

E 222,2

000001

**DISTRITO ESPECIAL DE BOGOTA
SECRETARIA DE OBRAS PUBLICAS**

**ESTUDIOS GEOLOGICOS Y GEOTECNICOS DE LOS BARRIOS
LA PAZ-SAN DIONISIO-LOS LACHES Y GIRARDOT**

**INFORME FINAL
DISEÑOS**

BOGOTA D. E. MARZO 1.988

 **ecoforest Ltda.**

INDICE

2.

000002

1.	Introducción	1
2.	Actividades preliminares	2
	2.1. Delimitación de zonas inestables	2
	2.2. Levantamientos Topográficos	3
	2.3. Censo de viviendas afectadas	3
	2.4. Estado de los sistemas de Acueducto y Alcantarillado	4
3.	Estudio Geológico	5
	3.1. Estratigrafía y Geología estructural	5
	3.1.1. Grupo Guadalupe	5
	3.1.2. Formación Guaduas (TG)	6
	3.1.3. Formación Arenisca del Cacho (TCh)	6
	3.1.4. Formación Bogotá (TB)	7
	3.2. Estudio Geológico Barrio Girardot	7
	3.2.1. Estratigrafía y Geología Estructural	7
	3.2.2. Hidrogeología y Drenajes	8
	3.2.3. Morfología del deslizamiento	8
	3.3. Estudio Geológico Barrio los Laches	9
	3.3.1. Estratigrafía y Geología Estructural	9
	3.3.2. Hidrogeología y Drenajes	9
	3.3.3. Morfología del deslizamiento	10
	3.4. Estudio Geológico Barrio San Dionisio	10
	3.4.1. Estratigrafía y Geología Estructural	10
	3.4.2. Hidrología y Drenajes	11
	3.4.3. Morfología del deslizamiento	11
	3.5. Estudio Geológico Barrio La Paz	12
	3.5.1. Estratigrafía y Geología Estructural	12
	3.5.2. Hidrogeología y drenajes	13
	3.5.3. Morfología del deslizamiento	14
4.	Estudios Geotécnicos	20
	4.1. Generalidades	20



4.2. Metodología	20
4.2.1. Recopilación y análisis de información	21
4.2.2. Trabajos de campo	21
4.2.3. Trabajos de oficina	22
4.3. Análisis y resultados Geotécnicos	22
4.3.1. Análisis y resultados Geotécnicos del Barrio Girardot	23
4.3.1.1. Estratigrafía y parametros geomecánicos	23
4.3.1.2. Características de soporte de los suelos	24
4.3.1.3. Análisis de estabilidad	24
4.3.2. Análisis y resultados Geotécnicos Barrio los Laches	25
4.3.2.1. Estratigrafía y parámetros geomecánicos	25
4.3.2.2. Características de soporte de los suelos	26
4.3.2.3. Análisis de estabilidad	26
4.3.3. Análisis y resultados geotécnicos Barrio San Dionisio	28
4.3.3.1. Estratigrafía y parámetros geomecánicos	29
4.3.3.2. Características de soporte de los suelos	30
4.3.3.3. Análisis de estabilidad	30
4.3.4. Análisis y resultados Geotécnicos Barrio la Paz	32
4.3.4.1. Estratigrafía y parámetros geomecánicos	32
4.3.4.2. Características de soporte de los suelos	33
4.3.4.3. Análisis de estabilidad	33
4.4. Conclusiones y recomendaciones	35
4.4.1. Conclusiones	35
4.4.2. Recomendaciones	35
4.4.3. Recomendaciones Generales	37
5. Cantidades de obra y presupuesto	40

1. INTRODUCCION

En desarrollo del contrato No. 399/87 celebrado entre la Secretaria de Obras Públicas del Distrito Especial de Bogotá y Ecoforest Ltda. Ingenieros consultores, con el fin de adelantar los estudios geológicos y geotécnicos de los barrios Girardot, los Laches, san Dionisio y la Paz, ubicados en el Oriente de la ciudad de Bogotá, se presenta el informe final de los diseños completos de estos sectores con excepción del barrio Girardot que se presenta a nivel prefactibilidad, de acuerdo con el contrato antes mencionado.

Este informe es complementario del informe de diagnóstico presentado inicialmente, en el cual se efectuó un análisis de los diferentes problemas encontrados en cada sector, entre los cuales se pueden destacar los siguientes que son comunes para las 4 zonas.

- Las condiciones topográficas son de características onduladas a montañosas que no favorecen la construcción de viviendas además, estas han sido adelantadas sin ninguna planificación urbana.
- Los aspectos geológicos y geotécnicos de los suelos tales como depositos coluviales y suelos residuales, además de que los estratos presentan buzamientos coincidentes con la pendiente del terreno son factores que también generan inestabilidad.
- Las obras construidas por la E.A.A.B. para controlar la escorrentía superficial o las tuberías para conducción de aguas, han afectado en algún momento estos sectores principalmente por la falta de mantenimiento de dichas obras lo cual ha originado los ascensos en los niveles freáticos agravando los problemas mencionados en los puntos anteriores.

2. ACTIVIDADES PRELIMINARES

Se incluye en este capítulo un pequeño resumen de las actividades iniciales del proyecto, los cuales se detallaron en el informe de diagnóstico y fueron la base principal para la formulación de recomendaciones y esquemas del barrio Girardot y para los diseños de los barrios Los Laches, san Dionisio y la Paz.

Toda esta información inicial se encuentra plasmada en los planos 1 a 4 "Topografía e Inventario" de ,cada uno de los barrios en estudio.

2.1. DELIMITACION DE ZONAS INESTABLES

De acuerdo con los reconocimientos detallados de campo al igual que el análisis de la información existente se procedio a efectuar la delimitación de las zonas inestables de cada uno de los sectores críticos de los barrios Girardot, los Laches, san Dionisio y la Paz, para lo cual se hicieron varias visitas tanto con los funcionarios de la Secretaría de Obras Públicas como con los distintos profesionales que participaron en el proyecto, estudiándose y analizándose cada disciplina independientemente pero con un mismo enfoque: Corregir los problemas en lo posible mediante soluciones definitivas y económicas.

En algunos casos como el del barrio la Paz se adelantaron reuniones conjuntas con funcionarios de la E.A.A.B. y con algunos profesionales o firmas que estan participando en estudios similares o en zonas aledañas, con el fin de hacer más objetivas las soluciones.

Igualmente se adelantaron entrevistas con las comunidades afectadas especialmente con miembros de las Juntas de Acción Comunal con el fin de conocer los antecedentes y la evolución

de los problemas a través del tiempo y sus posibles causas, determinándose finalmente las zonas críticas de cada sector.

2.2. LEVANTAMIENTOS TOPOGRAFICOS

Una vez definidos y delimitadas las zonas inestables se procedió a efectuar los correspondientes levantamientos topográficos teniendo en cuenta todos los puntos de interés desde el punto de vista de inestabilidad, viviendas afectadas zonas erosionadas etc.

A medida que se fueron efectuando los levantamientos topográficos se adelantaron también los correspondientes cálculos y dibujo de los planos de los barrios con curvas de nivel cada metro y con las siguientes escalas.

BARRIO	ESCALA.
Girardot	1:200
Los Laches	1:200
San Dionisio	1:500
La Paz	1:500

Los levantamientos topográficos fueron debidamente referenciados al sistema de coordenadas y cotas que el IGAC tiene para Bogotá.

2.3. CENSO DE VIVIENDAS AFECTADAS

El censo de las viviendas afectadas por los problemas de inestabilidad fue adelantado paralelamente con los levantamientos topográficos, y se tuvieron en cuenta no solo viviendas afectadas sino también aquellas que podrían ser afectadas en caso de aumentarse los problemas de inestabilidad.

Iguualmente se analizó el estado de las construcciones y sus cimentaciones. En el informe de diagnóstico se incluyó un registro fotográfico detallado de los tipos de viviendas encontrados y su estado actual y el de su cimentación.

2.4. ESTADO DE LOS SISTEMAS DE ACUEDUCTO Y ALCANTARILLADO

Esta información se adelantó teniendo en cuenta la información disponible en los planos de la E.A.A.B. demás, de la correspondiente comprobación de campo.

En cuanto al sistema de Acueducto, en general no presenta fallas o fugas y en su gran mayoría de los usuarios se encuentran conectados legalmente.

Con relación al alcantarillado a excepción del barrio san Dionisio los demás barrios se encuentran conectados de alguna manera con el sistema actual de la E.A.A.B., encontrándose una mayor deficiencia en el barrio La Paz ya que muchas viviendas entregan sus aguas negras a canales o zanjas superficiales (Conductos abiertos) por lo menos hasta que esos canales entregan a pozos del alcantarillado.

En general los mayores problemas encontrados obedecen a los canales interceptores de aguas lluvias construidos por la E.A.A.B. los cuales por falta de mantenimiento no estan funcionando eficientemente sino que por el contrario presentan obstrucciones y fugas contribuyendo así a aumentar los niveles freáticos y por consiguiente los problemas de inestabilidad especialmente en los barrios los Laches, san Dionisio y la Paz

3. ESTUDIOS GEOLOGICOS

El presente capítulo contiene el estudio geológico aplicado para cada uno de los sitios críticos correspondientes a los barrios Girardot, los Laches, san Dionicio y la Paz. Inicialmente se relaciona una geología detallada para cada sitio. Los problemas de estabilidad de los cuatro puntos estudiados tienen su origen en factores de tipo litológico, estructural y de manejo de aguas. Este último parámetro es fundamental en todos los casos, constituyendo en algunos la solución principal (Barrio san Dionicio y barrio los Laches). En el barrio Girardot se añaden desventajas de tipo litológico y estructural que son excepcionalmente graves en el barrio la Paz.

3.1. ESTRATIGRAFIA Y GEOLOGIA ESTRUCTURAL

A continuación se describen las unidades estratigráficas que afloran en la franja que contiene los cuatro puntos críticos. Las relaciones entre ellas y sus afloramientos se presentan en mapas individuales a escala 1:2000.

3.1.1. Grupo Guadalupe (KG)

Constituido por las formaciones arenisca Dura, Plaeners, arenisca de labor y arenisca tierna, es la unidad más antigua del flanco occidental del anticlinal de Bogotá, donde se sitúan los puntos estudiados.

Su contacto con las rocas más jóvenes está determinado por la llamada falla de Monserrate que transcurre paralela a la estructura principal y que pasa muy cerca de uno de los sitios críticos: el de san Dionicio.

El grupo Guadalupe a diferencia de las otras unidades que aparecen en el área de estudio está formado por rocas competentes de grano medio y con frecuencia estratificación gruesa que facilitan el reconocimiento de las irregularidades

en el pliegue. Así se observa como las capas que en el sector de los Laches y san Dionicio se encuentran buzando en posición normal, van aumentando su ángulo de Buzamiento en el bloque de Monserrate, sobre el barrio la Paz.

3.1.2. Formación Guaduas (TG)

El contacto fallado con el grupo guadalupe, consiste en arcillolitas pardo amarillentas con algunas capas violáceas hacia la parte superior. Su límite occidental en la zona es la arenisca del Cacho que permite su separación de la formación Bogotá.

Contiene algunos niveles arenosos de poca importancia que afloran en cercanías del tanque de san Dionisio y en la vía de acceso al mismo. En este mismo sector han sido explotados algunos de los niveles carbonosos que caracterizan esta formación.

Constituye una unidad básicamente impermeable con relativos problemas de estabilidad cuando se encuentra saturada.

3.1.3. Formación Arenisca del Cacho (TCh)

De gran importancia como guía Estratigráfica determina con su permeabilidad y cambios de buzamiento la estabilidad de gran parte de los barrios del suroriente Bogotano.

Formada por una arenisca friable cuarzosa de grano medio a grueso en una matriz arcillosa y constituye un nivel problemático por el contraste litológico, hidrológico y de competencia con las rocas adyacentes así, favorece en unos casos los deslizamientos translacionales mientras que en otros facilita los deslizamientos rotacionales de grandes espesores de roca arcillosa, por encontrarse en posición vertical o invertida.

3.1.4. Formación Bogotá (TB)

7

Es la unidad menos competente del área caracterizándose por su plasticidad al encontrarse húmeda.

Esta constituida por arcillolitas rojizas y grises, bastante homogéneas con algunas intercalaciones de areniscas pardas micáceas poco cementadas.

Los barrios localizados sobre esta sección presentan muchos problemas de estabilidad por tratarse de asentamientos de invasión en los que no existe alcantarillado de aguas negras ni de aguas lluvias y en los que además la infiltración es alta por no haber pavimentación de calles.

3.2. ESTUDIO GEOLOGICO BARRIO GIRARDOT

El punto crítico del barrio Girardot, esta situado bajo el antiguo camino de Vitelma, que a su vez se encuentra en la parte baja de una extensa área urbana levantada en altas pendientes (Barrio El Rocío). En el sitio propiamente, se han levantado viviendas en zanjón de drenaje.

3.2.1. Estratigrafía y Geología Estructural

Situado en uno de los sectores normales del flanco oeste del anticlinal de Bogotá, la tendencia general de las capas es hacia los buzamientos altos, aunque se encuentra gran variedad de posiciones debido a la diferente competencia de los estratos. Sin embargo, se observa en el barrio el Rocío sobre la arenisca del cacho buzamientos hacia el oeste mayores de 69° , lo que desestabiliza fácilmente las capas arcillosas que le suprayacen. La sucesión estratigráfica comienza con la formación arenosa nombrada, para continuar con una secuencia arcillosa homogénea violáceo-grisoso, dentro del cual se intercalan algunos niveles de arenisca friable de grano medio. Finalmente se encuentra

11.

8

un espesor apreciable de material alterado por la acción permanente del agua.

3.2.2 Hidrogeología y Drenajes

Se observa en el área un elevado nivel freático debido a la saturación de la capa arcillosa superficial que debido a su alteración esta en capacidad de almacenar volúmenes importantes de agua.

Sin embargo la causa principal de los movimientos de remoción en masa del sitio son originados por la circulación del agua subterránea en el contacto arenisca-arcillolita, favorecida por las altas pendientes, el alto buzamiento y además porque el drenaje superficial de la parte alta es defectuoso y se vierte por el borde de las vías hacia el punto crítico. La infiltración a lo largo de dicho plano de contacto crea un nivel de arcillolitas alteradas que van a constituir la zona de debilidad por la que tenderá a fallar el terreno. El movimiento traslacional originado posee una corona que se desplaza regresivamente hasta detenerse en la capa de arenisca inmediatamente siguiente: Esta es la base del antiguo camino a Vitelma. De esa línea hacia arriba las casas estan cementadas sobre roca sólida.

3.2.3 Morfología del deslizamiento.

Debido a la estratigrafía el sitio crítico tiene importancia muy local pues se limita a la capa de arcillolita desde el camino a Vitelma donde se encuentra expuesta a la meteorización, hasta el siguiente estrato arenoso que parcialmente la protege y limita por la parte superior. De este, punto hacia la calle 1 E el terreno está formado por derrubios de las antiguas explotaciones, por lo que es material bastante móvil que ya ocasionó daños a casas que se encontraban sobre ellos.

12

3.3. Estudio Geológico Barrio los Laches

Situado en la depresión de la quebrada san Dionisio, ocupada por un extenso bosque inicialmente tiene problemas por movimiento de suelo desde los lados hacia el zanjón y desde la vía hacia las primeras casas del barrio.

3.3.1. Estratigrafía y Geología Estructural

El área crítica se encuentra sobre las arcillolitas de la formación Guaduas en el sector normal del anticlinal de Bogotá. La sección incluye además delgadas intercalaciones de limolitas ferroginosas y areniscas de grano fino a medio, cuarzosas y medianamente cementadas. A pesar de la litología fina, la plasticidad necesaria para fluir el material arcilloso es más difícil de alcanzar que en los dos sitios críticos anteriores en que se trataba de la formación Bogotá. Por lo tanto se concluye que los pequeños deslizamientos ya ocurridos han debido suceder por un aporte excesivo de aguas proveniente de la parte alta de la cuenca.

3.3.2. Hidrogeología y Drenajes

Las rocas aflorantes en los sitios inestables son básicamente impermeables en condiciones normales. En el área de estudios sin embargo reciben aguas de diversas fuentes que inicialmente las alteran y posteriormente facilitan su movimiento:

- Las aguas superficiales utilizan el cauce original para su descenso.
- El canal colector de la parte superior de la cuenca, que debido al mal mantenimiento y a su poca pendiente favorece la infiltración del agua estancada.
- Las aguas negras y de lavaderos de casas construídas

al borde del cauce han saturado el material ocasionando lenguas de deslizamiento laterales.

- Las aguas de escorrentía que en períodos invernales descienden por la vía y en este punto se desbordan por la corona de deslizamiento principal.

3.3.3. Morfología del deslizamiento.

Como resultado del mal manejo general del drenaje, agravado por la captación que hace el canal de la E.A.A.B. de las aguas de la quebrada la Peña , para almacenarlas en este sector obstruido por basuras y sin pendiente suficiente para fluir, todo el material situado bajo el canal esta siendo alimentado por dichas aguas que afloran en diversos puntos y en otros desestabilizan el terreno.

Los movimientos laterales han sido relativamente rapidos, pero se pueden estabilizar una vez se evite la disposición de las aguas directamente al terreno por parte de las casas del borde.

3.4 ESTUDIO GEOLOGICO BARRIO SAN DIONISIO

El tanque de san dionisio de propiedad de la E.A.A.B se encuentra localizado en el nacimiento de la quebrada del mismo nombre sobre los cerros orientales de Bogotá.

Los movimientos ocurridos recientemente cobran importancia por la cercanía de una serie de viviendas bajo el canal colector de aguas lluvias que rodea el tanque.

3.4.1. Estratigrafía y Geología Estructural

El área de estudio se encuentra cercana a la falla de monserate que pone en contacto las rocas cretácicas de las formacion Guaduas. Esto es un aspecto que influye en la esta-

bilidad de toda estructura construída en la zona, como son el canal y el tanque mismo.

El área se encuentra sobre arcillolitas de la formación Guaduas, formadas por rocas típicas pardo amarillentas lutitas violáceas y grises con intercalaciones de arenisca de grano fino a medio muy ferroginosas a niveles carboníferos. Toda la sección pertenece al flanco occidental del anticlinal de Bogotá en su sector normal.

3.4.2. Hidrología y Drenajes

Teóricamente, las aguas de escorrentía deben ser interceptadas y evacuadas por el canal; sin embargo debido al mal estado de mantenimiento en que se encuentra, tapado parcialmente inclusive, por pequeños deslizamientos ocasionados por salida puntual de agua (rebosadero, válvulas dañadas, zanjas) este no cumple esta función. En cambio debido a grietas en sus paredes suministra agua al terreno ocasionando el deslizamiento principal.

Situado al nororiente del anterior se observa además otro deslizamiento más antiguo estabilizado en algunos sectores y cubierto con matorral lo que hace pensar que son varios los puntos de debilidad del canal.

La reptación en la superficie del terreno bajo y sobre el canal es muestra de la infiltración en la capa superior de arcillas.

3.4.3. Morfología del deslizamiento.

Aunque la situación es grave solo para unas pocas viviendas es necesario en este punto crítico, tomar medidas para proteger el canal y el terreno que forma la base del tanque.

En el momento se observa un deslizamiento antiguo bastante amplio con zonas pantanosas dentro de él, que se dirige hacia terrenos libres de la Empresa de Acueducto. más al sur oeste esta el deslizamiento activo cuyo origen se encuentra en

15

el canal y finalmente los movimientos en la parte superior del mismo debido a descuido en manejo del agua y los accesorios de las tuberías y probablemente a pequeñas filtraciones del tanque de san Dionisio.

3.5. ESTUDIO GEOLOGICO BARRIO LA PAZ

La zona de estudio, limitada al norte por la planta de bombeo de la E.A.A.B. y al sur por el extremo del barrio la Paz, se encuentra localizada en el flanco occidental del anticlinal de Bogotá en uno de los sectores invertidos.

3.5.1 Estratigrafía y Geología Estructural

Las rocas que constituyen el flanco nombrado responden de forma diferente al fenómeno de inversión de los estratos:

- La zona más oriental, correspondiente a las rocas del grupo Guadalupe sobre las que se levanta el santuario de Monserrate, esta formada por rocas más antiguas y competentes que después de volcado el pliegue conservan su estabilidad como unidad.

- De la falla de Monserrate hacia el occidente la litología es más variada, predominando las unidades poco competentes como son todas las capas arcillosas y limo-arcillosas de las formaciones Bogotá y Guaduas. Intercaladas con las anteriores se encuentran delgadas capas de arenisca friable que ante el contraste de resistencia con las arcillolitas ocasionando replegamientos, zonas de fractura y posteriormente deslizamientos.

La zona de estudio se encuentra en el segundo sector, donde la arenisca del Cache separa la formación Guaduas de la formación Bogotá en que levanta el barrio, con muchas varia-

16

ciones en los lanzamientos debido a las razones expuestas. Por encontrarse la arenisca del Cacho, base de la formación Bogotá, en posición casi vertical, las arcillolitas que suprayacen quedan, al realizarse la inversión, en una posición muy inestable que además ocasiona problemas hidrogeológicos complejos. Afloramientos de esta arenisca con buzamiento de 87° W se observan sobre la vía al sur oeste del barrio.

3.5.2. Hidrogeología y Drenajes

Aunque las arcillolitas de la formación Bogotá se comportan hidrogeológicamente como acuitardos, la alteración de las mismas cambia esta impermeabilidad permitiéndoles retener y transmitir cantidades apreciables de agua.

Debido a la posición de los estratos en el área de estudio la escorrentía tiende a infiltrarse a lo largo de los planos de estratificación y las frecuentes diaclasas. Por otra parte, los planos de contacto con las areniscas intercaladas también constituyen áreas de infiltración, alteración y saturación de los materiales arcillosos.

Aportando cantidades importantes de aguas subterráneas, se encuentra además, la arenisca del Cacho que es el acuífero más importante en la zona.

Por otra parte la presencia del canal recolector de aguas lluvias de la E.A.A.B en la parte alta, esta probablemente contribuyendo con un caudal importante, debido al estancamiento y obstrucción en que se encuentran y a la tectónica activa del área que facilita la creación de grietas en el mismo.

Pasando al drenaje superficial, la zona debe soportar la torrencialidad de las corrientes que descienden del cerro, unidas al drenaje de la vía circunvalar que baja al barrio desde los gaviones donde se hunde permanentemente.

17.

Analizando entonces el sistema de drenaje se concluye que parte del agua desemboca en la zona semicircular de propiedad de la E.A.A.B, donde no tiene una salida apropiada por estar taponada la alcantarilla de la parte baja y otra parte desciende hacia el barrio la Paz por la corona del deslizamiento donde pasa a saturar el material ya removido en que se levanta el barrio.

En conclusión, las arcillolitas de la formación Bogotá, replegadas por efecto de gravitacional alteradas y saturadas sin el soporte de la arenisca del Cacho y recibiendo cantidades muy apreciables de agua entre las que además se encuentran posibles filtraciones y conexiones ilegales a la tubería de 19", tienden a deslizarse en estado semiplástico, limitadas por algunos niveles arenosos como se observa en el perfil de la sección No.1.

Además una vez iniciada la remoción en masa la infiltración aumentó por las coronas y planos de deslizamiento .

3.5.3. Morfología del deslizamiento

Mediante el inventario de las coronas de deslizamiento dentro del barrio la Paz y el lote de la E.A.A.B., se pudieron individualizar varios movimientos menores, lo mismo que demostrar que hubo un evento catastrófico en el pasado que arrasó con el barrio original.

La descripción de varios taludes en las calles de la Paz permitió reconstruir los distintos eventos como se muestra a continuación.

Sección No. 1

Localizada sobre la carrera más alta del barrio y la última calle al sur.

PROFUNDIDAD

0 metros

DESCRIPCION

Suelo de color pardo oscuro con grava, raíces vivas.

18.

PROFUNDIDADDESCRIPCION

0.50 metros

Relleno rosáceo con pedazos de ladrillo, madera, ollas de barro y bloques de arenisca.

0.75 metros

Suelo homogéneo, franco, de color pardo con raíces muertas.

1.45 metros

Arenas amarillas, arcillosas con bloques alterados de arenisca de grano medio a grueso

2.05

Sección No. 2

Correspondiente a la primera corona (primer deslizamiento ocurrido); parte alta del barrío en la segunda terraza bajo la ruptura de la vía circunvalar.

PROFUNDIDADDESCRIPCION

0 metros

Bloques de arenisca embebidos en una matriz arcillosa con grava.

Raíces vivas. Humedad reptación en la parte superficial.

1.50 metros

Arenisca resistente de grano fino. Cuarzo, micas y óxidos de hierro abundantes color pardo rojizo

2.40

oscuro.

En el banco de arenisca resistente se midieron:

19.
Rumbo N 11° y lanzamiento 34° E.

Este estrato aflora ampliamente al sur de este punto en la continuación de la corona, por más de 20 metros de longitud..

Sección No. 3

Parte baja del barrio, cerca del límite con el lote de la E.A.A.B.; corona en el borde de las últimas casas contra la carrera 3a.

<u>PROFUNDIDAD</u>	<u>DESCRIPCION</u>
0 metros	limolita arcillosa fisible negro, rica en muscovita.
0.60 metros	Varias capas homogéneas de arenisca de color amarillo, de grano medio.
1.20	Arcillolita pardo rojiza

A continuación se encuentra el material removido a lo largo del talud descrito, que forma una lengua que se detiene ante el muro de contención del borde de la vía.

En la limolita arcillosa se midió: rumbo No. 4° E y lanzamiento 62° E.

Sección No. 4

Al sur-oeste de la sección No. 1 En corte de vivienda.

<u>PROFUNDIDAD</u>	<u>DESCRIPCION</u>
0-0.10 metros	Suelo negro. Relleno de color claro formado por listones de madera, plástico y basura

<u>PROFUNDIDAD</u>	<u>DESCRIPCION</u>
	en matriz arcillosa con algunos bloques pequeños de arenisca.
1,50 metros	Relleno pardo de bloques angulares pequeños (< 0.20 metros) en matriz arcillosa.
2.50 metros	

Sección No. 5

Intersección más oriental de la calle 23 A

<u>PROFUNDIDAD</u>	<u>DESCRIPCION</u>
0 metros	Suelo negro
0.40 metros	Relleno de diversos materiales (Madera, huesos, ladrillo y Carbón) en matriz arcillosa clara.
1.00 metro	Relleno pardo de fragmentos pequeños y angulares de arenisca.

Sección No. 6

Calle 23 abajo casa pendiente de la Junta Acción Comunal
La formación Bogotá aflora en la calle desde este punto hasta la circunvalar abajo.

<u>PROFUNDIDAD</u>	<u>DESCRIPCION</u>
0 metros	Arcillolita homogénea de color violáceo con manchas grises. F Bogotá.

<u>PROFUNDIDAD</u>	<u>DESCRIPCION</u>
2 metros	Arenisca limosa rica en
2.40 metros	óxidos de hierro, color
	café.
2.90 metros	Arcillolita F Bogotá.

Sobre la capa arenosa se midió: Rumbo N 10° E y lanzamiento 75° W. Aunque se encontrará en posición cercana a la vertical correspondiendo posiblemente con la capa que al final del barrio aflora al borde de la vía circunvalar, es la única capa que se encontró buzando en dirección normal.

Sección No. 7

Parte central del barrio.

<u>PROFUNDIDAD</u>	<u>DESCRIPCION</u>
0 metros	Suelo negro
0.30 metros	Material removido con fragmentos de paredes enchapadas con baldosín, huesos, madera
1.10 metros	bloques ladrillos y vidrio.

Sección No. 8

Deslizamiento pequeño de la parte sur del barrio terminado sobre la circunvalar con gaviones.
Arcillolitas moradas y grises, homogéneas cruzando contra la pendiente con un espesor cercano a los 8 metros.

Sección No. 9

Arenisca rosacea de grano medio a grueso con 1.10 metros de espesor, cruzando hacia el este..

4. ESTUDIOS GEOTECNICOS

4.1. GENERALIDADES

El presente capítulo contiene el estudio Geotécnico referido a los sectores críticos e inestables de los barrios Girardot, los Laches, san Dionisio y la Paz. Con el apoyo geológico se evaluaron los aspectos geotécnicos que inciden en la estabilidad de cada sector, con el fin de presentar las correspondientes recomendaciones y soluciones que controlen o minimicen los problemas de inestabilidad existentes. Para cada uno de los sectores inestables de los barrios los Laches san Dionisio y la Paz, se presentan los correspondientes planos con el diseño, cantidades de obra y presupuesto de la solución adoptada, mientras que para el sector del Barrio Girardot, se presentan esquemas recomendables de la solución. El presente capítulo también se desarrolló con base en el informe de diagnóstico.

4.2. METODOLOGIA

En general los trabajos geotécnicos se desarrollaron con base en trabajos de campo y de oficina, teniendo en cuenta los conceptos de los distintos profesionales que participaron en el proyecto y que se encuentran consignados en el informe de diagnóstico. Con apoyo en la información obtenida, se desarrolló un reconocimiento detallado de campo, mediante el cual se determinaron in situ las características geotécnicas y geométricas de los sitios inestables; igualmente se evaluaron preliminarmente las causas que generaron los problemas de inestabilidad. Este reconocimiento dió las pautas tanto para la elaboración del correspondiente informe

de diagnóstico como para la programación de las investigaciones de campo y también para delimitación de las zonas para efectuar el respectivo levantamiento topográfico.

4.2.1. Recopilación y análisis de información

Esta actividad se orientó hacia la evaluación de información geológica general; la obtención de cartografía (Planos esc. 1:2.000 y 1:5.000 del Igac); de la Empresa de Acueducto y Alcantarillado de Bogotá, se consiguieron planos de las diferentes zonas de estudio, relacionados con las respectivas conducciones para alcantarillado y acueducto, los cuales fueron ubicados en los correspondientes planos topográficos de detalle de cada sector. En cada sitio, se recopiló y evaluó información suministrada por los habitantes, relacionada principalmente con el comportamiento de las obras de acueducto y alcantarillado y de sucesos especiales (derrumbes explotación de materiales etc.)

4.2.2. Trabajos de Campo

Se adelantó esta actividad mediante la ejecución de apiques, los cuales se efectuaron por el sistema de pica y pala; en cada apique se realizó la correspondiente toma de muestras tanto alteradas como inalteradas y representativas de cada estrato encontrado.

La ejecución de apiques se desarrolló, según la siguiente programación:

<u>Barrio (sector)</u>	<u>No. de apiques ejecutados</u>
Girardot	2
Los Laches	2
San Dionicio	4
La Paz	5

4.3.1. Análisis y resultados geotécnicos del Barrio Girardot

El sitio de estudio, geológicamente está ubicado sobre la formación Bogotá, (la cual se describe ampliamente en los estudios geológicos), conformada por una sucesión de arcillolitas rojizas con vetas amarillas y grises, separada por bancos de arenisca fina arcillosa mal cementada.

4.3.1.1 Estratigrafía y parámetros geomecánicos

Con base en la ejecución de los apiques y en los resultados de los ensayos de laboratorio, se presenta la siguiente estratigrafía y sus características:

- . Superficialmente se presenta un manto de material orgánico con desechos y basuras; el espesor de este estrato es del orden de 1.00 metro.
- . Subyace a continuación una arcilla amarilla clara de baja plasticidad, la cual presenta una variación del límite líquido entre 40% y 46%, el Índice de plasticidad es del orden del 18%; la consistencia de este estrato se presenta de media a dura. El espesor de este manto es del orden de 0.50 metros.
- . Seguidamente y con base en el apique No. 1 se encuentra una arcilla amarilla con vetas rojizas y grises, de baja plasticidad (33% menor ó igual LL menor ó igual 41%; 15% menor ó igual IP menor o igual 17%); de consistencia dura o muy dura; con una resistencia a la compresión confinada de 23 Kgr/cm². Esta arcillolita se detecta aproximadamente a partir de los 2.0 metros de profundidad. No se detectó el nivel freático.
- . Según el apique No. 2 a partir de los 1.50 metros, se detectó la arenisca amarilla y gris clara, de grano fino y de consistencia dura. Durante la ejecución de los apiques No se detectó el nivel freático.

4.3.1.2. Características de soporte de los suelos.

Para el efecto de implementación de obras, bien sea de drenaje, subdrenaje, alcantarillado, se relacionan como estrato de soporte, el conformado por la arcilla amarilla clara con gris. Para el evento de posible desarrollo de viviendas, adecuadamente construidas, se define como nivel portante el determinado por la arcilla amarilla rojiza y gris dura y la arenisca, las cuales se encuentran a partir de los 2.0 y 1.50 metros respectivamente; para estos niveles de soporte, se determina una capacidad admisible del orden de 18 Ton/m².

4.3.1.3 Análisis de estabilidad

Dentro de la zona estudiada y para efectos de los correspondientes análisis de estabilidad, se presentan 2 sectores de características geotécnicas diferentes, a los cuales son definidos en el plano topográfico del sitio (Plano No.1).

El sector 1, que corresponde a un banco de arenisca amarilla y gris de grano fino muy dura; aunque la arenisca presenta un buzamiento coincidente con la pendiente del terreno, en este sector no se han registrado problemas de inestabilidad.

El sector 2 sobre el cual se han detectado problemas de inestabilidad y con base en el informe de diagnóstico se determinó como agente generador de tales problemas: el agua (Ayudada por la pendiente del terreno), la cual actúa sobre el material orgánico y de desechos, afectando también el nivel superior arcilloso, generando un tipo de falla principalmente traslacional de carácter superficial; con base en los apiques efectuados el espesor del estrato afectado, es del orden de 2 metros; la acción del agua también se manifiesta sobre el estrato arcilloso mediante el efecto de ablandamiento favoreciendo la pérdida de resistencia y motivando también un tipo de falla regresiva.

En consecuencia y con el fin de cuantificar las condiciones de estabilidad analizando tipo de falla no circular, considerando una profundidad de la superficie de falla coincidente con la interfase entre suelo arcilloso y la arcillolita, cuya profundidad se consideró en 2.50 metros, igualmente se tuvo en cuenta la presencia de nivel freático superficial, empuje del agua sobre las posibles grietas de tensión bajo; tales hipótesis de cálculo, se obtuvo un factor de seguridad menor de 1 (F menor 1.0), de acuerdo a cálculos efectuados por el método de Jambú para análisis de falla no circular. Las medidas correctivas para controlar o minimizar la situación de inestabilidad presente en el sector, estarán orientadas a captar las aguas superficiales por medio de sistemas de drenaje, así mismo homogenización del terreno y eliminación de los suelos blandos, por medio de sistemas de terraceo con material seleccionado y protegido con vegetación. Estas medidas, implican una adecuada construcción o recuperación de las obras de alcantarillado y acueducto locales. En el plano No. 5 se presentan esquemáticamente las medidas correctivas a implementar en la zona.

4.3.2. Análisis y resultados geotécnicos Barrio los Laches

El sitio motivo del estudio, se encuentra ubicado en la formación Guaduas (K Tg), la cual en general esta conformada por arcillolita y arcillas abigarradas pardas a rojizas con intercalaciones de arenisca; el sector se encuentra en el nivel arcilloso de dicha formación (K Tg-c)

4.3.2.1 Estratigrafía y parámetros geomecánicos.

La ejecución de los apiques permitieron determinar la siguiente estratigrafía.

. Superficialmente se determinó un estrato de materia orgánica con basuras, humedo y suelto, el espesor de este estrato

es del orden 0.5 a 1.0 metro.

Seguidamente y hasta la máxima profundidad de exploración (3.00 metros) se encontró una arcilla amarilla clara y rojiza con vetas grises y de óxido, de alta y baja plasticidad (38% menor ó igual $LL \leq 54\%$, 22% menor ó igual IP menor ó igual 30%); la consistencia de esta arcilla, cuantificada por medio del ensayo de compresión inconfiada, dio un valor de 3 Kgr/cm^2 correspondiente a una arcilla dura. El estrato de arcilla dura (arcillolita) se encuentra a partir de aproximadamente los 2.50 metros de profundidad. Sobre el costado norte de la zona de estudio, el nivel de la arcilla dura, se encuentra más profunda, de acuerdo a lo observado in situ, esta profundidad se estima en aproximadamente 4 metros.

Con base en los apiques efectuados a una profundidad de 0.70 metros se detectó el nivel freático.

4.3.2.2 Características de soporte de los suelos.

Para el desarrollo de posibles obras de control, bien sea de drenaje y/o subdrenaje o aplicación de cargas debidas a relleno con material seleccionado, se determina como nivel portante el correspondiente a la arcilla amarilla y rojiza, de consistencia media o dura, la cual se encuentra entre 2.00 metros de profundidad aproximadamente; para este nivel de soporte, se determina una capacidad portante admisible (q_a) de 15 ton/m^2 .

4.3.2.3 Análisis de estabilidad

Con base en el informe de diagnóstico y observaciones in situ se determinó que en el área total afectada (1.900 m^2) aproximadamente se distinguen dos sectores de inestabilidad, en los que el agente generador es principalmente el agua. En el primer sector, ubicado en el costado sur de la zona y limitada por una vía, se presentó un deslizamiento superficial con tipo de falla no circular en donde el pie del talud encuentra restricción al avance debido a un muro en

ladrillo de una casa; igualmente para este sector, la superficie de deslizamiento se estima limitada por la interfase entre el suelo arcilloso blando y la arcillolita, para la zona, se considera que la superficie de falla tiene una profundidad máxima, hacia la corona del talud, del orden de 4.00 metros y mínima hacia el pie del talud del orden de 1.50 metros. Esta zona esta siendo afectada por las filtraciones del canal interceptor de aguas lluvias de la E.A.A.B. el cual deberá ser limpiado y reparado o incluso construir un conducto cerrado lo cual evitará que se arrojen desechos sólidos al mismo.

En el segundo sector, limitado por viviendas en los costados Este-Oeste, presenta un movimiento superficial lento (reptación), en donde la superficie de deslizamiento es coincidente con la interfase entre el suelo arcilloso y la arcillolita, la cual se estima su ubicación a los 2.50 metros de profundidad, ya que a este nivel de los 2.50 metros se detectó una arcilla dura a muy dura, con valor de resistencia no drenada de 3.0 Kg/cm^2 .

Para el efecto de cuantificar el grado de estabilidad en términos de evaluar el factor de seguridad contra deslizamiento, se realizó un análisis de estabilidad para cada sector, considerando para cada uno la sección de mayor pendiente (28°). El análisis se ha desarrollado por el método de Jambu para tipo de falla no circular y considerando la ubicación de la superficie de falla, a una profundidad (d) de 3.50 y 2.50 metros respectivamente, igualmente para cálculos se consideró suelo de comportamiento cohesivo, con una cohesión estimada en 1.5 Ton/m^2 , y $\phi=0^\circ$, también se tuvo en cuenta la posición del nivel freático a 0.80 m de profundidad y acción de fuerza hidrostática actuando sobre grietas de tensión (en corona del talud); según las referidas hipótesis de cálculo, se obtuvieron factores de seguridad (F) de 0.85 aproximadamente.

27.

Según Jambú, el factor de seguridad se evalúa interativamente con la siguiente expresión: $F = f_0 \cdot c + (p +) \operatorname{tg} \emptyset \times n \quad AW \operatorname{Tg} + Q$
donde:

- f_0 : Factor de corrección = $f(d/l, c, \emptyset)$
- C : Esfuerzo debido a la cohesión
- p : Esfuerzo debido a cobertura del suelo (h)
- : Presión debida al agua
- : Angulo de frección del suelo
- n : Coeficiente $f(\operatorname{tg} \emptyset / F, \text{ángulo del terreno, debela})$
- : Ancho de dobela seleccionada
- : Fuerza horizontal del agua en grietas de tensión

Las medidas correctivas en la zona están enfocadas a abatir y orientar el nivel freático por medio de sistemas de drenaje (Cunetas) y subdrenajes (filtros), eliminar los suelos blandos y rellenos de desechos y conformación, homogenización del terreno por medio de terraceo construido con material seleccionado y adecuadamente compactado. En los planos números 6,7, y 8 se presenta el diseño en cantidades de obra para las correspondientes medidas conectivas y de control para la zona de estudio.

4.3.3. Análisis y resultados geotécnicos Barrio San Dionisio

Geológicamente, el sector motivo de estudio se encuentra ubicado en la formación Guaduas (K Tg-c) la cual se define como conformada por arcillolitas y arcillas abigarradas pardas a rojizas con intercalaciones de arenisca; igual que el sector del barrio los Laches, el sitio de estudio de san Dionicio se encuentra en el nivel arcilloso.

Como se relacionó en el informe de diagnóstico, el sitio de estudio está ubicado al extremo sur del barrio San Dionisio y limitando con el canal recolector en predios de la Empresa de Acueducto y Alcantarillado de Bogotá, tal como se indica en el plano No. 3 correspondiente a la Topografía e inventario del sitio.

4.3.3.1. Estratigrafía y parámetros geomecánicos.

La ejecución de los apiques permitió definir la siguiente estratigrafía:

. Capa vegetal y limo orgánico, detectados superficialmente y en un espesor de 0.30 a 2.70 metros.

Según el apique A2, al nivel de 1.0 metro de profundidad se detectó una veta de materia orgánica subyaciendo a un limo arcilloso carmelito, indicando esto la presencia en inmediaciones al canal recolector de un material de relleno.

El espesor de capa vegetal es de 2.70 metros, se detectó en el apique A3. Sobre este mismo apique se encontró el nivel freático a los 1.50 metros.

. Se identificó también una arcilla rojiza con gris y vetas de óxido de baja y alta plasticidad (45 % menor ó igual LL menor ó igual 55% 27 menor ó igual IP menor ó igual 32%), de consistencia media; el espesor de este estrato es del orden de 1.20 metros.

. Finalmente se detectó una arcilla también rojiza y gris con vetas amarillas, plástica (42 menor ó igual LL menor ó igual 55%; 21 menor ó igual IP menor ó igual 29) de consistencia dura, según ensayó de compresión inconfiada, se obtuvo un valor de resistencia no drenada de 2.58 Kg/cm², este nivel arcilloso duro, se identificó aproximadamente a partir de los 2.50 metros de profundidad.

El nivel freático detectado, esta relacionado con las filtraciones que presenta el canal recolector de aguas lluvias de la E.A.A.B. debido a presencia de grietas tanto a nivel de losa como de las paredes de este; en el apique A4, ejecutado alejado de la zona de falla del canal unos 25 metros, no se detectó nivel freático superficial.

4.3.3.2 Características de soporte de los suelos

Para la implantación de obras de control desarrolladas con base en conformación de rellenos con material seleccionado y/o obras de subdrenaje, se requiere de un nivel de apoyo adecuado, para el caso presente, el nivel de apoyo corresponde a la arcilla rojiza con vetas grises y amarillas de consistencia media, para la cual se asume una capacidad de soporte admisible de 0.8 Kg/cm^2 . Las cargas aplicadas por conformación de rellenos son del orden de 0.6 Kg/cm^2 , las cuales resultan aceptables a nivel del suelo de apoyo, además se garantizará el soporte adecuado controlando el nivel freático.

4.3.3.3. Análisis de estabilidad

Según se indicó en el informe de diagnóstico, se determinaron dos sitios en los cuales se presentaron deslizamientos. El primero ubicado en el costado oriental del canal, presentó falla sobre cuerpo del talud natural, falla de tipo circular (golpe de cuchara), de carácter superficial ocasionando deslizamiento de suelo arcilloso, el cual taponó el canal en dicho punto, tal fallamiento está ocasionando a la saturación del suelo arcilloso y a la pendiente del terreno ($\pm 35^\circ$); el área afectada es del orden de 400 m^2 , parte de la cual ya se encuentra cubierta por vegetación tipo rastrojo.

El segundo sitio, ubicado en inmediaciones del canal y sobre el costado occidental, afectó un área aproximada de 300 m^2 con generación de corona de deslizamiento y escarpes de falla, este fallamiento está asociado a la saturación del suelo y a la falta de compactación del mismo, igualmente se alcanza a apreciar un tipo de falla circular.

con el fin de cuantificar las condiciones de inestabilidad descritas, se han realizado respectivos análisis con base en el método de Hock y Bray (ref. Rock Slope Ing.) para tipo de falla circular y condición de talud totalmente saturado con presencia de grietas de tensión.

El método de Hock y Bray consiste en la tabulación y desarrollo de cartas gráficas para falla circular para diferentes condiciones de flujo en el talud; se consideran las características del suelo (c, ϕ, γ), la altura e inclinación del talud.

Para los sitios evaluados, se ha considerado suelo de comportamiento cohesivo, con un valor de c , estimado en 1.0 Ton/m^2 , $\phi = 0$ y peso unitario (γ) de 1.8 Ton/m^3 , altura del talud (H) de 4.0 metros e inclinación (β) de 35° , con los anteriores parámetros y talud saturado, se obtuvo un factor de seguridad (F) menor de 1.0 es decir condición de inestabilidad.

La solución a los problemas observados consiste primeramente en la reparación de las paredes y losa del canal recolector por parte de la E.A.A.B. al igual que un permanente mantenimiento, seguidamente la conformación de relleno de protección con material seleccionado debidamente compactado, complementado con sistemas de drenaje (reparación de cunetas) y subdrenaje (filtros). Con la implementación de las correspondientes medidas correctivas, las características del suelo mejoran (ϕ mayor 0° ; c mayor 1.0 Ton/m^2); con el incremento de tales parámetros y evaluando el talud, en condiciones drenadas, se obtiene un factor de seguridad (F) mayor de 1.5 que es aceptable. En el plano No. 9 se presenta el diseño de las medidas correctivas a ejecutar en la zona de estudio.

4.3.4. Análisis y resultados geotécnicos Barrio la Paz

La zona motivo del estudio se localiza hacia el costado occidental del barrio La Paz, limitada por la carrera 1 E en una longitud de 150 metros aproximadamente; siendo el área de estudio del orden de 6.500 metros cuadrados. Geológicamente la zona de estudio se halla ubicada sobre la formación Bogotá (TB) constituida por arcillas y arcillolitas rojizas y grises homogéneas y con algunas intercalaciones de arenisca parda micácea poco cementada.

Aunque el sector a evaluar es puntual, se ha hecho un reconocimiento geológico y geotécnico detallado, en todo el sector desde el barrio propiamente y los predios de la E.A.A.B., hasta el canal colector, ubicado en el costado oriental de la carrera circunvalar, este reconocimiento se consignó en el informe de diagnóstico. Por tanto la evaluación geotécnica se referirá al sector de la escuela y a la zona donde falló el muro de cerramiento que separa los predios de la E.A.A.B. y el barrio la Paz. La solución para el sector se enfocó en el sentido de solucionar el problema local que también tenga incidencia favorable para el sector en general.

4.3.4.1. Estratigrafía y parámetros geomecánicos.

Con base en los apiques efectuados y según los resultados de laboratorio, se presenta la siguiente estratigrafía:

- Se determina en general un estrato superficial de materia orgánica, con basuras, desechos orgánicos y de construcción cuyo espesor varia entre 0.5 m (A4), hasta 2.70 metros (A1); en el sitio donde se ejecutó el apique A2, se detectó al nivel de los 150 metros, una caja de aguas negras no utilizada en este estrato, el suelo orgánico se observo húmedo y suelto.

Seguidamente y hasta la máxima profundidad de exploración 310 m se determinó la arcilla amarilla ocre con gris y vetas rojizas (formación Bogotá), en general de baja plasticidad (35% LL 40%; 17% IP 23%) y de consistencia media a dura; con base en el ensayo de resistencia a la compresión inconfiada, se obtuvo una resistencia al nivel de los 200 metros de 1.4 Kg/cm^2 . (A3) y de 4.0 Kg/cm^2 . (A4) al nivel de los 2.70 metros, respectivamente. Las medidas de humedad natural efectuadas, se determinaron en general por debajo del límite plástico ($12\% \leq \text{L.P.} \leq 18\%$). Las pruebas de compactación efectuadas con este material arcilloso, determinaron una densidad máxima seca (ρ_d) de 1.96 ton/m^3 , para una humedad óptima del 14%.

4.3.4.2. Características de soporte de los suelos

El nivel de apoyo para estructuras que se proyecten, bien sea viviendas y/o conformación de rellenos, consistirá del suelo arcilloso de baja plasticidad y de consistencia media, el cual se determina mediante la eliminación del descapote, rellenos de material orgánico o desechos y/o de suelos blandos. Para este nivel de apoyo y con base en un valor resistencia a la compresión simple de 1.4 Kg/cm^2 , se determina un valor de capacidad portante admisible (q_a) de 2.0 Kg/cm^2 . Para un relleno del orden de 3 metros de altura, esto aplica una presión de contacto del orden de 0.6 Kg/cm^2 , con lo cual se obtiene una respuesta aceptable a nivel de suelos de fundación en cuanto a aplicación de cargas. La condición de resistencia del suelo se mantiene, mediante el control de las aguas de escorrentía y de las aguas subsuperficiales, este mismo manejo controlará y evitará el efecto de ablandamiento del suelo arcilloso.

4.3.4.3. Análisis de estabilidad

Del reconocimiento geológico y geotécnico efectuado y consignado en el informe de diagnóstico así como también con

apoyo de otros estudios (Estudio Geotécnico de estabilidad del corredor San Diego-Vitelma de la E.A.A.B.), indica que general en todo el sector del barrio la Paz, desde la vía circunvalar hasta la carrera 1ª E, se presentan evidentes signos de inestabilidad y que en general el agua de escorrentía como subterránea actúa como elemento generador de tales problemas, ayudada por las condiciones litológicas y topográficas del sector. Por tanto un análisis de estabilidad general orientada en el sentido de cuantificar un factor de seguridad al deslizamiento tanto en condiciones no drenadas y drenadas, se requiere de una concepción general y detallada del problema de una investigación detallada en toda la zona, de una integración y evaluación de los diferentes estudios ejecutados de implementación y seguimiento de sistemas de instrumentación, de tal manera que la solución que se plantee, bien sea que se realice por etapas contemple un desarrollo integral del problema, con participación de todas las entidades oficiales que tengan relación con la zona.

Atendiendo a la condición de inestabilidad que se presenta en la zona de estudio, contigua a la escuela y de área aproximada de 6.500 m^2 , se trata de un deslizamiento superficial sobre suelo arcilloso, ocasionado en época de fuerte invierno (oct.-Nov /86), originado por pérdida de resistencia por ablandamiento de la arcilla, en donde el tipo de pendiente del terreno ($\beta \approx 40\%$) y la situación de sobrecarga en el cuerpo del talud (Arbustos de diámetro aproximado 2m), ayudaron a generar los problemas de inestabilidad.

Correspondiendo la zona de estudio, a el pie del talud de todo el sector, la solución se orienta a una homogenización del terreno por medio de rellenos y terraceo con material seleccionado; captación y abatimiento del nivel freático y del agua subterránea, por medio de subdrenaje a base de

filtros con tubería perforada y drenes horizontales de penetración. En los planos Nos. 10 y 11 se presentan los correspondientes diseños de la solución adoptada.

4.4 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

4.4.1. Conclusiones

- . En general y de acuerdo a pruebas de resistencia sobre muestras de arcilla, se encontró que en condiciones de poca humedad o secas, estas se presentan de consistencia dura ($1.4 \text{ Kg/cm}^2 \leq Q_n \leq 4 \text{ Kg/cm}^2$), así mismo bajo la presencia de agua, se desarrolla en las arcillas un proceso de ablandamiento tal que la consistencia se llega a presentar de blanda a muy blanda.
- . En los sectores investigados siempre se detectó superficialmente rellenos de basuras y desechos de construcción, situación que favorece la fácil penetración del agua.
- . Las características de estabilidad evaluadas para taludes en condiciones drenadas presentan factores de seguridad mayores de 1.4, que se considera aceptable.
- . Se aprecia una falta de mantenimiento en obras como canales interceptores, recolectoras y tubería de conducción las cuales tienen incidencia apreciable en problemas de inestabilidad.
- . Es deseable que existe una mayor integración de las diferentes entidades oficiales (IDU, EAAB, EEEB, SOP y CAR) etc. tal que se coordinen y se optimicen los diferentes estudios y obras que cada entidad programa y realiza.

4.4.2. Recomendaciones

- . Barrio Girardot.
Se recomienda establecer un sistema de subdrenaje tipo "Espina de pescado" conformado por tubería perforada, cubierta con material filtrante .

32.

- Una vez implantado este sistema de subdrenaje, se recomienda construir y conformar un terraceo, elaborado en sentido de las curvas de nivel y con material seleccionado en el plano No.5 se presenta esquemas de la solución presentada .

- Al desarrollar algún sistema de vivienda en esta zona, se recomienda que las obras de alcantarillado y acueducto se integren a la red de la E.A.A.B.

. Barrio los laches

El canal de aguas lluvias que transcurre por la parte superior del barrio deberá canalizarse mediante un conducto cerrado, por parte de la E.A.A.B. para evitar filtraciones y que se boten desechos sólidos al mismo.

- Para el sector crítico, se recomienda una conformación y perfilación del terreno por medio de rellenos de tal manera que se conforme un terraceo elaborado con material seleccionado. En inmediaciones a las viviendas, se recomienda elaborar un sistema de drenaje y subdrenaje conformado por cunetas revestidas y filtros a base de tubería perforada, colocada a junta perdida y embebida en material filtrante, respectivamente.

- Se prevee la utilización de algún sistema de entibado durante la ejecución de las excavaciones para colocación de la tubería perforada.

- Las actividades constructivas se recomienda efectuarlas de forma manual (o pica y pala)

- Para el sitio ubicado aguas abajo del punto de entrega se recomienda efectuar las correspondientes entregas al sistema actual de alcantarillado con el fin de no permitir que todas las aguas transcurran por la cuneta actual ya que dicha cuneta no esta capacitada para transportar todas estas aguas.

- Al sistema de terraceo se recomienda complementar con obras de drenaje y subdrenaje, a base de cunetas revestidas y filtros en tubería perforada y material filtrante, respectivamente.
 - Para acceso y circulación a la zona, se recomienda construir andenes escalonados y /o escaleras.
 - Como medida de subdrenaje complementaria y que sirva para captar algo de las aguas subterráneas se recomienda construir un sistema de drenes de penetración ubicados cada 10 metros, colocados con una pendiente de 5% a 10% y que tenga una penetración del orden de 30 metros.
- En los planos Nos. 10, 11 y 12, se presentan los respectivos diseños y detalles de las medidas a implementar en la zona.
- Con el fin de complementar la investigación, se recomienda efectuar un sondeo profundo de aproximadamente 40 metros ubicado cerca a la escuela, el cual se instrumentaría con piezómetro e inclinómetro, este sondeo lo podría ejecutar la E.A.A.B. en coordinación con la S.O.P

4.4.3. Recomendaciones Generales

Se relaciona a continuación algunas recomendaciones de carácter general, las cuales son aplicables para cada uno de los sitios mencionados.

- Como actividad previa a la conformación de los rellenos se deberá hacer las construcciones y/o reparaciones de los sistemas de desagüe de las casas que así lo requieran
- En algunos sectores (Los Laches, San Dionicio), se prevee una actividad de bombeo a fin de abatir niveles de agua.
- Como material de préstamo para conformación de rellenos y terraceos, se puede utilizar una arcilla limosa de baja plasticidad ($LL \leq 40\%$, $IP \leq 20\%$), también puede utilizarse recebo, con agregados de tamaño máximo de 5 cms; puede emplearse también una mezcla de suelo arcilloso con recebo.

- Se recomienda establecer o mejorar los sistemas de drenaje de la vía existente (carrera 9ªE), del costado sur, construyendo bordillos y mejorando los sistemas de entrega en los planos No. 6,7 y 8, se presentan los correspondientes diseños y cantidades de obra.

. Barrio San Dionisio

- Se recomienda separar la losa de fondo del canal recolector así como también separar las grietas y fisuras que aparecen sobre las paredes del canal.
- Se recomienda también, remover todo el material de derrumbe que limita la sección del canal recolector, y que la E.A.A.B. efectue mantenimientos periódicos de este canal.
- Igualmente se recomienda separar todo el sistema de drenaje como son las cunetas, tuberías y demás implementos hidráulicos que hacen parte del sistema de drenaje, rebose o entrega del tanque de san Dionisio propiedad de la E.A.A.B.
- Para el sitio de derrumbe, del costado occidental del canal se recomienda remover todo el material de este sector eliminar mediante posible bombeo los niveles de agua existentes y volver a conformar el relleno, construyendo en capas de 0.15 metros debidamente compactados.
- Para el sitio de derrumbe del costado oriental del canal se recomienda perfilar y homogenizar el talud y seguidamente protegerlo con cespèd.

En el plano No. 9 se presenta los diseños correspondientes a desarrollar en este sector.

. Barrio la Paz

- Para este sector se recomienda la construcción de un muro de contención en concreto ciclopeo, a partir del cual se desarrollará un sistema de terraceo igualmente construido con material seleccionado ver plano Nos. 10,11 y 12

- . Las terrazas se conformarán en capas de 0.15 metros de espesor con material suelto, el cual deberá compactarse con pisones manuales o "ranas"
- . Se aplicará la energía de compactación, dada con base en la prueba de compactación proctor modificado, para una densidad del 95% y un contenido de humedad determinado por la rama húmeda de la curva de compactación .
- . El nivel de fundación para los rellenos, se define una vez se haya realizado el correspondiente descapote y eliminación de los rellenos de basura, desechos orgánicos y de construcción, se recomienda también eliminar los niveles de suelos blandos ; la interventoría revisará y aprobará los respectivos niveles de cimentación.
- . Se recomienda efectuar los ensayos de clasificación y compactación del material que se seleccione como préstamo, a fin de efectuar los respectivos controles de calidad.
- . El control de calidad de la compactación se efectuará por medio de proctor modificado, para una densidad del 95% y un contenido de humedad definido por la rama húmeda de la curva de compactación.
- . A los taludes conformados, se recomienda protegerlos con césped.
- . Las obras efectuadas requerirán del correspondiente mantenimiento y cuidado, el cual se puede desarrollar por intermedio de las respectivas Juntas de Acción Comunal.
- . los estudios geotécnicos presentados, se han desarrollado con base en las observaciones e investigaciones de campo efectuadas, por tanto durante la ejecución de las obras se recomienda que las posibles variaciones o condiciones especiales que se presenten, se consulten con un Ingeniero de suelos; así mismo se recomienda que en el desarrollo de las obras, se efectue una adecuada interventoría. Igualmente se recomienda que la interventoría presente los planos finales de construcción.

41.

000041

5. CANTIDADES DE OBRA Y PRESUPUESTO

- BARRIO LOS LACHES

ITEM	DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	V/R.UNIT	VALOR
0	REPLANTED	M ²	1.500	180	270.000
1	DESCAPOTE A MANO	M ²	367	130	47.710
2	REPARACION DESA- GUES CASAS	GLOBAL			150.000
3	EXCAVACIONES EN SUELO PARA CONS- TRUCCION	M ³	84	750	63.000
4	CONSTRUCCION DE RELLENOS PARA CONFORMACION DE TERRAZAS	M ³	2.400	2.200	5.280.000
5	CONCRETO DE 140 KG/CM ² PARA CONS- TRUCCION DE CANA- LETAS	M ²	633	2.800	1.772.400
	DE 140 KG/CM ² PARA CONSTRUCCION DE ANDENES		430	2.750	1.182.500
6	DRENES (FILTROS) CONSTRUCCION CON TUBERIAS PERFORA- DA DE GRES (Ø8") Y MATERIAL FIL- TRANTE	ML	244	2.950	719.800
7	CAJA DE ENTREGA	UN	1	33.000	33.000
8	EMPRADIZACION	M ²	420	90	37.800
10	TRANSPORTE TIERRA SUELTA 9-KM.	M ³	1.200	110	132.000
TOTAL					\$ 9.688.210

42.

- BARRIO LA PAZ

ITEM	DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	V/R UNIT	VALOR
0	REPLANTEO	M ²	1.800	180	324.000
1	DESCAPOTE	M ²	3.000	130	390.000
2	REPARACION DESAGUES-CASAS	GLOBAL			50.000
3	EXCAVACIONES PARA CONSTRUCCION DE FILTROS	M ³	153	750	114.750
4	CONSTRUCCION DE RELLENOS PARA CONFORMACION DE TERREZAS	M ³	2.521	2.200	5.546.200
5	CONCRETO DE 140 KG/CM ² . PARA CONSTRUCCION DE CUNETAS	M ²	635	2.800	1.778.000
	DE 140 KG/CM ² . PARA CONSTRUCCION DE ANDENES.	M ²	140	2.750	385.000
	DE 140 KG/CM ² PARA MURO EN CICLOPEO	M ³	58	24.000	1.392.000
6	DRENES (FILTROS) CONSTRUCCION CON TUBERIA PERFORADA DE GRES (Ø 8") Y MATERIAL FILTRANTE	ML	243	2.950	716.850
7	CAJA DE ENTREGA	UN	1	33.000	33.000
8	EMPRADIZACION	M ²	3.000	90	270.000
9	TRANSPORTE TIERRA SUELTA	M ³	350	110	38.500
	<u>TOTAL</u>				<u>\$ 11.038.300</u>

-BARRIO SAN DIONICIO

ITEM	DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	V/R.	UNIT	VALOR
0	REPLANTEO	M ²	500	180		90.000
1	DESCAPOTE	M ²	1.000	130		130.000
2	EXCAVACIONES PARA CONSTRUCCION DE FILTROS	M ³	320	750		240.000
3	CONCRETO DE 140 KG/CM ² PARA CONS- TRUCCION DE CUNE- TAS	M	322	2.800		901.600
	DE 140 KG/CM ² PARA CONSTRUCCION DE ANDENES	M ²	210	2.750		577.500
4	CONSTRUCCION DE RELLENOS PARA CON- FORMACION DE TE- RRAZAS	M ³	380	1.500		570.000
5	DRENES (FILTROS) CONSTRUCCION CON TUBERIA PERFORADA DE GRES (Ø8") Y MATERIAL FILIRANTE	ML	322	2.950		949.900
6	EMPRADIZACION	M ²	400	90		36.000
7	TRANSPORTE TIERRA SUELTA	M ³	200	110		22.000
8	REPARACION CANAL	GLOBAL				400.000
TOTAL						\$ 3.917.000

000044

44.

ANEXO N° 1
REGISTRO DE APIQUES

45

REGISTRO DE APIQUE

PROYECTO: SEC. OBRAS PUBLICAS PERFORACION Nº A1 LOCALIZACION BARRIO LOS LACHES
 FECHA INIC: Dic. 21/87 FIN: Dic. 22/87 TIPO DE SONDEO Apique PROF: 1.70 m.
 PESO DEL MARTILLO DE MUESTREO Lbs CAIDA Pulg. COTA TERRENO
 INGENIERO O.G. PERFORADOR P.D. HOJA 1 DE 1

PERFIL DEL SUELO				Lp	W	LL	Nº GOLPES/PIE	RESISTENCIA (Kg./cm ²)
ELEV. PROF.	MUESTRA Nº TIPO	ESTRA. TIGRA. FIA	DESCRIPCION	%		HUMEDAD		
SUPERFICIE				0 10 20 30 40 50				
0.00		#02	Capá vegetal con basuras y desechos.					
0.5	1	CO	Arcilla, amarilla marron, de baja y alta plasticidad, de consistencia media. Húmeda.					
1.0								
1.5	2	CO	Aumenta presencia de agua.					
			Fin de apique a 1.70 m. Nivel freático a 0.90m.					



CONVENCIONES
 DO - M - SHELBY
 ST - M - TUBO PARTIDO
 RC - M - CORAZON ROCA
 ES - M - TARRO
 CO - M - BOLSA

○ W NATURAL L.L. L.P.
 ESCALA V 1:25

PENETRACION: ○ NORMAL
 DIBUJO: L.F.S.

○ COMPRESION
 △ PENETROMETRO
 ■ ALETAS
 REVISOR: A.G.

REGISTRO DE APIQUE

PROYECTO: SEC. OBRAS PUBLICAS PERFORACION Nº A2 LOCALIZACION BARRIO LOS LACHES
 FECHA INIC: Dic.22/87 FIN. Dic.23/87 TIPO DE SONDEO Apique PROF: 2.7.0 Mts.
 PESO DEL MARTILLO DE MUESTREO _____ Lbs CAIDA _____ Pulg. COTA TERRENO _____
 INGENIERO O.G. PERFORADOR P.D. HOJA 1 DE 1

PERFIL DEL SUELO				LD	W	LL	Nº GOLPES/PIE	RESISTENCIA (Kg./cm ²)
ELEV.	MUESTRA		ESTRA. TIGRAFIA.	%		% HUMEDAD		
PROF.	Nº	TIPO						
SUPERFICIE 0 10 20 30 40 50								
0.00			~ #0 ~	Capa vegetal, rellenos y basuras.				
0.5	1	CO		Arcilla, color carmelita clara y rojiza, con vetas grises y amarillas, de alta y baja plasticidad de consistencia media a dura.				
1.0				Arcilla se hace más húmeda.				
1.5								
2.0	2	CO		Se aprecian filtraciones.				
2.5				Arcilla de consistencia dura.				
	3	DO		Fin de apique a 2.70 m. Nivel freático a 0.70m.				



CONVENCIONES
 DO-M-SHELBY
 ST-M-TUBO PARTIDO
 RC-M-CORAZON ROCA
 ES-M-TARRO
 CO-M-BOLSA

O W NATURAL
 L.L.
 L.P.
 ESCALA V
 1:25

PENETRACION:
 O NORMAL
 DIBUJO:
 L.F.S.

O COMPRESION
 Δ PENETROMETRO
 ■ ALETAS
 REVISO:
 A.G.

47

000047

REGISTRO DE APIQUE

PROYECTO: SECC. OBRAS PUBLICAS PERFORACION Nº A1 LOCALIZACION BARRIO GIRARDOT
 FECHA INIC: ENERO 12/88 FIN: ENERO 13/88 TIPO DE SONDEO Apique PROF: 2.50 Mts
 PESO DEL MARTILLO DE MUESTREO _____ Lbs CAIDA _____ Pulg. COTA TERRENO _____
 INGENIERO O.G. PERFORADOR J.C. HOJA 1 DE 1

PERFIL DEL SUELO				LP	W	LL	Nº GOLPES/PIE	RESISTENCIA (Kg./cm ²)		
ELEV.	MUESTRA		ESTRA- TIGRA- FIA.	DESCRIPCION		% HUMEDAD				
PROF.	Nº	TIPO								
SUPERFICIE 0 10 20 30 40 50										
0.00				Material de desechos, basuras con suelo orgánico.						
0.5										
1.0										
1.5	1	CO		Arcilla marrón, plás- tica húmeda y de con- sistencia media. Algo orgánica.		●	●			
2.0										
2.5	2	DO		Arcilla, amarilla con vetas grises y rojizas, plástica, hú- meda y de consisten- cia media a dura.		●	●			
	3	CO		Fin de apique a 2.50 metros. No se detectó N.F.						



CONVENCIONES
 DO - M - SHELBY
 ST - M - TUBO PARTIDO
 RC - M - CORAZON ROCA
 ES - M - TARRO
 CO - M - BOLSA

○ W NATURAL
 L.L.
 L.P.
 ESCALA V.
 1:25

PENETRACION:
 ○ NORMAL
 DIBUJO:
 L.F. S.

○ COMPRESION
 △ PENETROMETRO
 ● ALETAS
 REVISOR:
 A. G.

48.
REGISTRO DE APIQUE

PROYECTO: SEC. OBRAS PUBLICAS PERFORACION Nº A2 LOCALIZACION BARRIO GIRARDOT
 FECHA INIC: Enero 13/88 FIN: Enero 14/88 TIPO DE SONDEO Apique PROF: 1.80 Mts
 PESO DEL MARTILLO DE MUESTREO _____ Lbs CAIDA _____ Pulg. COTA TERRENO _____
 INGENIERO O.G. PERFORADOR J.C. NOJA 1 DE 1

PERFIL DEL SUELO			LP	W	LL	RESISTENCIA (Kg./cm ²)
ELEV. PROF.	MUESTRA Nº TIPO	ESTRA- TIGRA- FIA.	DESCRIPCION		% HUMEDAD	
SUPERFICIE 0 10 20 30 40 50						
0.00		#	Capa vegetal con ma- terial de desecho.			
0.5		#				
1.0	1	CO	Arcilla amarilla cla- ra, de baja plástici- dad, consistencia me- dia a dura.			
1.5	2	CO	Arenisca amarilla y gris clara, de grano fino, (poco dura).			
			Fin de apique a 1.80 m. No se detecto N.F.			



CONVENCIONES
 DO - M - SHELBY
 ST - M - TUBO PARTIDO
 RC - M - CORAZON ROCA
 ES - M - TARRO
 CO - M - BOLSA

○ W NATURAL
 L.L.
 L.P.

ESCALA V
 1:25

PENETRACION:
 ○ NORMAL

DIBUJO:
 L.F.S.

○ COMPRESION
 △ PENETROMETRO
 ● ALETAS

REVISO:
 A.G.


REGISTRO DE APIQUE

1 PROYECTO: SEC. OBRAS PUBLICAS PERFORACION Nº A1 LOCALIZACION BARRIO SAN DIONI
 2 FECHA INIC: Enero 25/88 FIN: Enero 25/88 TIPO DE SONDEO Apique PROF: 1.00 MIA
 PESO DEL MARTILLO DE MUESTREO _____ Lbs. CAIDA _____ PULG. COTA TERRENO _____
 INGENIERO O.G. PERFORADOR J.D. HOJA 1 DE 1

PERFIL DEL SUELO				Lp	W	LL	Nº GOLPES/PIE	RESISTENCIA (Kg./cm ²)
ELEV.	MUESTRA		ESTRA- TIGRA- FIA.	+---O---+		% HUMEDAD		
PROF.	Nº	TIPO		DESCRIPCION				

SUPERFICIE

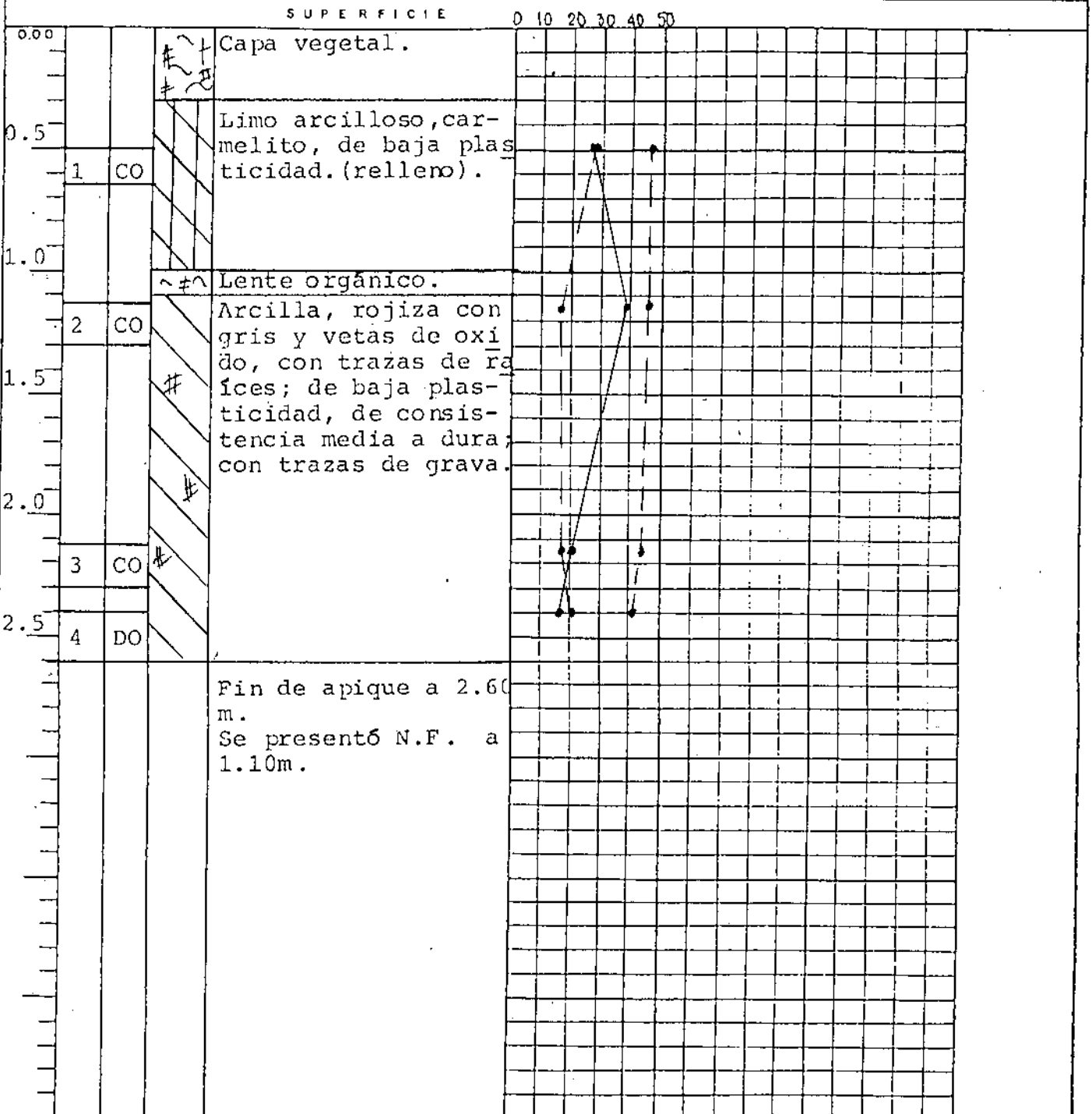
0.00				# Capa vegetal.								
0.5				Arcilla limosa car- melita oscura con raíces.								
1.0				Fin de apique a 1.00m aparecia agua a 0.30 m.								

	CONVENCIONES	O W NATURAL	PENETRACION:	O COMPRESION
	DO-M-SHELBY ST-M-TUBO PARTIDO RC-M-CORAZON ROCA ES-M-TARRO CO-M-BOLSA	L.L. L.P.	O NORMAL	Δ PENETROMETRO ● ALETAS
	ESCALA V.	DIBUJO:	REVISO:	
	1:25	L.F.S.	A.G.	

REGISTRO DE APIQUE

PROYECTO: SEC. OBRAS PUBLICAS PERFORACION Nº A2 LOCALIZACION BARRIO SAN DIONI-
 FECHA INIC: Enero 26/88 Enero 26/88 TIPO DE SONDEO Apique STO. 2.60
 PESO DEL MARTILLO DE MUESTREO _____ Lbs. CAIDA _____ Pulg. COTA TERRENO. _____
 INGENIERO O.G. PERFORADOR J.D. HOJA _____ DE _____

PERFIL DEL SUELO				Lp	W	LL	Nº GOLPES/PIE	RESISTENCIA (Kg./cm ²)
ELEV. PROF.	MUESTRA Nº TIPO	ESTRA- TIGRA- FIA.	DESCRIPCION	% HUMEDAD				



CONVENCIONES
 DO - M - SHELBY
 ST - M - TUBO PARTIDO
 RC - M - CORAZON ROCA
 ES - M - TARRO
 CO - M - BOLSA

○ W NATURAL
 L.L.
 L.P.

ESCALA V.
 1:25

PENETRACION:
 ○ NORMAL

DIBUJO:
 L.F.S.

○ COMPRESION
 Δ PENETROMETRO
 ● ALETAS

REVISO:
 A.G.


REGISTRO DE APIQUE

PROYECTO: SEC OBRAS PUBLICAS PERFORACION Nº A3 LOCALIZACION BARRIO SAN DIONI-
 FECHA INIC: Enero 27/88 FIN: Enero 29/88 TIPO DE SONDEO Apique STO. 2.70 MIA
 PESO DEL MARTILLO DE MUESTREO _____ Lbs. CAIDA _____ Pulg. COTA TERRENO _____
 INGENIERO A.G. PERFORADOR J.D. HOJA 1 DE 1

PERFIL DEL SUELO				LD W LL	RESISTENCIA (Kg./cm ²)
ELEV. PROF.	MUESTRA Nº TIPO	ESTRA- TIGRA- FIA.	DESCRIPCION	% HUMEDAD	

SUPERFICIE

0.00	27 28 29 30 31 32 33 34 35 36 37 38 39 40 41 42 43 44 45 46 47 48 49 50 51 52 53 54 55 56 57 58 59 60 61 62 63 64 65 66 67 68 69 70 71 72 73 74 75 76 77 78 79 80 81 82 83 84 85 86 87 88 89 90 91 92 93 94 95 96 97 98 99 100	Capa vegetal con raíces.			
0.5					
1.0					
1.5		Continua material orgánico con raíces.			
2.0					
2.5					
2.7		Fin de apique a 2.70m Nivel freático a 1.50m; Enero 29/88, subió nivel freático en 0.40m aprox.			

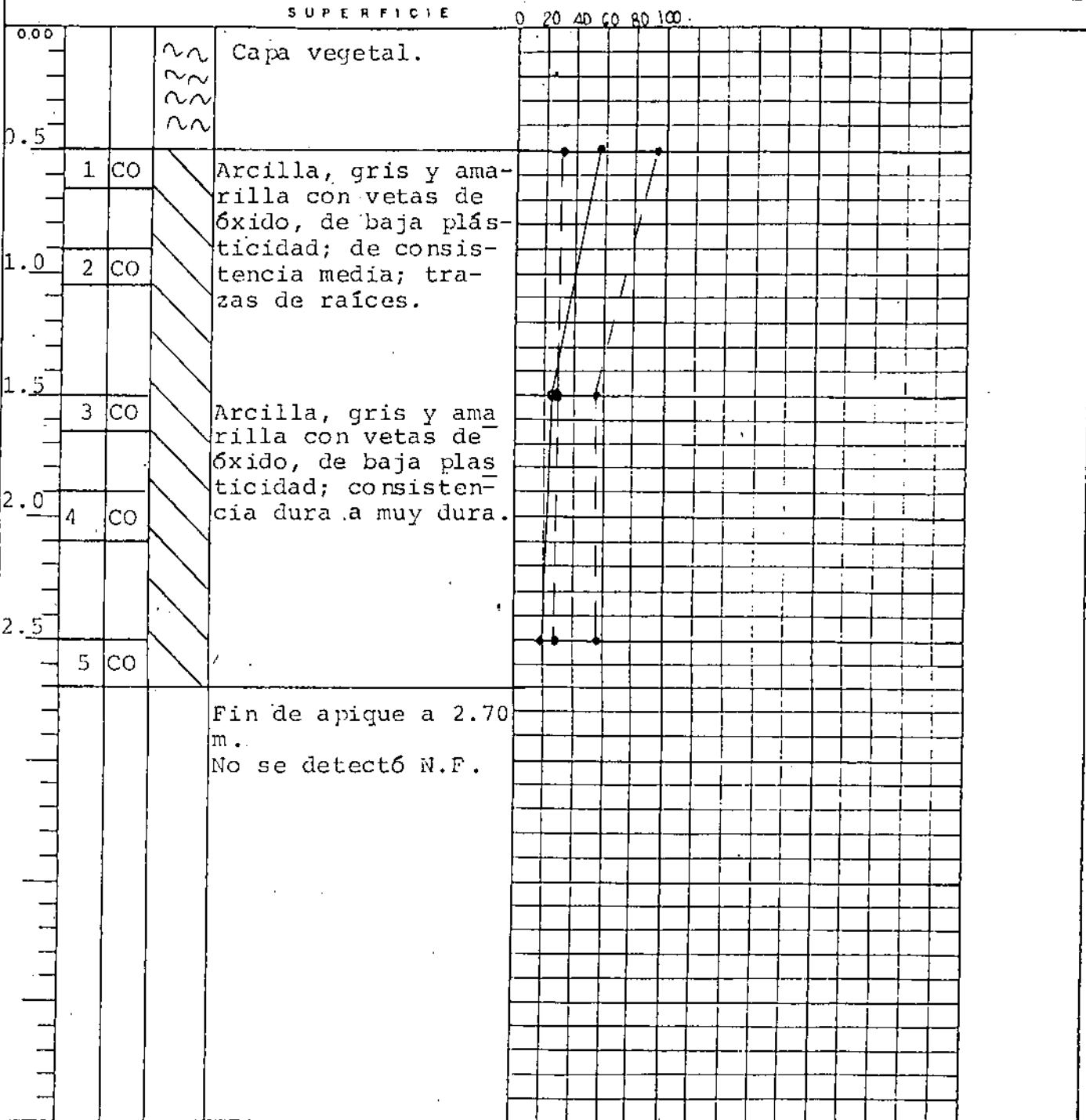
 ecoforest Ltda.	CONVENCIONES DO - M - SHELBY ST - M - TUBO PARTIDO RC - M - CORAZON ROCA ES - M - TARRO CO - M - BOLSA	○ W NATURAL L.L. L.P. ESCALA V. 1:25	PENETRACION: ○ NORMAL DIBUJO: L.F.S.	○ COMPRESION Δ PENETROMETRO ● ALETAS REVISO: A.G.
---	---	--	---	---

52

REGISTRO DE APIQUE

1 PROYECTO: SEC. OBRAS PUBLICAS PERFORACION Nº A4 LOCALIZACION BARRIO SAN DIO-
 2 FECHA INIC: Feb. 1/88 FIN: Feb. 3/88 TIPO DE SONDEO Apique NISIO. 2.70
 PESO DEL MARTILLO DE MUESTREO Lbs. CAIDA Pulg. COTA TERRENO.
 INGENIERO A.G. PERFORADOR J.D. HOJA 1 DE 1

PERFIL DEL SUELO				Lp W LL	Nº GOLPES/PIE	RESISTENCIA (Kg./cm ²)
ELEV. PROF.	MUESTRA Nº TIPO	ESTRA. TIGRA. FIA.	DESCRIPCION	% HUMEDAD		



CONVENCIONES
 DO - M - SHELBY
 ST - M - TUBO PARTIDO
 RC - M - CORAZON ROCA
 ES - M - TARRO
 CO - M - BOLSA

○ W NATURAL
 L.L.
 L.P.
 ESCALA V.
 1:25

PENETRACION:
 ○ NORMAL
 DIBUJO:
 L.F.S.

○ COMPRESION
 Δ PENETROMETRO
 ● ALETAS
 REVISO:
 A.G.

REGISTRO DE APIQUE

PROYECTO: SEC. OBRAS PUBLICAS PERFORACION Nº A1 LOCALIZACION BARRIO LA PAZ
 FECHA INIC: Feb. 15/88 FIN: Feb. 16/88 TIPO DE SONDEO Apique PROF: 3.00 MII
 PESO DEL MARTILLO DE MUESTREO _____ Lbs. CAIDA _____ PULO _____ COTA TERRENO _____
 INGENIERO O.G. PERFORADOR J.D. HOJA 1 DE 1

PERFIL DEL SUELO				Lp W LL ----- % HUMEDAD	RESISTENCIA (Kg/cm ²)
ELEV.	MUESTRA		DESCRIPCION	Nº GOLPES/PIE	
PROF.	Nº	TIPO			ESTRA. TIGRAFIA

SUPERFICIE

0.00					
0.5			Material de relleno conformado por desechos orgánicos y de construcción con capa vegetal, algo húmedo.		
1.0					
1.5					
2.0					
2.5					
3.0				Material orgánico con algo de arcilla	
				Fin de apique a 3.0m No se detecto N.F.	



CONVENCIONES
 DD - M - SHELBY
 ST - M - TUBO PARTIDO
 RC - M - CORAZON ROCA
 ES - M - TARRO
 CD - M - BOLSA

○ W NATURAL
 L.L.
 L.P.

ESCALA V.
 1:25

PENETRACION:
 ○ NORMAL

DIBUJO:
 L.F.S.

○ COMPRESION
 Δ PENETROMETRO
 ● ALETAS

REVISO:
 A.G.

54.

REGISTRO DE APIQUE

PROYECTO: SEC. OBRAS PUBLICAS PERFORACION Nº A2 LOCALIZACION BARRIO LA PAZ
 FECHA INIC: Feb.17/88 FIN: Feb.18/88 TIPO DE SONDEO Apique PROF: 2.50 Mts.
 PESO DEL MARTILLO DE MUESTREO _____ Lbt. CAIDA _____ Pulg. COTA TERRENO _____
 INGENIERO A.G. PERFORADOR C. R. HOJA 1 DE 1

PERFIL DEL SUELO				LD W LL	RESISTENCIA (Kg./cm ²)	
ELEV. PROF.	MUESTRA Nº TIPO	ESTRA. TIGRA. FIA.	DESCRIPCION	% HUMEDAD		
SUPERFICIE						
0.00			Material de relleno conformado por basuras, cantos rocosos, limos orgánicos, arenas y desechos de construcción.			
0.5						
1.0						
1.5						
2.0				A este nivel se detectó caja de aguas negras.		
2.5						
				Fin de apique a 2.50 m.		



CONVENCIONES
 DO - M - SHELBY
 ST - M - TUBO PARTIDO
 RC - M - CORAZON ROCA
 ES - M - TARRO
 CO - M - BOLSA

○ W NATURAL
 L.L.
 L.P.
 ESCALA V.
 1:25

PENETRACION:
 ○ NORMAL
 DIBUJO:
 L.F.S.

○ COMPRESION
 Δ PENETROMETRO
 ● ALETAS
 REVISOR:
 A.G.

REGISTRO DE APIQUE

PROYECTO: SEC. OBRAS PUBLICAS PERFORACION Nº A3 LOCALIZACION BARRIO LA PAZ
 FECHA INIC: Feb. 18/88 FIN: Feb. 19/88 TIPO DE SONDEO Apique PROF: 2.50 m.
 PESO DEL MARTILLO DE MUESTREO _____ Lbs CAIDA _____ Pulg COTA TERRENO _____
 INGENIERO: A.G. PERFORADOR V.D. HOJA 1 DE 1

PERFIL DEL SUELO				LD	W	LL	RESISTENCIA (Kg./cm ²)
ELEV. PROF.	MUESTRA Nº TIPO	ESTRA- TIGRA- FIA.	DESCRIPCION	+ — O — % HUMEDAD		Nº GOLPES/PIE	
SUPERFICIE 0 10 20 30 40							
0.00		~ # ~	Rellero conformado por basuras, madera y desechos de construcción.				
0.5		~ # ~					
1.0		~ # ~					
1.5		~ # ~					
2.0	1	CO	Arcilla gris con vetas rojizas, de baja plasticidad y de consistencia dura.	•	•		
	2	DO		•	•		
			Fin de apique a 2.50 m. No se detecto N.F.				



CONVENCIONES
 DO - M - SHELBY
 ST - M - TUBO PARTIDO
 RC - M - CORAZON ROCA
 ES - M - TARRO
 CO - M - BOLSA

○ W NATURAL
 L.L.
 L.P.

ESCALA V.
 1:25

PENETRACION:
 ○ NORMAL

DIBUJO:
 L.F.S.

○ COMPRESION
 Δ PENETROMETRO
 ● ALETAS

REVISO:
 A.G.

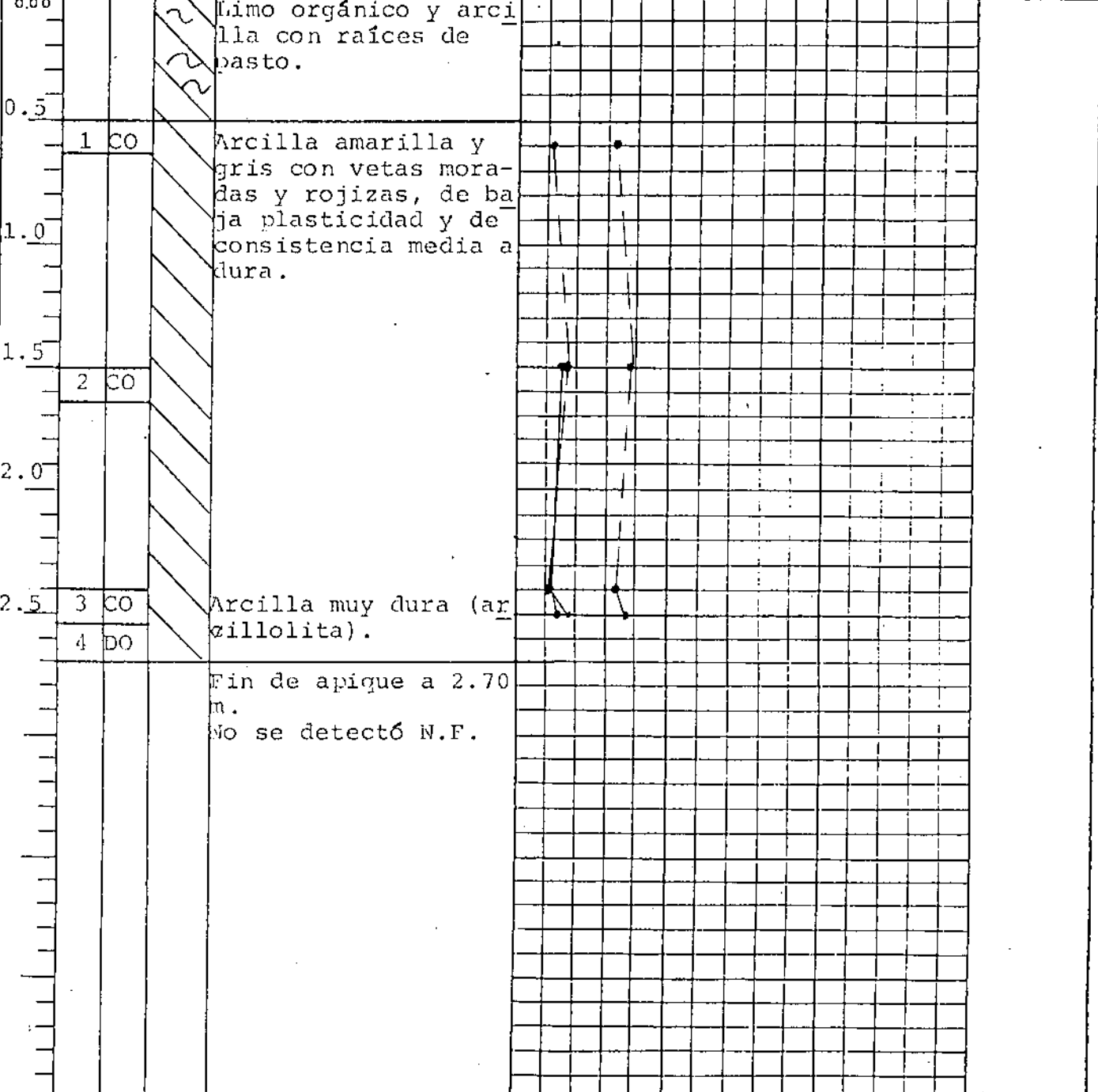
56

REGISTRO DE APIQUE

PROYECTO: SEC. OBRAS PUBLICAS PERFORACION Nº A4 LOCALIZACION BARRIO LA PAZ
 FECHA INIC: Feb. 20/88 FIN: Feb. 23/88 TIPO DE SONDEO Apique PROF: 2.70 Mts
 PESO DEL MARTILLO DE MUESTREO _____ Lbs CAIDA _____ Pulg. COTA TERRENO _____
 INGENIERO O.G. PERFORADOR J.D. HOJA 1 DE 1

PERFIL DEL SUELO				LP W LL	RESISTENCIA (Kg./cm ²)
ELEV.	MUESTRA		DESCRIPCION	% HUMEDAD	
PROF.	Nº	TIPO	ESTRATIGRAFIA	Nº GOLPES/PIE	

SUPERFICIE 0 10 20 30 40 50



CONVENCIONES
 DO - M - SHELBY
 ST - M - TUBO PARTIDO
 RC - M - CORAZON ROCA
 ES - M - TARRO
 CO - M - BOLSA

W NATURAL L.L. L.P.
 ESCALA V. 1:25

PENETRACION: NORMAL
 DIBUJO: L.F.S.

COMPRESION PENETROMETRO ALETAS
 REVISO: A.G.

REGISTRO DE APIQUE

B * PROYECTO SEC. OBRAS PUBLICAS PERFORACION Nº A5 LOCALIZACION BARRIO LA PAZ
 FECHA INIC: Feb. 24/88 FIN: Feb. 25/88 TIPO DE SONDEO Apique. PROF. 3.10 Mts
 PESO DEL MARTILLO DE MUESTREO _____ Lbs. CAIDA _____ Pulg. COTA TERRENO _____
 INGENIERO O. G. PERFORADOR V.D. HOJA 1 DE 1

PERFIL DEL SUELO				LP	W	LL	Nº GOLPES/PIE	RESISTENCIA (Kg./cm ²)
ELEV.	MUESTRA	ESTRA- TIGRA- FIA.	DESCRIPCION	+ — O —		% HUMEDAD		
PROF.	Nº	TIPO		SUPERFICIE 0 10 20 30 40 50				
0.00			Capa vegetal.					
0.5			Arcilla morada con vetas amarillas, con trazas de raíces, plástica y de consistencia dura. Poco húmeda.					
1.0								
1.5								
2.0	1	CO	Arcilla amarilla ocre con vetas moradas, grises y rojizas, plástica y de consistencia dura a muy dura.					
2.5	2	CO						
3.0	3	DO						
			Fin de apique a 3.10 m. No se detectó N.F.					



CONVENCIONES
 DD - M - SHELBY
 ST - M - TUBO PARTIDO
 RC - M - CORAZON ROCA
 ES - M - TARRO
 CO - M - BOLSA

O W NATURAL
 L.L.
 L.P.
 ESCALA V.
 1:25

PENETRACION:
 O NORMAL
 DIBUJO:
 L.F.S.

O COMPRESION
 Δ PENETROMETRO
 ● ALETAS
 REVISO:
 A.G.

58

000058

ANEXO N° 2
ENSAYOS DE LABORATORIO



Ecoforest Ltda.

RESUMEN RESULTADOS DE LABORATORIO

PROYECTO: SECRETARIA DE OBRAS PUBLICAS

Fecha: Enero 14/88

SECTOR: BARRIO LOS LACHES - GIRARDOT

Hoja: |

Nº	ABSCISA Km.	MUESTRA		GRANULOMETRIA % Pasa Tamiz Nº				LL %	IP %	W. NAT. %	CLASIFICACION		PESO UNITARIO T/m³	GRAVEDAD ESPECI Gs.	RESISTENCIA AL CORTE		CBR LABORATORIO		
		Nº	PROF. (m)	4	10	40	200				AASHO	USC			Qu Kg/cm²	Qut Kg/cm²	100 %	95 %	90 %
A1L		1C0	0.60				96	45.5	25.5	35		CL							
		2C0	0.70				97	53	29	41		CH							
A2L		1C0	0.60				99	52.4	30			CH							
		2C0	1.90				98	53.5	28.5	51		CH							
		3D0	2.50				98	37.5	21.9	18		CL	2.4	2.64	3.02	Def. 2.4%			
			2.60																
A1G		1C0	1.10				94	40.6	17.2	21.8		CL							
		2D0	1.20				92	32.5	15.7	16.6		CL	2.25		2.3	Def. 6%			
		3C0	2.40				83	41.4	16.6	28.6		CL							
			2.50																
A2G		1C0	1.00				94	46.3	19.7	32		CL							
		2C0	1.10				89	37.2	14.6	25		CL							
			1.30																
			1.40																

000059



ecoforest ltda.

RESUMEN RESULTADOS DE LABORATORIO

PROYECTO: SECRETARIA DE OBRAS PUBLICAS
SECTOR: BARRIO SAN DIONISIO

Fecha: ENERO 24/88
Hoja: 2

Nº	ABSCISA Km.	MUESTRA		GRANULOMETRIA % Pasa Tamiz Nº				LL %	IP %	W. NAT. %	CLASIFICACION		PESO UNITARIO γ_h Ton/m ³	GRAVEDAD ESPECI Gs.	RESISTENCIA AL CORTE			CBR LABORATORIO	
		Nº	PROF. (m)	4	10	40	200				A ASHO	USC			Qu Kg/cm ²	C Kg/cm ²	ϕ		100 %
S.D A2		1C0	0.50	100	98	99	95	46.5	18.5	26		ML							
		2C0	1.15		100	99	96	46.3	30.3	39.5		CL	2.63						
		3C0	2.15					98	44.5	27.2	20		CL						
		4D0	2.40 2.60					98	41.6	20.9	17.5		CL	2.13	2.61	2.58			
S.D A4		1C0	0.50				98	92	62	56		CH							
		2C0	0.90 1.00																
		3C0	1.50				98	54.6	31.6	22		CH							
		4C0	1.90 2.10																
		5C0	2.50 2.60				99	55.5	29	19		CH							

000060

LABORATORIO DE INVESTIGACIONES Y CONTROL DE CALIDAD



Ecoforest Ltda.

PROYECTO: SECRETARIA DE OBRAS PUBLICAS
SECTOR: BARRIO LA PAZ

RESUMEN RESULTADOS DE LABORATORIO

Fecha: FEBRERO 6/38

Hoja: 3

Nº	ABSCISA Km.	MUESTRA		GRANULOMETRIA % Paso Tamiz Nº					LL %	IP %	W. NAT. %	CLASIFICACION		PESO UNITARIO Ton/m³	GRAVEDAD ESPECÍ Gs.	RESISTENCIA AL CORTE			CBR LABORATORIO						
		Nº	PROF. (m)	4	10	40	200	AASHO				USC	Ou Kg/cm²			C Kg/cm²	Comp	100 %	95 %	90 %	EXPAN %				
A3		1C0	1.70				99	39.5	21	12															
			1.80																						
		2D0	1.90 2.10				97	38	19.5							42	Def. 3.68								
A4		1C0	0.50 0.60				97	32	20.5																
		2C0	1.50 1.70		100	99	37.8	21.3	15								1.43	Def. 4.8							
		3C0	2.40 2.50			99	33.5	21.7	11																
		4D0	2.50 2.70		100	99	37	19.5	14								4.0	Def. 4.8							
A5		1C0	1.50 1.70				99	35.5	18																
		2C0	2.20 2.30			99	36.8	19.5	8																
		3D0	2.90 3.10			99	35.5	18																	