, las aguas fluyen superficialmente hacia cunetas de concreto en mal estado y en la mayoría de los casos más altas que la calzada debido a la erosión de la misma. Las cunetas se encuentran conectadas a los pozos de aguas negras existentes. La sección transversal de la vía se encuentra con caída hacia el talud y sin ningún tipo de recubrimiento o protección o sea en terreno natural.

La totalidad de las vías por donde circula el agua lluvia está sin pavimentar y dadas las altas pendientes se logra en un corto tiempo velocidades muy altas que ocasionan erosión y arrastre de material fino a las cunetas y conductos de aguas. La zona presenta un alto porcentaje de lotes vacíos.

Al igual que las aguas Negras existe proyecto aprobado en la EAAB que cubre la Urbanización Playitas y que será construido conjuntamente con el INSTITUTO DE DESARROLLO URBANO en su plan de Accesos a Barrios el próximo año. El pozo proyectado mas cercano de la zona en estudio se encuentra aproximadamente a 400m.

4. ALTERNATIVAS DE MANEJO GEOTECNICO

4.1 General

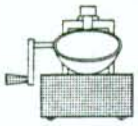
Ante la situación de inestabilidad del costado Noroccidental del talud, La UPES procedió a adelantar acciones de emergencia que permitieran controlar la situación, llevándose a cabo el retiro del material inestable, la construcción de filtros subsuperficiales, la recuperación del terreno con un terraplén compactado, confinado en la base con gaviones; el complemento del relleno con tierra armada, la construcción de drenes horizontales y el empradizado del talud del terraplén. Con estas obras se mejoró la estabilidad hasta factores de seguridad aceptables, tal como se indica en las figuras 1 a 4 donde se muestran los resultados de los análisis bajo diferentes condiciones de carga, tanto estáticas como dinámicas. Sin embargo, esta situación es sólo para la zona que se deslizó, quedando remanentes en su vecindad que amenazan con deslizarse, por lo cual es necesario complementar las acciones puestas en práctica por la UPES en el sector de la emergencia.

Para este manejo se proponen tres fases de manera que se vaya mitigando la amenaza con cada una de ellas y se puedan desarrollar a medida que se disponga de los recursos, sin poner en peligro la integridad de los habitantes del sector.

4.2 Acciones Mínimas

Con esta fase se pretende complementar lo ejecutado, mediante el retiro de los materiales en inminente caída y la dotación del terreno de elementos mínimos que le permitan mantener su estabilidad por un tiempo prudencial, el cual puede ser variable, dependiendo del mantenimiento de los sistemas de drenaje, al punto que se puede convertir en permanente. Sin embargo, se sacrifica temporalmente el acceso vehícular a la parte alta, mientras se terminan las labores de demolición de las edificaciones de la parte superior y de conformación de la vía, además se requiere de labores de vigilancia permanente para estar pendiente de la evolución del fenómeno y poder retirarse en caso de emergencia; éstas labores de vigilancia puede adelantarlas la Comunidad (JAC) con la asesoría de la UPES.

En resumen estas acciones mínimas consisten en el retiro de los materiales propensos a caer y que se han estado cayendo, que se encuentran inmediatamente al oriente de la zona tratada, conformando una rampa hasta el nivel de la berma superior que allí se conformó; al lado de la rampa se retirarán los materiales que conforman la saliente del terreno, las cuales se encuentran intensamente fracturados, en el plano 2 de 4 se indica este movimiento de tierras.



Además para proteger el remanente del escarpe del deslizamiento ya tratado, se recomienda colocar una cobertura de malla – mortero, agarrada al terreno con taches (varillas de ¾" hincadas); esta cobertura debe quedar solidaria con la cuneta inferior y conformar en la parte superior, en lo que quedó de la vía, una batea amplia que impida el escurrimiento por la cara del talud y conduzca estas aguas al sector de la rampa de acceso a la berma superior, donde entregarían en el sistema de desagüe construido.

En el acceso a la parte superior y contra la edificación existente a la derecha, en el flanco derecho del deslizamiento, existen unos vacíos por donde puede ingresar agua al subsuelo y humedecer la vivienda y la base de sus cimientos, se recomienda llenar estos vacíos con suelo colocado y apisonado en capas y luego cubrirlo con malla-mortero, dejando pendiente hacia la vía. Es fundamental que los sistemas de alcantarillado y acueducto se mantengan en perfecto estado.

Con estas acciones se mitigarían las amenazas inmediatas y se contará con factores de seguridad ligeramente superiores a la unidad salvo en la zona ya tratada donde el factor de seguridad, con sismo, está alrededor de 1,5. Deben esperarse caídas de bloques del talud oriental en caso de sismo medio a fuerte; consideramos que no se requiere de la demolición de más viviendas y que una vez conformada la vía por la zona donde actualmente se efectúa la demolición, se puede habilitar el transito vehicular por la parte alta.

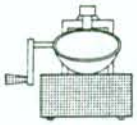
4.3 Acciones para estabilizar el conjunto

Para la estabilización del talud, en condiciones ligeramente mejores al promedio de la ciudad se propone básicamente la descarga de los taludes, mediante terraceo, en la forma indicada en el plano 3 de 4; esta actividad puede llevarse a cabo con bulldocer, cargador y volquetas.

Requiere que se hayan adelantado las acciones mínimas y debe complementarse con labores de vegetación del terreno, de manera que se siembren árboles en la base del talud, conformando una barrera, empradización de los taludes y siembra de arbustos en las terrazas; el sistema de drenaje diseñado por GEOCONSULTA debe completarse en ésta etapa y ajustarse a las condiciones del terreno, teniendo en cuenta que no se demolerán todas las edificaciones que se habían considerado en el Estudio de GEOCONSULTA.

Es importante que los terrenos donde se encontraban las viviendas que están siendo demolidas se conformen como parque (polideportivo en la parte inferior) o parqueaderos pavimentados.

Con estas acciones se mejoraría notablemente la estabilidad del talud, sin embargo debe esperarse caída de algunos bloques en caso de sismo fuerte y



eventualmente erosión de los taludes, mientras la vegetación esta completamente arraigada.

4.4 Acciones óptimas de manejo

Como alternativa a las acciones anteriores se propone reconformar el flanco izquierdo del deslizamiento, mediante la descarga y terraceo de este sector del talud y cobertura y amarre de los demás sectores del talud con concreto lanzado y pernos, en la forma indicada en el plano 4 de 4; en la parte superior del talud se debe conformar una cuneta revestida que impida que el agua superficial penetre bajo la pantalla, además esta pantalla debe estar dotada de lloraderos en los tramos intermedios entre los pernos de anclaje y de una batería de drenes de 20 m de longitud dispuestos en la base del talud con una separación de 10 m. Además debe adelantarse la construcción del sistema general de desagüe recomendado por GEOCONSULTA, haciendo las modificaciones que se requieran, directamente en el terreno al momento de ejecutar las obras, teniendo en cuenta que no es necesario demoler todas las edificaciones que se habían considerado inicialmente.

Estas obras pueden complementarse con la siembra de árboles en la base del talud, frente a las pantallas, con el fin de mejorar el aspecto del talud y camuflar la obra.

Con estas acciones se obtendrían factores de seguridad superiores el promedio de otros taludes de la ciudad y se tendrían hábiles las vías del sector, específicamente la de la parte superior.

4.5 Monitoreo

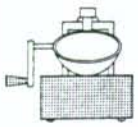
Dado que con ninguna de las alternativas propuestas se puede eliminar la amenaza, solamente se minimiza, se recomienda contar con un sistema de monitoreo, consistente de mojones en los que pueda determinarse fácilmente su posición por medios topográficos o manuales; para lograrlo se recomienda colocar los mojones alineados de manera que con hilo, plomada y cinta métrica se pueda determinar cualquier cambio de posición de éstos, la medición se puede complementar con la nivelación de los puntos, lo cual pueda hacerse con manguera de albañil, midiendo la diferencia de nivel entre mojones sucesivos.

Si se desea efectuar el control con métodos topográficos, sería conveniente materializar en el sector por lo menos tres mojones (Bm), localizados en sitios "estables", intervisibles, a distancias no mayores de 300 m y deben estar amarrados geodésicamente a la red Nacional del IGAC con precisión de segundo orden, desde éstos mojones se adelantarían las labores de control topográfico.

Estas mediciones deben hacerse inicialmente con una frecuencia semanal, durante los tres primeros meses, luego si los cambios son menores (< 3mm) se pueden espaciar a frecuencia mensual y eventualmente hasta semestral; sin embargo si en alguna medición se evidencia un cambio de más de 3 mm en la posición o nivel de 2 o más puntos se debe aumentar la frecuencia a semanal hasta que las diferencias sean menores de 3 mm.
La información obtenida en las mediciones, debe procesarse inmediatamente éstas se lleven a cabo y presentarla en gráficas de desplazamiento contra el tiempo, ojalá correlacionándola con registros de precipitación (cantidad e intensidad) y de sismos y cuando los movimientos se aceleren se debe informar a los profesionales especializados para determinar las acciones que se deben seguir.

Simultáneo con las mediciones de posición y nivel de los puntos de control, se debe verificar el estado de las edificaciones vecinas, mediante un inventario de grietas y la instalación y observación de testigos de yeso o grietómetros en éstas, la observación de marcos de puertas y ventanas y la atención de las quejas y observaciones de los vecinos.

Las labores de monitoreo deben complementarse con reconocimientos periódicos hechos por profesionales con formación y experiencia en Geotecnia, estos reconocimientos pueden ser semestrales, o cuando se presenten anomalías en los resultados del monitoreo.



5. EVALUACION DE COSTOS

Se presentan en este capítulo unos costos preliminares de las tres categorías de acciones a tomar recomendadas en el capítulo 4 de este informe. Las cifras dadas se han obtenido con base en los costos unitarios empleados en las obras de control de la emergencia presentada a finales del año anterior, las cuales fueron ejecutadas durante los meses de Enero y Febrero del presente año, y otras actualizadas de actividades no contempladas en dicha emergencia.

Las cantidades de obra se obtuvieron de los planos elaborados en este informe, los cuales no contienen detalles, por lo que deben considerarse a nivel de prefactibilidad, con una posible variación de por lo menos un ± 25%, y no incluyen los costos de interventoría y control durante la construcción. Los volúmenes abarcan las zonas indicadas en los planos mencionados adjuntos.

ACTIVIDAD	UND	CANT	VR. UNIT	VR. TOTAL
ACCIONES MINIMAS				
Descargue de los taludes. Incluye arranque, cargue y transporte a botaderos de la zona	MCB	1.000	$16.500	$16'500.000
Conformación de Cuneta (batea) superior. Desarrollo de 1,4 mts	Mts	40.0	$59.000	$2'360.000
Estructura de caída	Mts	4.0	$40.000	$160.000
Malla mortero anclada	Mts	130.0	$55.000	$7'150.000
Colocación de material compactado a manos y sello con mortero.	Gl	1	$500.000	$500.000
Subtotal acciones mínimas				$26'670.000
ESTABILIDAD DEL CONJUNTO				
Descarga y Terraceo de los taludes. Incluye arranque, cargue y transporte de materiales a botaderos de la zona.	MCB	4.500	$16.500	$74'250.000
Empradización de taludes	M2	1.350	$4.100	$5'535.000
Siembra de árboles y arbustos	Un	70	$22.000	$1'540.000
Subtotal Estabilización del Conjunto				$81'325.000
ACCIONES OPTIMAS				
Descargue y terraceo de los taludes. Incluye arranque, cargue y transporte a botaderos de la zona.	MCB	550	$16.500	$9.075.000
Pantalla en concreto lanzado y pernado. Altura media de 6.0 mts.	Mts	160	$1'290.000	$206.400.000
Drenes horizontales	Mts	320	$122.000	$39'040.000
Cuneta revestida. Desarrollo 0.70 mts.	Mts	160	$29.500	$4.720.000
Siembra de árboles	Un	40	$22.000	$880.000
Subtotal Acciones Optimas	Mts			$260.115.000

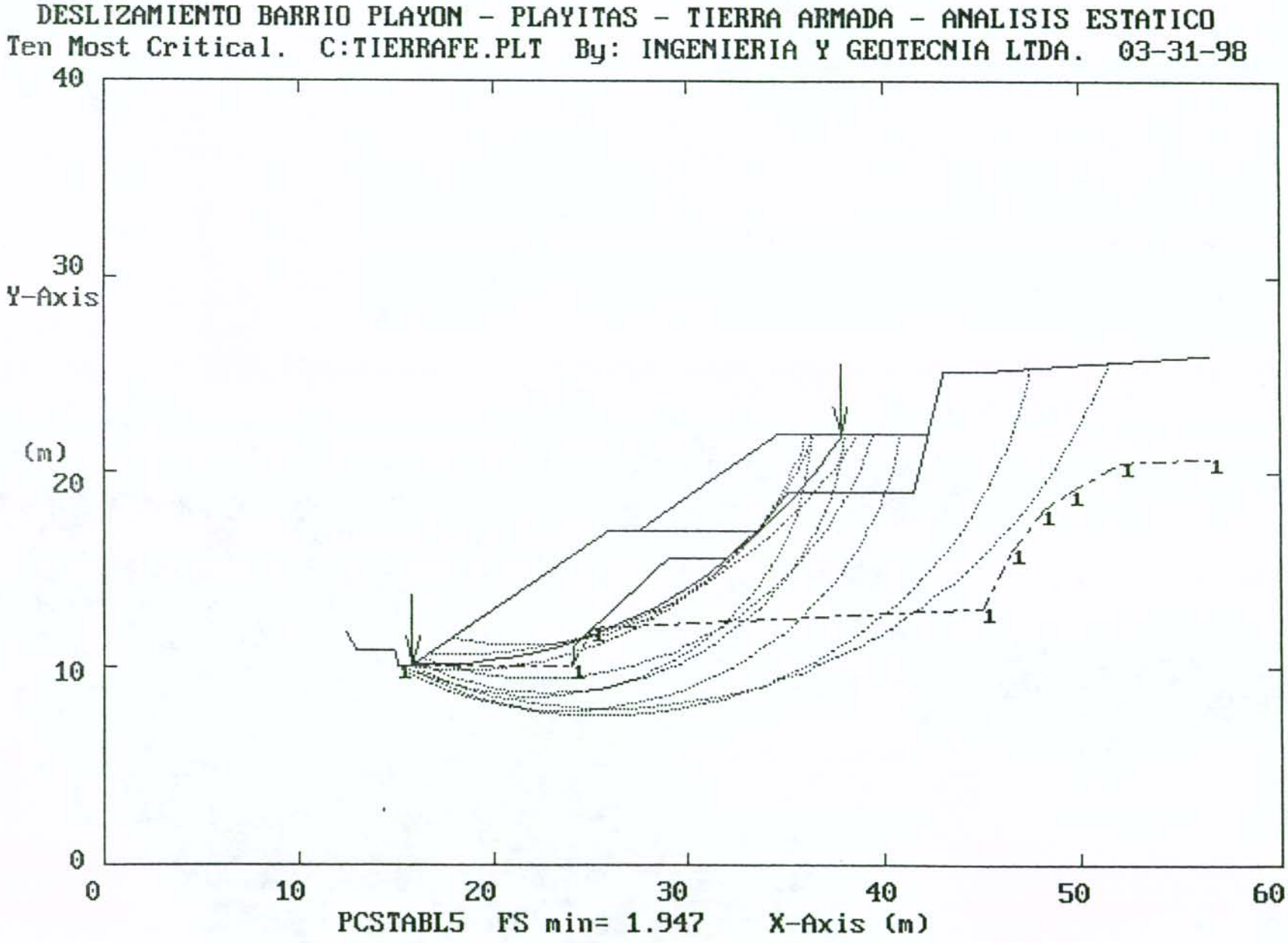


FIGURA 1

000023

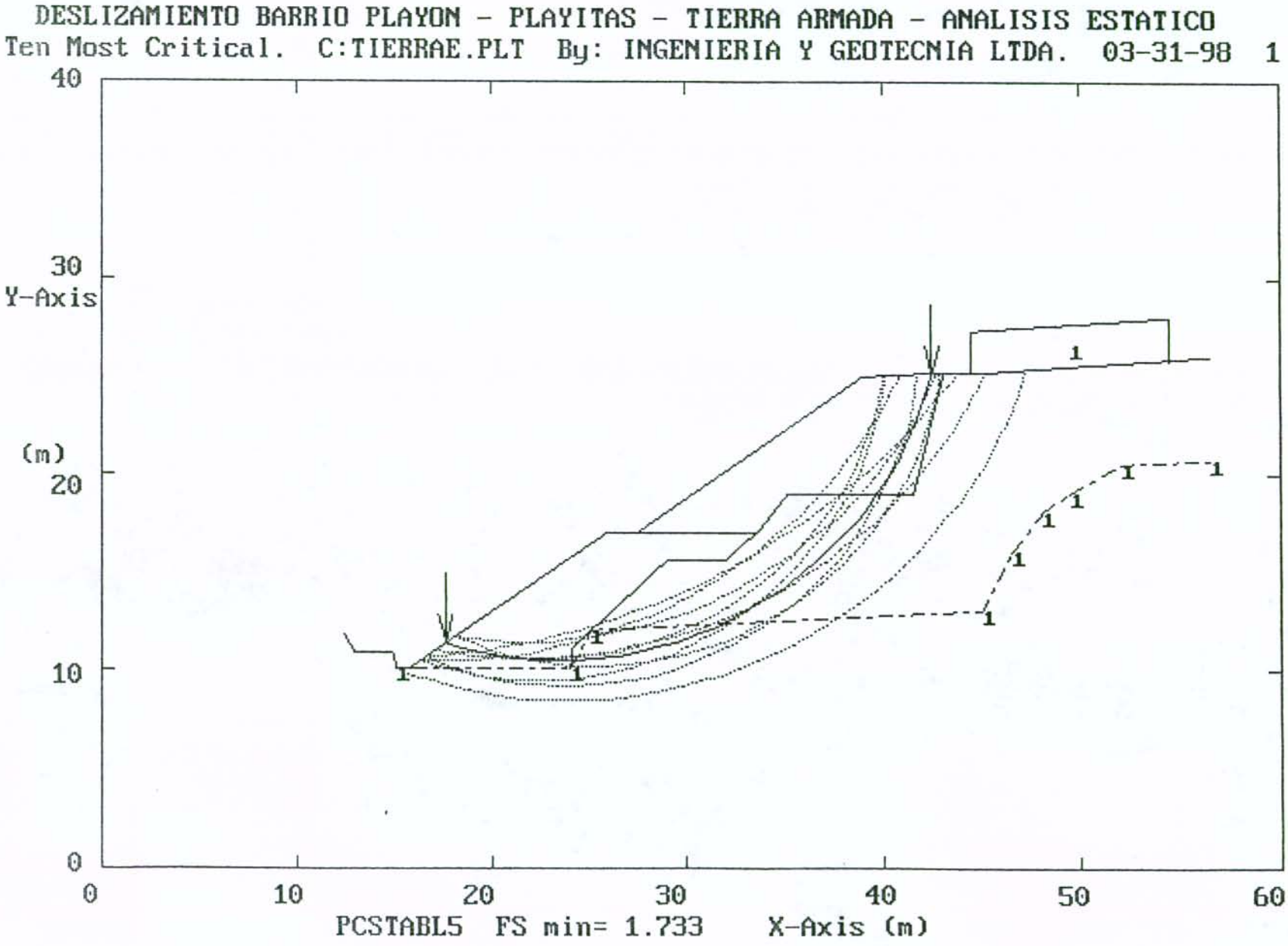


FIGURA 2

420002

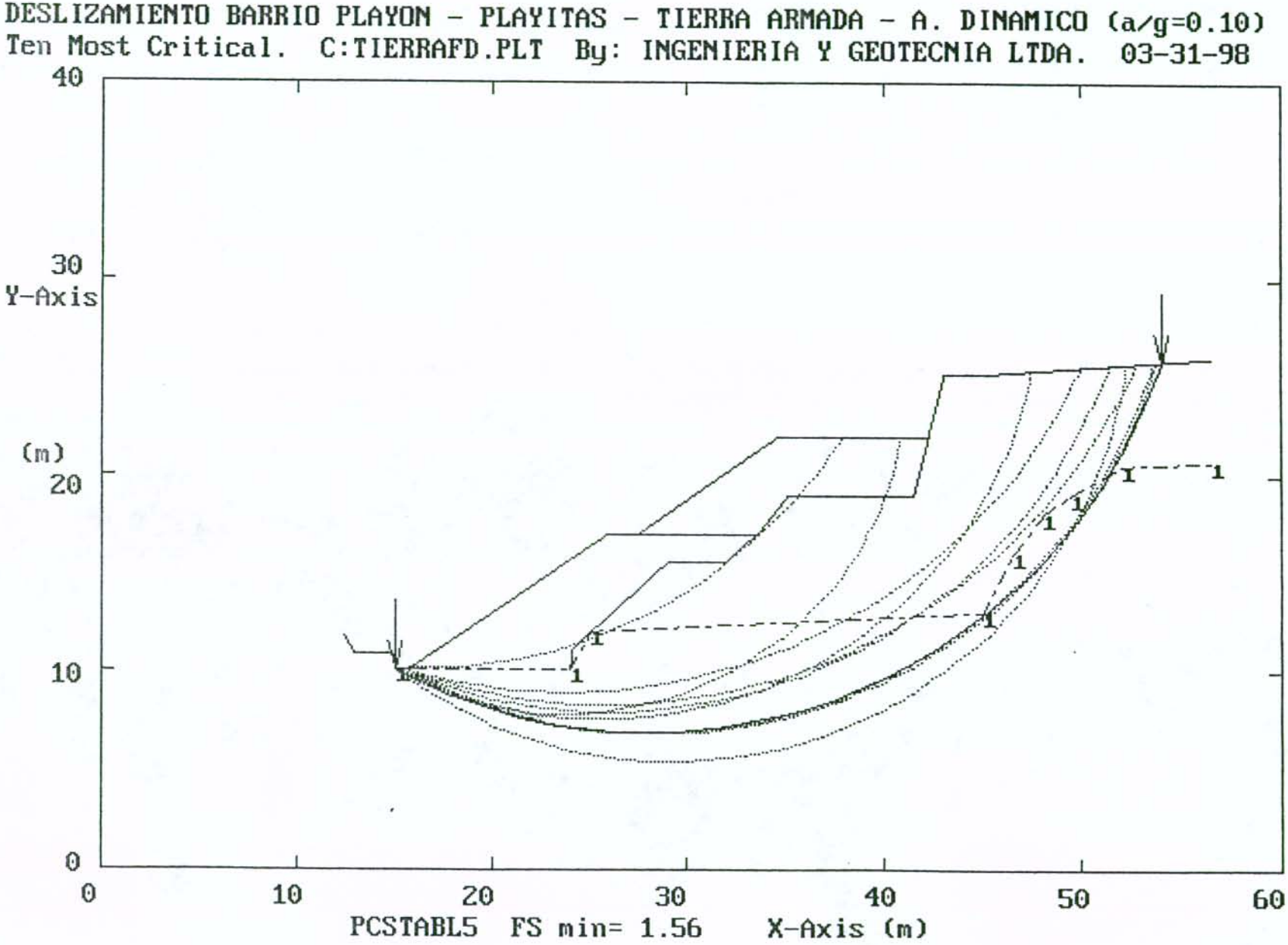


FIGURA 3

000025

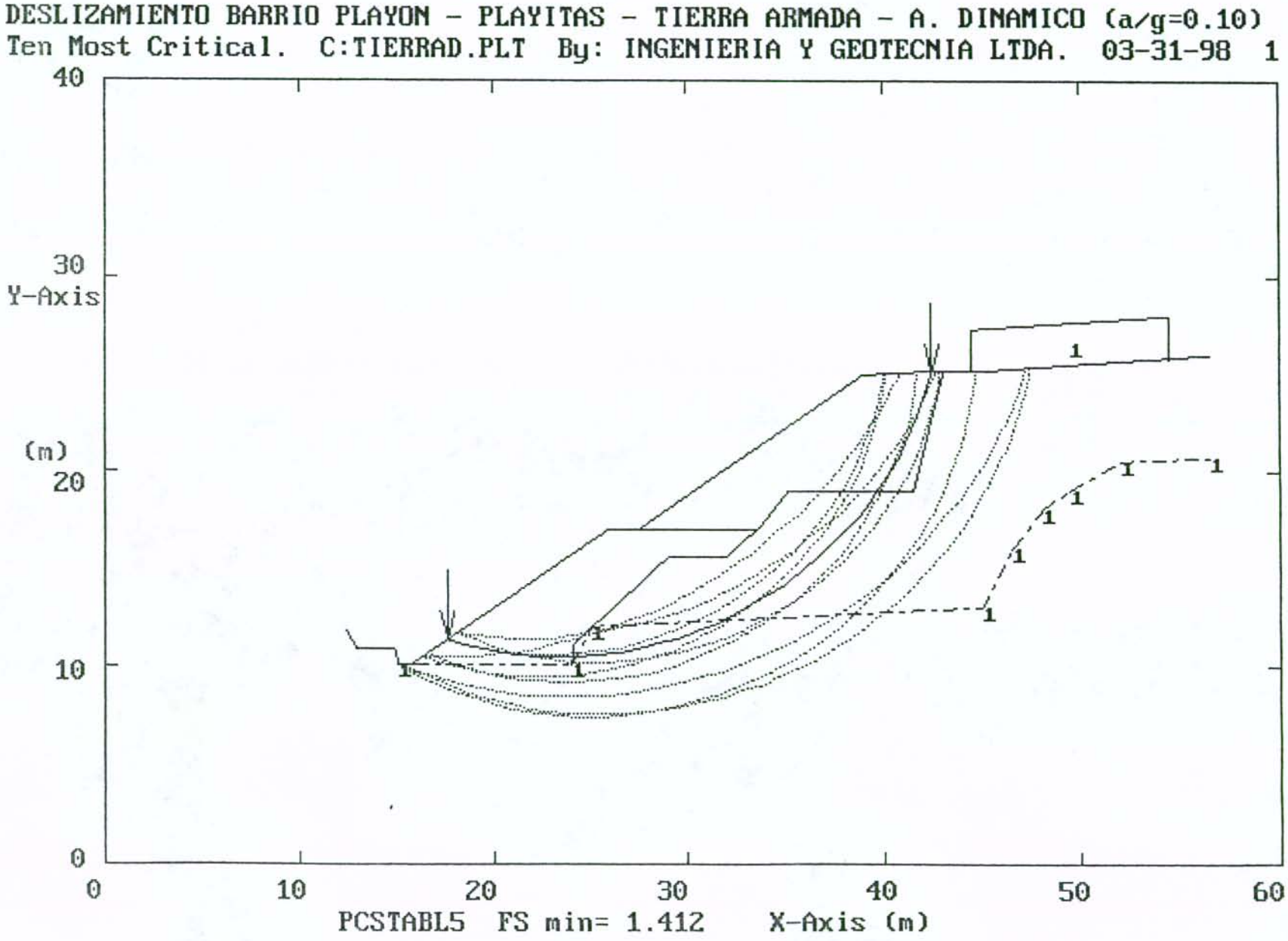
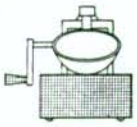


FIGURA 4

000026



PLANOS DE GEOCONSULTA

- GEOLOGICO
- MANEJO DE AGUAS