

ALCALDIA MAYOR DE BOGOTA
SECRETARIA DE OBRAS PUBLICAS
DIVISION DE ESTUDIOS

E 9

ESTUDIO GEOLOGICO Y GEOTECNICO
DE ALGUNOS SITIOS CRITICOS EN LOS BARRIOS
GRAN COLOMBIA, EL TRIANGULO, CORINTO Y RAMAJAL

itcaja
I.T.A.

BOGOTA, ABRIL DE 1988

Ingenieros Forestales Consultores y Asociados



ALCALDIA MAYOR DE BOGOTÁ
SECRETARIA DE OBRAS PUBLICAS
DIVISION DE ESTUDIOS

ESTUDIO GEOLOGICO Y GEOTECNICO
DE ALGUNOS SITIOS CRITICOS EN LOS BARRIOS
GRAN COLOMBIA, EL TRIANGULO, CORINTO Y RAMAJAL

I F C A Y A L T D A
INGENIEROS FORESTALES CONSULTORES Y ASOCIADOS LIMITADA

BOGOTÁ, D.E., ABRIL DE 1988

INDICE

	<u>Pag.</u>
I. INTRODUCCION	1
1.1 Generalidades	1
1.2 Objetivos	2
II. LOCALIZACION Y DESCRIPCION DE LOS SECTORES AFECTADOS	4
2.1 Localización	4
2.2 Descripción de sectores	4
2.2.1 La Gran Colombia	4
2.2.2 El Triángulo	5
2.2.3 Corinto	5
2.2.4 Ramajal	6
Anexo Fotográfico	7
III CARTOGRAFIA Y TOPOGRAFIA	12
3.1 Cartografía	12
3.1.1 Planchas Cartográficas	12
3.1.2 Fotografías aéreas	13
3.2 Topografía	14
3.2.1 Barrio Gran Colombia	14
3.2.2 Barrio El Triángulo	14
3.2.3 Barrio Ramajal	15
3.2.4 Barrio Corinto	15
IV HIDROCLIMATOLOGIA	16
4.1 Generalidades	16
4.2 Características fisiográficas	17

	Pag.	
4.3	Climatología	19
4.3.1	Generalidades sobre clima	19
4.3.2	Ciclo de la Zona de Convergencia Intertropical	20
4.3.3	Influencias locales	21
4.3.4	Análisis de la información climática existente	24
4.4	Caudales	27
4.5	Zonas de Vida de la cuenca del río San Cristobal	28
4.5.1	Páramo Sub-Andino (p-SA)	28
4.5.2	Bosque pluvial montano (bp-M)	31
4.5.3	Bosque muy húmedo Montano (bmh-M) y Bosque húmedo Montano Bajo (bh-MB)	32
4.5.4	Transición de bosque húmedo montano bajo (bh-MB)	33
4.6	Subcuenca de la quebrada Aguas Claras	33
4.6.1	Características de la subcuenca	34
4.6.2	Balance hídrico de la subcuenca de la quebrada Aguas Claras	37
4.6.3	Aforo de Manantiales	42
V	GEOLOGIA	44
5.1	Generalidades	44
5.2	Estratigrafía	45
5.2.1	Grupo Guadalupe (KG)	45
5.2.2	Formación Guadus (Tg)	47
5.2.3	Formación Arenisca del Cacho (Tc)	48
5.2.4	Formación Bogotá (Tb)	49
5.2.5	Coluviones (Qc)	49
5.2.6	Formación Sabana	50
5.2.7	Depósitos Aluviales	50
5.3	Tectónica	50
5.3.1	Falla de Monserrate	50
5.3.2	Falla del Zuque	51
5.3.3	Otros lineamientos	51
5.4	Diagnóstico de sitios críticos	52
5.4.1	Barrio Ramajal	52

	Pag.
5.4.2 Barrio Gran Colombia	53
5.4.3 Barrio Corinto	55
5.4.4 Barrio El Triángulo	57
VI GEOMORFOLOGIA	59
6.1 Objeto del estudio	59
6.2 Origen del problema	59
6.2.1 Composición geomorfológica de la zona	59
6.2.2 Origen de las acumulaciones	60
6.2.3 Composición de los depósitos	62
6.2.4 Correlaciones	63
6.2.5 Hidrodinámica de los depósitos	66
6.3 Conclusiones sobre comportamiento actual de los depósitos	70
6.3.1 Para el depósito de la Gran Colombia	70
6.3.2 Para el depósito de El Triángulo	71
6.3.3 Para el depósito de Ramajal	71
6.3.4 Para el depósito de Corinto	71
Anexo Fotográfico	72
VII BARRIO GRAN COLOMBIA	77
7.1 GEOLOGIA Y GEOMORFOLOGIA	77
7.1.1 Localización	77
7.1.2 Descripción del Problema	77
7.1.3 Litología	77
7.1.4 Hidrogeología	79
7.1.5 Drenajes	86
7.1.6 Geoeléctrica	87
7.2 ESTUDIO GEOTECNICO	91
7.2.1 Generalidades	91
7.2.2 Barrio Gran Colombia	92

	<u>Pag.</u>
7.3	RECOMENDACIONES ADICIONALES 121
7.3.1	Instrumentación y medición de niveles freáticos 121
7.3.2	Control de escapes en acueducto 122
7.3.3	Alcantarillado en el Barrio Aguas Claras 122
7.3.4	Elevación del fondo del lecho del río San Cristobal 123
7.3.5	Revegetalización 124
7.4	CANTIDADES DE OBRA Y COSTOS 124
VIII	BARRIO EL TRIANGULO 127
8.1	RECONOCIMIENTO DEL TERRENO 127
8.2	BARRENO Y APIQUES 129
8.3	MUESTRAS Y ENSAYOS 130
8.4	OBRAS DE ESTABILIDAD 132
8.5	CANTIDADES DE OBRA Y COSTOS 133
IX	BARRIO CORINTO 135
9.1	ASPECTOS TECNICOS Y SOCIALES GENERALES 135
9.2	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES 139
9.2.1	Acueducto y Alcantarillado 139
9.2.2	Plataformas adecuadas para viviendas 141
9.3	RECOMENDACIONES ADICIONALES 147
X	BARRIO RAMAJAL 151
10.1	RECONOCIMIENTO DEL TERRENO 151
10.2	BARRENOS 154
10.3	MUESTRAS Y ENSAYOS DE LABORATORIO 159
10.4	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES 161

INDICE DE FIGURAS

	<u>Pag.</u>
2-1 Foto de localización de la zona de estudio	7
2-2 Foto del Barrio Gran Colombia	8
2-3 Foto del Barrio El Triángulo	9
2-4 Foto del Barrio Corinto	10
2-5 Foto del Barrio Corinto	10
2-6 Foto del Barrio Ramajal	11
4-1 Cuenca alta y media del río San Cristobal	18
4-2 Distribución de la precipitación pluvial en mm. (Promedios multianuales para el periodo 1974 a 1986)	25
4-3 Hoya del Río San Cristobal. Caudales gráficos compa- rativos para 21 años (Estación El Delirio)	30
4-4 Mapa Ecológico de la Cuenca del río San Cristobal. (Zonas de Vida, Isoyetas y subcuenca de la quebrada Aguas Claras)	31
4-5 Localización de sitios de aforo de caudales (Quebrada La Pichosa)	41
5-1 Mapa Geológico	46
5-2 Esquema geológico del Barrio Ramajal	52
5-3 Esquema geológico del Barrio Gran Colombia	53
5-4 Esquema geológico del Barrio Gran Colombia	53
5-5 Esquema geológico del Barrio Corinto	55
5-6 Esquema geológico del Barrio El Triángulo	57
6-1 Mapa geomorfológico	61
6-2 Esquema general de localización de los depósitos de la Gran Colombia	67

	<u>Pag.</u>	
6-3	Perfiles de los depósitos de Gran Colombia	68
6-4	Perfiles de los depósitos de Gran Colombia	69
6-5	Foto Barrio Gran Colombia	72
6-6	Foto Barrio Gran Colombia	72
6-7	Foto Barrio Gran Colombia	73
6-8	Foto Barrio Gran Colombia	74
6-9	Foto Barrio Gran Colombia	74
6-10	Foto Barrio Gran Colombia	75
6-11	Foto Barrio Gran Colombia	75
6-12	Foto Barrio Gran Colombia	76
6-13	Foto Barrio Gran Colombia	76
7-1	Mapa Geológico detallado - Barrio Gran Colombia	81
7-2	Resultados sondeos geoelectricos	82
7-3	Resultados sondeos geoelectricos	83
7-4	Resultados sondeos geoelectricos	84
7-5	Resultados sondeos geoelectricos	85
7-7	Mapa geomorfológico detallado - Barrio Gran Colombia	89
7-8	Localización de manantiales, perfiles, perforaciones, barrenamientos, apiques y zonas pantanosas	96
7-9	Perfil geológico A-A'	98
7-10	Perfil geológico B-B'	99
7-11	Perfil geológico C-C'	100
7-12	Perfil geológico 2-1	101
7-13	Perfil geológico 3-1	102
7-14	Perfil geológico 3-2	103
7-15	Muestra No.1 - Ensayos de compresión confinada - Gráficos de deformación	109
7-16	Muestra No.3 - Ensayos de compresión confinada - Gráficos de deformación	110

	<u>Pag.</u>
7-17 Muestra No.1 - Círculos de Mohr - Perforación PT-2 - Intervalo 2.20 - 4.00 m.	111
7-18 Muestra No.3 - Círculos de Mohr - Perforación PT-2 - Intervalo 12.00 - 16.80 m.	112
7-19 Esquema de cálculos	114
8-1 Mapa geomorfológico detallado del Barrio El Triángulo	128
9-1 Mapa geológico detallado del Barrio Corinto	137
9-2 Mapa geomorfológico detallado del Barrio Corinto	138
9-3 Esquema de viviendas	142
9-4 Recomendaciones de construcción de plataforma para viviendas en Corinto	145
9-5 Recomendación de plataforma mixta con postes para vivienda	146
9-6 Esquemas de recomendaciones para construcción de acueduc- to y alcantarillado	143
9-7 Foto del Barrio Corinto	149
9-8 Foto del Barrio Corinto	150
10-1 Mapa geológico detallado del Barrio Ramajal	152
10-2 Mapa geomorfológico detallado del Barrio Ramajal	153
10-3 Localización de barrenos, pozos de alcantarillado y líneas de perfiles	156
10-4 Perfil longitudinal A-A'	157
10-5 Perfil transversal B-B'	158
10-6 Recomendaciones de obras de estabilización zanja - filtro	162
10-7 Foto del Barrio Ramajal	163

INDICE DE CUADROS

	<u>Pag.</u>
4-1 Lluvias mensuales de 1974 a 1986. Estación Paloblanco (Veáse en el Anexo)	
4-2 Lluvias mensuales de 1974 a 1986. Estación El Delirio (Veáse en el Anexo)	
4-3 Lluvias mensuales de 1974 a 1986. Estación Vitelma (Veáse en el Anexo)	
4-4 Lluvias mensuales de 1974 a 1986. Estación San Diego (Veáse en el Anexo)	
4-5 Temperatura media del ambiente (°C) de 1974 a 1986 Estación Paloblanco. (Veáse en el Anexo)	
4-6 Temperatura media del ambiente (°C) de 1974 a 1986 Estación Vitelma. (Veáse en el Anexo)	
4-7 Humedad relativa (%) media de 1974 a 1986. Estación Paloblanco. (Veáse en el Anexo)	
4-8 Humedad relativa (%) media de 1974 a 1986. Estación Vitelma. (Veáse en el Anexo)	
4-9 Caudales mensuales, anuales y promedios (Años 1974 a 1986). río San Cristobal - Estación El Delirio	29
4-10 Gasto máximo - Años 1974 a 1986 - (M3/seg.). Río San Cristobal - Estación El Delirio. (Veáse en el Anexo)	
4-11 Gasto medio - Años 1974 a 1986 - (M3/seg.). Río San Cristobal - Estación El Delirio. (Veáse en el Anexo)	
4-12 Gasto mínimo - Años 1974 a 1986 - (M3/seg.). Río San Cristobal - Estación El Delirio. (Veáse en el Anexo)	
4-13 Balance Hídrico para la quebrada Aguas Claras (Por el método de Thornthwaite). Datos de la Estación Meteorol- ógica de Vitelma.	38

	<u>Pag.</u>
4-14 Caudales en litros/seg. en varios sitios de la quebrada La Pichosa.	42
4-15 Tabla de Manantiales	43
7-1 Barrio Gran Colombia - Resumen de propiedades del suelo	108
7-2 Barrio Gran Colombia - Análisis de estabilidad por perfil 3-1. (Condiciones actuales)	115
7-3 Barrio Gran Colombia - Análisis de estabilidad por perfil 3-1. (Caso en que el nivel de agua subterránea esta a nivel con el terreno)	117
7-4 Barrio Gran Colombia - Análisis de estabilidad por perfil 3-1. (Caso en que el nivel de agua subterránea disminuye en 4 m. con respecto al nivel actual)	118
7-5 Barrio Gran Colombia. Cantidades de obra- Excavación Canal de drenaje y canal de la quebrada La Pichosa	125
7-6 Barrio Gran Colombia. Presupuesto y cantidades de obra	126
8-1 Barrio El Triángulo. Resultados de ensayos de laboratorio de suelos.	131
8-2 Barrio El Triángulo. Presupuesto y cantidades de obra	134
10-1 Barrio Ramajal. Propiedades del Suelo	160

INDICE DE PLANOS

PLANO No.1. BARRIO GRAN COLOMBIA. OBRAS DE ESTABILIZACION

PLANO No.2. BARRIO GRAN COLOMBIA. OBRAS DE ESTABILIZACION
CANAL DE RECOLECCION DE AGUAS LLUVIAS.

PLANO No.3. BARRIO EL TRIANGULO. OBRAS DE ESTABILIZACION

ESTUDIO GENERAL



Ingenieros Forestales Consultores y Asociados Ltda.

ESTUDIO GEOLOGICO Y GEOTECNICO EN LOS BARRIOS GRAN COLOMBIA, CORINTO, RAMAJAL Y EL TRIANGULO

I. INTRODUCCION

1.1 Generalidades

En algunos barrios del Sector Sur-Oriental de Bogotá se presentan problemas de inestabilidad del suelo, los cuales generalmente afectan las viviendas de sus pobladores y en la mayoría de los casos, con peligro inminente para sus vidas y aún para los posibles transeúntes. Estos movimientos del terreno normalmente destruyen también las tuberías tanto de acueducto como alcantarillado agudizando el problema e incrementando las dificultades sociales. Desde el punto de vista urbanístico también hay complicaciones; por cuanto en algunos sectores se establecen asentamientos generalmente de invasión, localizados en sitios que no tienen aptitud para ello, por lo tanto, también se presentan toda clase de problemas, desde la dificultad para llevarles los servicios públicos más indispensables, problemas de salud por falta de alcantarillado, erosión y cárcavamiento de vías, etc., hasta inestabilidad del terreno.

La Secretaría de Obras Públicas del Distrito consciente de la problemática social de éstos barrios, particularmente de sus sectores de mayor pobreza, en su deseo por contribuir a resolver estos problemas, a través de su División de Estudios contrató

con varias firmas especializadas, la elaboración de los respectivos estudios, de las cuales IFCAYA LTDA le correspondieron los de los barrios La Gran Colombia, Corinto, El Triángulo y Ramajal.

1.2 Objetivos.

Mediante contrato No.340 firmado el 29 de Octubre de 1987, entre la Secretaría de Obras Públicas del Distrito e IFCAYA LTDA se convino en realizar los estudios que conlleven a determinar las causas de la inestabilidad del terreno en ciertas áreas determinadas de los barrios mencionados con el siguiente detalle:

- a. Sectores de los Barrios Gran Colombia y El Triángulo, estudio de diagnóstico, diseño de obras y costos de las mismas.
- b. Sectores de los Barrios Corinto y Ramajal, estudio con diagnóstico y recomendaciones.

Los objetivos generales de los estudios, de acuerdo a los términos de referencia y las las necesidades de los sectores son:

- a. Delimitación de zonas inestables
- b. Levantamiento topográficos detallados*
- c. Levantamiento y cartografía geológica general y detallada para cada sector específico.
- d. Estudios de aguas subterráneas*
- e. Investigación geotécnica del subsuelo para caracterizar los materiales y determinar las características de la superficie de falla*
- f. Inventario físico de construcciones, estructuras, cimentaciones, acueductos, redes de alcantarillado, áreas de descargue de aguas negras, etc.

- g. Diseño y presupuesto de obras correctivas, preventivas y de adecuación.*
- h. Análisis de medidas preventivas y correctivas en sitios críticos.
 - Métodos de fundación que deben emplearse en la vertiente.
 - Tipos de estructuras según el terreno.
- i. Planificación de un sistema para controlar aguas lluvias y aguas negras, donde no exista alcantarillado. O estudio de alternativas para un alcantarillado combinado.
- j. Estudio para reordenamiento urbanístico con base en la zonificación geotécnica de aptitud del terreno.

* Estas actividades se harán solamente en los dos sectores donde el estudio es detallado - Gran Colombia y El Triángulo -.

II. LOCALIZACION Y DESCRIPCION DE LOS SECTORES AFECTADOS

2.1 Localización.

Los cuatro sectores en estudio se encuentran dentro de la Cuenca del Río San Cristobal (márgen izquierda) en la parte alta de la región Sur-Oriente de la ciudad de Bogotá, a diferentes alturas sobre el nivel del mar, así:

- Gran Colombia 2.720 a 2.790 m.s.n.m.
- El Triángulo 2.720 a 2.745 m.s.n.m.
- Corinto 2.860 a 2.950 m.s.n.m.
- Ramajal 2.776 a 2.806 m.s.n.m.

Los tres primeros están localizados en la parte superior u oriental de la antigua carretera a Villavicencio (subiendo por la Calle 11 Sur) y el Sector de Ramajal está localizado colindando con la misma carretera, pero hacia la parte baja (Occidental) en la Calle 32 Sur. (Vease Figura 2-1 - Anexo Fotográfico)

2.2 Descripción de Sectores.

2.2.1 La Gran Colombia.

Es un pequeño barrio localizado sobre la márgen izquierda del río San Cristobal a unos 400 metros de la carretera a Villavicencio y frente al Batallón de "Apoyo Logístico" del ejército.

Debido a la inestabilidad del terreno, ya que presenta una reputación hacia el río, la mayoría de casas se hallan agrietadas, aún las que poseen vigas de amarre y la escuela hubo necesidad de tumbarla ya que amenazaba con derrumbarse.

El área mayormente afectada comprende cinco hectáreas, pero con la zona de influencia perfectamente puede llegar a 15 o 17 hectáreas.

El movimiento del terreno constantemente ocasiona rupturas en las tuberías y en las cañerías, lo que agrava el problema de saturación del suelo. (Veáse Anexo Fotográfico)

2.2.2 El Triángulo.

Es una pequeña zona inestable (1/4 de hectárea aproximadamente), que se halla ubicada dentro del barrio El Triángulo, localizado a unos 300 metros al Oriente de la carretera a Villavicencio.

La zona inestable se halla en una curva de la vía de acceso al barrio y precisamente parece que esta vía originó el problema, ya que se presentó un desprendimiento, que aún continúa en movimiento y que afectó cuatro casas construídas, dos en ladrillo y dos en mezcla de materiales (ladrillo, zinc y madera). Tres de las casas se derrumbaron totalmente. (Veáse Anexo Fotográfico). Además en la parte baja el derrumbe está presionando otras dos casas, de las cuales una es de dos pisos.

2.2.3 Corinto.

Es un barrio de invasión localizado aproximadamente a un kilómetro al Oriente de la carretera a Villavicencio, arriba del barrio El Triángulo. Corinto se estableció en un revés monoclinal, sobre arcillolitas duras y a una altura que sobrepasa los 2.900 m. de altura sobre el nivel del mar. Este barrio comprende más de 500 familias, establecidas en ranchos de construcción rústica, con predominancia de materiales de desecho, tejas de zinc, madera, plásticos y cartón encerado.

El barrio posee tres calles principales, las cuales han sido erosionadas por los torrentes que se forman en ellas en épocas de lluvias y ya hay principios de cárcavamiento. El agua de acueducto llega al barrio únicamente a la parte baja, de donde se distribuye en mangueras de 1", muy remendadas y rústicamente empatadas. El alcantarillado también es muy rústico y precisamente baja en zanjas por donde llega el agua de acueducto, por lo tanto existe gran contaminación. Las fotos anexas (Vease Anexo Fotográfico) dan una idea clara de los problemas que afectan a este grupo de Colombianos que dentro de las más precarias condiciones de calidad de vida, luchan con desesperada tenacidad por su subsistencia y mejoramiento.

2.2.4 Ramajal.

Es un barrio localizado contra la carretera a Villavicencio (parte baja).

La zona inestable también colinda con la vía a Villavicencio y parece que por saturación de los suelos arcillosos se presentó un desprendimiento, en cuya corona quedaron algunas casas, de las cuales una prefabricada está al borde de derrumbarse. Todo el sector inestable se halla dentro del antiguo cauce y márgenes de la quebrada Ramajal, la cual fué entubada, pero que por falta de alcantarillado en el Sector, se han presentado los movimientos que afectan también otras casas en la parte baja. El movimiento es muy lento y también está afectando a algunas casas de la parte baja, antes de la cancha de baloncesto.

Anexo Fotográfico.

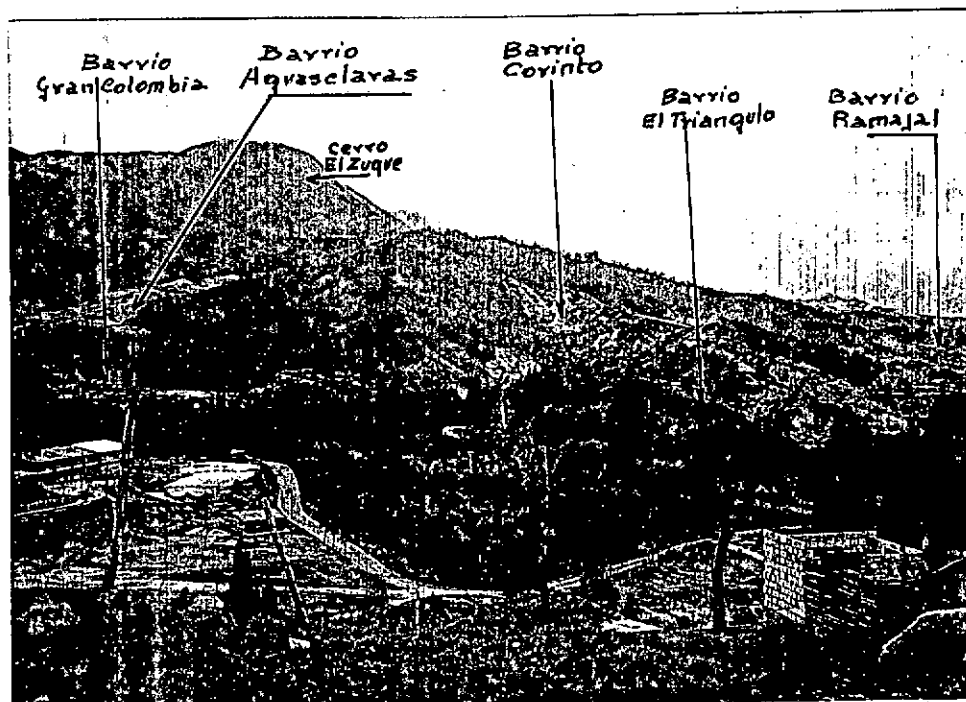


Figura 2-1.

Fotografía tomada desde el Barrio Los Laches, en donde se aprecia la localización general de los cuatro sectores de estudio y otros detalles de importancia.

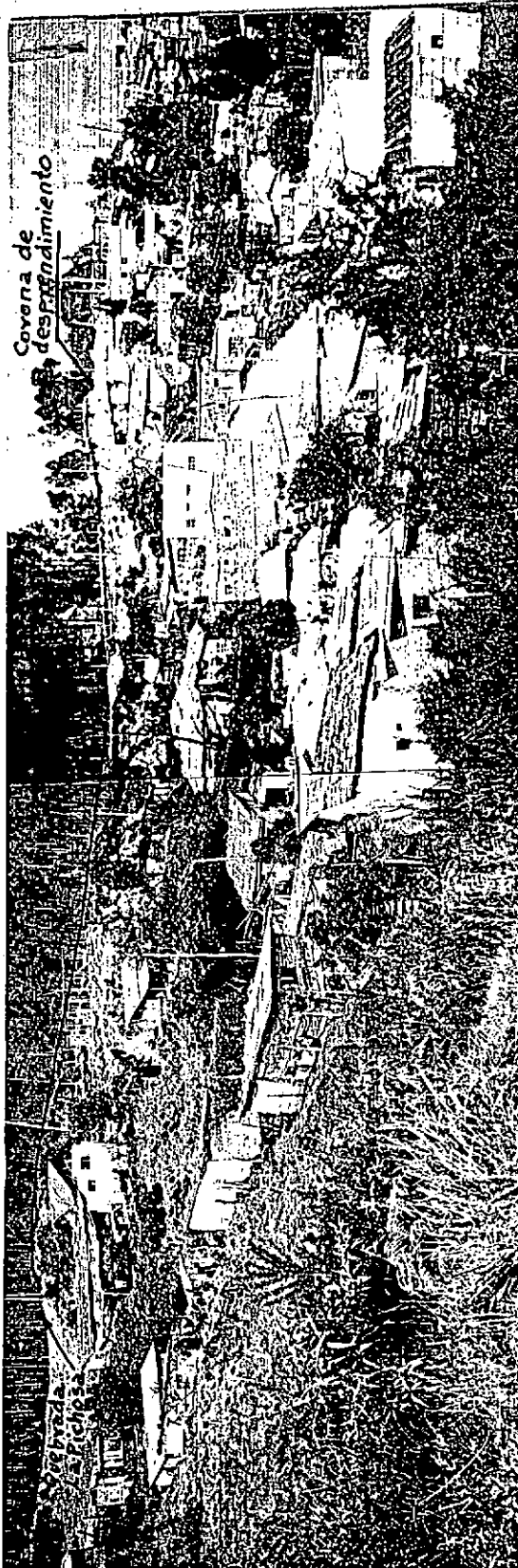


Figura 2-2.

Panóramica del Barrio Gran Colombia, en la parte superior izquierda está la Quebrada "La Pichosa" e inmediatamente después, un poco hacia la derecha está el talud o corona principal de desprendimiento. A la derecha de la foto está el río San Cristobal y el Batallón Escuela Logística.

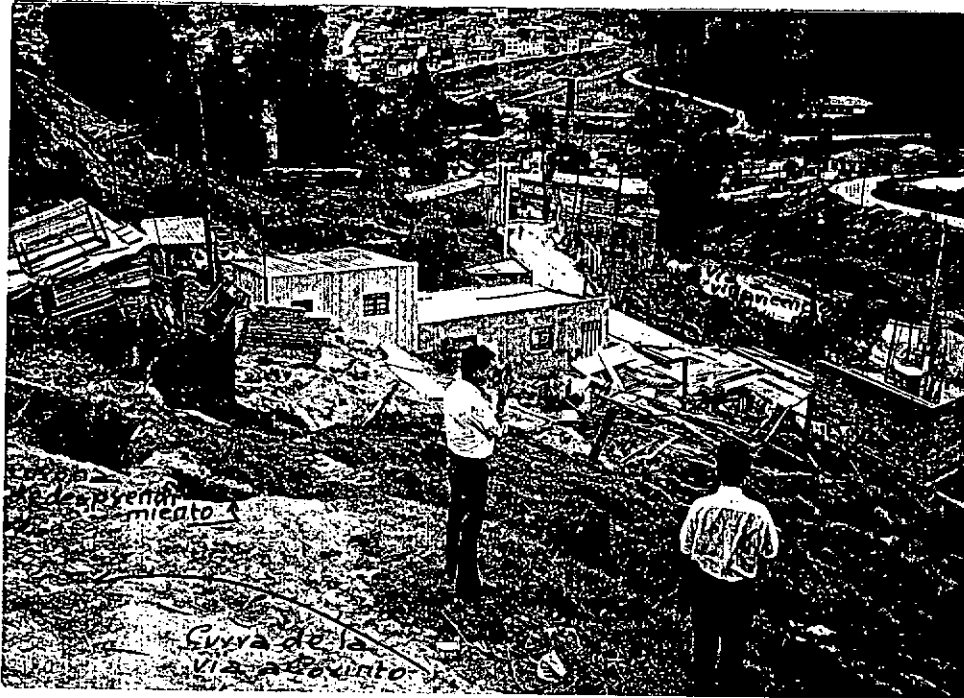


Figura 2-3.

Barrio El Triángulo. Foto tomada desde la parte alta de la carretera para mostrar el sector afectado en donde la reptación del terreno ha derribado cuatro casas

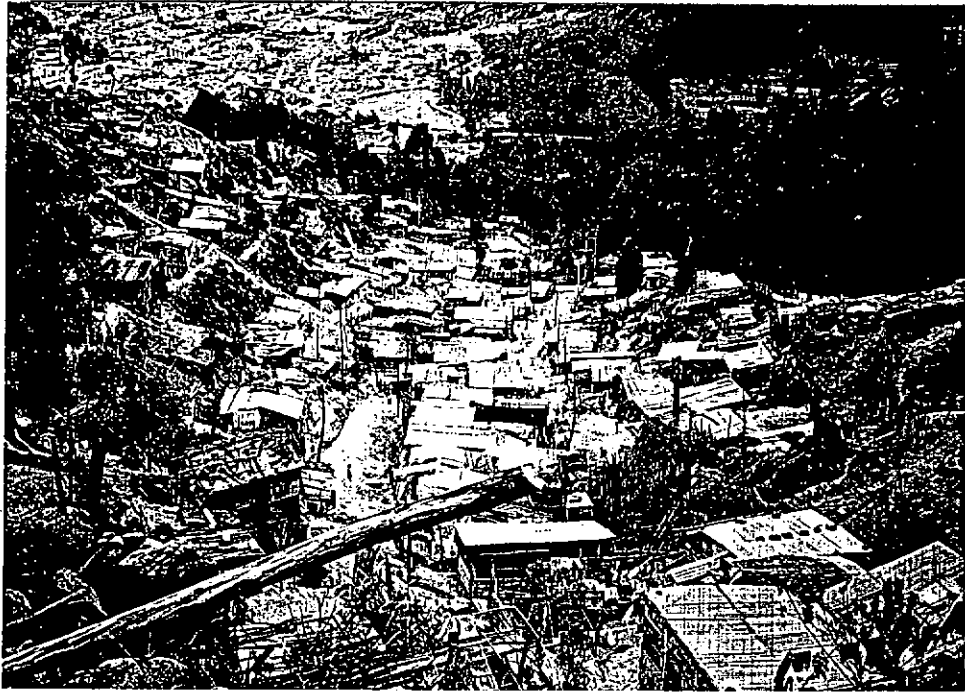


Figura 2-4.

Panorámica del Barrio Corinto. A la izquierda contra la arboleda está la quebrada El Triángulo (sin agua en época seca).



Figura 2-5.

Aspecto de la calle principal. Veánse las mangueras de agua para consumo en un zanjón de aguas negras. Las cárcavas se incrementan en las épocas de lluvias.

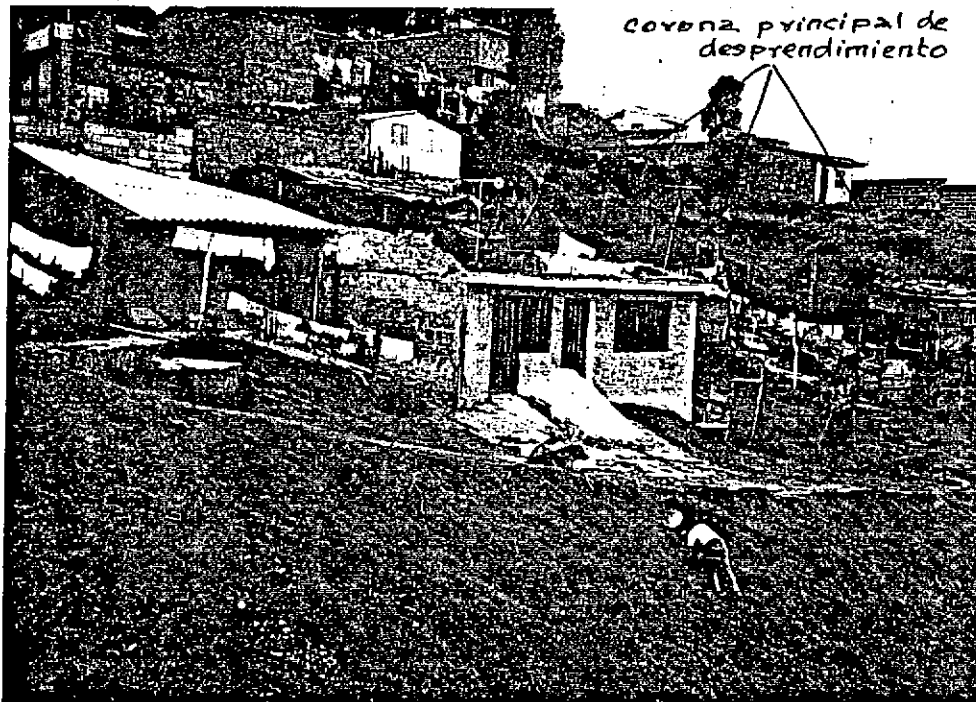


Figura 2-6.

Sector inestable del Barrio Ramajal. En la parte alta superior derecha se observa la corona de desprendimiento. La casa de ladrillo en buen estado se encuentra en la vertiente norte del desprendimiento, zona que es más estable.

III.. CARTOGRAFIA Y TOPOGRAFIA

3.1 Cartografía

3.1.1 Planchas Cartográficas.

Se adquirieron todas las planchas existentes así :

<u>No. de Plancha</u>	<u>Elaborada</u>	<u>Escala</u>	<u>Año</u>	<u>Observaciones</u>
247-I-A1 y 247-I-A3	IGAC	1:10.000	1965	Cuenca río San Cristobal y locali- zación sectores
Sin referencia	IGAC para E.A.A.B.	1:5.00	1960	Contine Barrio Gran Colombia incompleto y Triángulo. Con fo- tos de Febrero /1956
M-21 y M-31	IGAC para E.A.A.B.	1:2.000	1960	Ampliación del mapa anterior
Plancha única (158/4-2)	D.A.P.D	1:1.000	1966	Barrios Ramajal (1307) y San Pedro (1306), pa- ra regularizar áreas según acuerdo No.22/63
L-50	IGAC	1:2.000	1981	Barrios Ramajal y San Pedro. Elaborados a partir de fotografías aéreas de 1977
Plancha No.1	Geovial Ltda para DAPD	1:1.000	1983	Barrio Corinto. Uni- dad de mejoramiento y coordinación de Barrio del D.A.P.D.

De las anteriores planchas se hicieron ampliaciones y reducciones para obtener los planos generales del estudio a escalas 1:1.000 de los Sectores de trabajo, los de localización y el general a escala 1:20.000.

3.1.2 Fotografías aéreas.

La ciudad de Bogotá tiene una gran cantidad de vuelos de casi todos los últimos años, pero desafortunadamente los sectores de estudio se hallan en la zona marginal del casco urbano, por lo tanto la mayoría de líneas de vuelo llegan muy cerca de estos barrios o los incluyen en forma parcial y generalmente hacia los extremos de las fotos.

No obstante los anteriores se adquirieron los siguientes vuelos:

<u>Vuelo</u>	<u>Fotos No.</u>	<u>Año</u>
<u>C-2269-36-87</u> S-33751	240, 241 y 242	1987
<u>C-2264-12-86</u> S-33679	203, 204, 205 y 206	1986
<u>C-1447-9-73</u> S-26520	081, 082 y 083	1973
<u>C-921-A</u> S-3234	91, 92 y 93	1960
<u>C-772 fija 2</u> S-2936	234, 235 y 236	1956 (Ramajal)
C-620	003 y 004	1952

De los dos primeros vuelos, es decir, de los más recientes se hicieron ampliaciones especialmente para lo correspondiente al Barrio Gran Colombia, obteniéndose así escalas 1:2.000 y 1:5.000 del barrio.

3.2 Topografía.

En los sectores en los cuales el estudio es en detalle y hasta diseño de obras como son Gran Colombia y Triángulo, se hicieron levantamientos topográficos así :

3.2.1 Barrio Gran Colombia.

Se hizo el trabajo planimétrico del barrio, el cual comprendió 52 estaciones y 632 detalles, los cuales están referenciados a las coordenadas locales dadas por el IGAC. El área total levantada fue de 10 hectáreas, pero luego hubo necesidad de complementar el levantamiento del cauce del río en la parte baja con 525 metros adicionales, para un total de 850 metros de levantamiento del cauce del río.

El trabajo altimétrico se efectuó tomando diferencias de nivel cada metro.

Las dos planchas resultantes de este trabajo topográfico se presentan a escala 1:500 y son la base para los proyectos planteados.

3.2.2 Barrio El Triángulo.

Se hizo el levantamiento también con curvas de nivel cada metro y con una escala 1:250 ya que el área del terreno es mucho menor que la anterior.

3.2.3 Barrio Ramajal.

A partir de la plancha L-50 del IGAC, a escala 1:2.000, se hizo la ampliación para obtener una plancha base a escala 1:1.000.

3.2.4 Barrio Corinto.

Se utilizó como plancha base la elaborada por Geovial Ltda para el D.A.P.D. (Unidad de mejoramiento y coordinación de barrios) a escala 1:1.000..

IV. HIDROCLIMATOLOGIA

4.1 Generalidades

Como se expresó anteriormente, los cuatro sectores se hallan incluidos en la Cuenca del Río San Cristobal, márgen izquierda, pero Ramajal se halla en la parte baja de la Cuenca, ya que la quebrada del mismo nombre es afluente de la San Pedro (San Blas) que desemboca al río San Cristobal, abajo del Instituto de Ciegos.

En vista de lo anterior y teniendo en cuenta que el problema de inestabilidad más delicado se presenta en el Barrio Gran Colombia ya que existe una reptación del terreno hacia el lecho del río, se concluyó en que lo más conveniente era estudiar en conjunto toda la cuenca alta, máxime que el problema de casi todos los sectores es de manejo de aguas tanto superficiales como subterráneas. Así mismo se determinó hacer un estudio detallado de la subcuenca de la quebrada Aguasclaras ya que parece que coadyuba con infiltraciones de agua a los movimientos del terreno.

Para lo anterior se escogieron las tres estaciones que existen localizadas dentro de la Cuenca como son:

- a. Estación Paloblanco, localizada a 3.190 metros sobre el nivel del mar, entre las quebradas Colorado y Paloblanco, se estableció en el año de 1947 y cuenta con pluviógrafo.
- b. Estación El Delirio, localizada a 3.030 m.s.n.m. en la confluencia de la quebrada La Osa con la quebrada Paloblanco, donde toma el nombre ya de río San Cristobal, estación que se instaló en 1943 y cuenta en la actualidad con pluviógrafo.

- Esta estación además, cuenta desde 1962 con un fluviógrafo establecido en la margen izquierda del río, a partir de cuyos datos se hicieron los análisis de caudales.
- c. Estación meteorológica de Vitelma, localizada a 2.797 m.s.n.m. en la planta del Acueducto de Vitelma, aproximadamente a 500 metros en línea recta de la margen derecha del río, frente al barrio Gran Colombia.

Debido a que la Estación San Diego está localizada relativamente cerca a esta Cuenca, a pesar de estar fuera de ella, se tomaron los datos, los cuales se relacionan directamente con la estación de Vitelma, por estar a una altura similar y localizada también dentro de la misma falda de montaña en un sitio de características similares, un poco más al Norte.

4.2 Características fisiográficas.

Para efectos del presente estudio la Cuenca alta y media del río San Cristobal se considera desde el nacimiento del río Palo Blanco en el Páramo de Cruz Verde (Cerro de Pan de Azúcar) a 3.660 m. s.n.m., hasta el paso del río por el puente del Instituto Nacional de Ciegos a 2.660 m.s.n.m., aproximadamente.

El río San Cristobal está conformado por el río Paloblanco y la quebrada La Osa, desde cuya confluencia, cerca al sitio denominado El Delirio, a 3.000 m.s.n.m. toma el nombre de San Cristobal. (Veáse Figura 4-1).

La longitud del río desde su nacimiento en el Páramo de Cruz Verde, hasta el puente del Instituto Nacional de Ciegos es de 9.3 kms. y la superficie total de la cuenca conformada hasta este punto es de 30.3 kms².

De acuerdo al estudio de Regulación y Control Torrencial realizado en 1979 por SODEIC LTDA, se dividió esta parte de la Cuenca en tres zonas, con las siguientes características:

a. Zona de Paloblanco.

Comprende la cuenca del río Paloblanco, aguas arriba de El Delirio, entre las cotas 2.900 y 3.600 metros.

- Area : 14.7 kilómetros cuadrados
- Longitud : 4.6 kilómetros
- Pendiente media del río : 15.2%
- Factor de pendiente de la cuenca 17.1%
- Ancho medio : 3.2 kilómetros
- Forma redondeada
- Tiempo de concentración: 90 minutos
- Coeficiencia de esorrentía : 0.6 para crecientes.

b. Zona de la Ossa.

Constituye la cuenca vertiente de la Quebrada de La Ossa, aguas arriba de El Delirio, entre las cotas 2.900 y 3.600 metros.

- Area : 7.2 kilómetros cuadrados
- Longitud : 3.5 kilómetros
- Pendiente media del río : 19.8%
- Factor de pendiente de la cuenca : 20.8%
- Ancho medio : 2.1 kilómetros
- Forma : Alargada
- Tiempo de concentración : 45 minutos
- Coeficiencia de esorrentía : 0.6

c. Zona de San Cristobal.

Comprende la cuenca del río San Cristobal entre el Delirio y el Instituto Nacional de Ciegos. Esta zona presenta problemas de estabilidad. Su elevación varía entre 2.650 y 2.900 metros a lo largo del río, pero transversalmente va desde 2.650 hasta 3.500 metros.

Dentro de esta zona se encuentra una captación en el sitio de "Los decantadores" los caudales que se captan son de 0.31 metros cúbicos por segundo en promedio, que no son significativos en el estudio de las crecientes.

- Area : 8.4 kilómetros cuadrados
- Longitud : 3.4 kilómetros
- Pendiente media del río : 6.6%
- Factor de pendiente de la cuenca : 32.9%
- Ancho medio : 2.5 kilómetros
- Forma : redondeada
- Tiempo de concentración : 60 minutos
- Coeficiente de escorrentía : 0.6

4.3 Climatología.

4.3.1 Generalidades sobre clima.

Para lograr un conocimiento de las condiciones climáticas de la cuenca del río San Cristobal se efectuó un análisis sistemático de los datos existentes, seleccionando los que se consideraron más homogéneos y confiables, de las estaciones meteorológicas localizadas dentro y en los alrededores de la zona de estudio.

Para complementar el análisis anterior se utilizó el método de deducción de la "Climatología dinámica", mediante la interrela-

ción de factores geográficos, topográficos, intrazonales, atmosféricos, etc., integrando la zona de estudio a un macrosistema, para obtener criterios de un análisis enfocado de lo general a lo particular.

Se concedió especial atención al exámen de la intensidad de la precipitación, con miras a establecer la agresividad de la lluvia, factor de significativa influencia en el proceso erosivo.

El clima predominante en la cuenca alta y media del río San Cristobal está afectado en primer lugar por el sistema de circulación intertropical que en su traslación cíclica afecta a todo el país y, en segundo lugar, por un cúmulo de influencias locales que modifican parcialmente el sistema.

4.3.2 Ciclo de la Zona de Convergencia Intertropical.

El sistema intertropical climático consiste en que las corrientes de aire (vientos alisios) provenientes tanto de los cinturones de alta presión septentrional como meridional convergen y forman una faja o zona de baja presión denominada "Zona de Convergencia Intertropical" ITC. Esta faja posee un elevado porcentaje de humedad e inestabilidad en el aire, lo que produce abundante precipitación en el área correspondiente. La ITC posee dos posiciones extremas, las cuales se producen por la variación de la radiación del sol en sus movimientos estacionales y es así como al principio del año (Febrero) se encuentra abajo de la línea ecuatorial, formando una campana de Gauss invertida entre el Sur de Colombia y Brasil. La ITC se desplaza luego hacia el Norte y adquiere su posición septentrional a finales de Junio, a lo largo del mar Caribe, para luego nuevamente descender.

En su doble paso por la Sabana de Bogotá, durante el año, induce a un régimen climático bimodal, como ocurre en la mayor parte de la zona baja del área de estudio, con dos períodos de lluvias máximas en Abril y entre Octubre y Noviembre y dos épocas intermedias en las cuales disminuye la precipitación considerablemente.

Al analizar los histogramas de precipitación media mensual de las estaciones de la región baja de la Cuenca, se capta la influencia del macro tiempo en la climatología. No obstante, el sistema no se manifiesta en su totalidad, especialmente en el área Sur-Oriental de la zona, lo cual se atribuye a otros factores que se interponen y hacen variar algunas situaciones atmosféricas que se reflejan en cambios de la climatología. Estos factores se denominan Influencias Locales.

4.3.3 Influencias locales.

La zona de estudio, por encontrarse enclavada en la parte alta de la Cordillera Oriental, posee una fuerte influencia orográfica, de localización y de vientos.

a. Influencia Orográfica.

El factor orográfico ejerce una gran influencia en el régimen pluviométrico, reforzando o debilitando la acción del ITC y originando núcleos altamente lluviosos y muy secos en ciertas franjas altitudinales.

- Corrientes provenientes de los Llanos Orientales.

En un estudio del Himat (*) se menciona como típico el

(*) "Estudio Agroclimático de la Cuenca del Río Bogotá". Henry Arturo Romero Pinzón. Bogotá, Abril de 1982.

caso de "las masas de aire provenientes de los Llanos Orientales, las cuales son forzadas a ascender por la vertiente de la Cordillera Oriental produciendo nubes de gran desarrollo que generalmente se descargan sobre la Sabana de Bogotá". Este fenómeno se manifiesta en la parte Sur-Oriental de la zona de estudio (parte alta) y es el que da origen a un régimen climático con marcada tendencia a monomodal, con un período de lluvias largo y continuo entre Abril a Noviembre.

Los vientos cargados de humedad que vienen de los Llanos entran hacia la Sabana de Bogotá encausados por los cañones naturales que desde la parte alta, se proyectan hacia los Llanos, en el flanco Oriental de la Cordillera Oriental. La zona de estudio es afectada por los vientos que vienen por el Cañon del río Negro y que entran a él entre Villavicencio y Acacias provenientes de los Llanos.

Estas corrientes de aire cargadas de humedad que pasan por Guayabetal y Quetame se desvian en varios ramales como el de Caqueza y el de Ubaque que va por el río El Palmar y llega a la Cuenca alta del río San Cristobal, entrando por las combas o depresiones formadas de Norte a Sur entre los Altos de La Bolsa, La Viga, El Buitre, La Cruz (La Horqueta) y Las Mirilas; las primeras forman los nacimientos de la quebrada La Ossa y las últimas van hacia el Páramo de Cruz Verde originando una zona de alta condensación que da origen al río Palo Blanco o San Cristobal.

- Corrientes provenientes de la hoya del Magdalena.

Los vientos provenientes de la hoya del Magdalena tanto del Noroeste, en una época del año, y del Suroeste en otra, normalmente se condensan y descargan su humedad al Occidente de la sabana, llegando a ésta ya prácticamente secos, con lo cual contribuyen a la sequía de la parte Sur Oriental de la Sabana y sus alrededores, especialmente en las épocas determinadas como de "verano" o sea en Diciembre y Enero y entre Junio y principios de Septiembre.

- Circulaciones locales.

Los cuatro sectores de estudio, dentro de la cuenca del río San Cristobal, se hallan en las faldas o pie de monte de la cadena montañosa que bordea a la Sabana de Bogotá en su parte Sur Oriental, por lo tanto, esa posición ejerce influencia en el régimen climático de esa región, puesto que se presentan circulaciones locales causadas por diferencias de temperatura, conocidas como vientos anabáticos y catabáticos.

Las circulaciones descritas facilitan el intercambio de masas de aire en un doble sistema vertical cerrado, en donde en las zonas de ascenso el enfriamiento provoca condensación y por lo tanto, formación de nubosidad y de precipitaciones, en tanto que en la parte descendiente las nubes se disuelven. Este sistema de circulación favorece más las precipitaciones en la parte alta de las montañas y acentúa las lluvias nocturnas en las partes bajas.

La inter-relación de los factores anotados contribuyen a determinar el carácter del tiempo y las condiciones climáticas propias de cada lugar.

Desafortunadamente, para poder comprender la climatología de la zona en cuanto se refiere al grado de incidencia de cada factor en el tiempo y el espacio, se requiere una serie continúa de datos climatológicos obtenidos de una red de estaciones bien distribuídas.

4.3.4 Análisis de la información climática existente.

Una vez analizada la "Climatología dinámica", se trató de correlacionarla con los datos existentes de las diferentes estaciones climatológicas y pluviométricas de la zona y áreas que se consideraron representativas, para contribuir al conocimiento de la climatología general del área de estudio.

a. Precipitación pluvial.

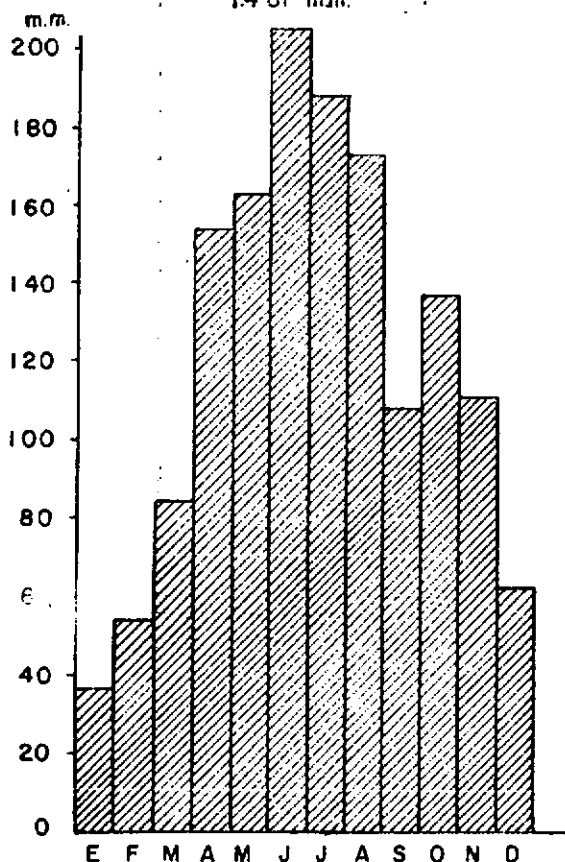
En la cuenca media y alta del río San Cristobal la precipitación disminuye de arriba hacia abajo, de tal manera que se puedan estimar promedio de 1.500 m/año para la parte alta y de 1.00 m/año para la parte baja o sea en el área aledaña al Instituto Nacional de Ciegos. (Veanse, Fig.4-2, mapa de isoyetas, Fig. 4-4, y cuadros de lluvias en el anexo)

b. Temperaturas.

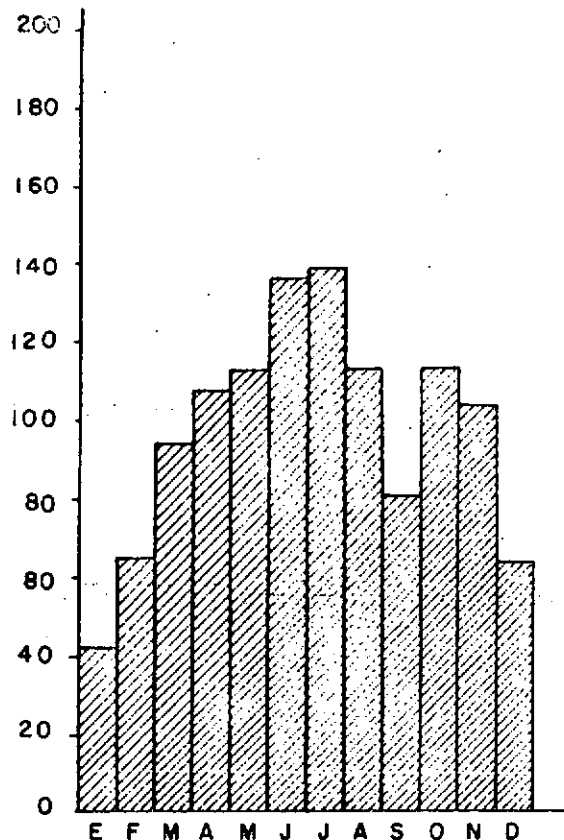
La temperatura es inversamente proporcional a la tendencia de la precipitación, ya que aumenta de arriba hacia abajo y así se tiene que en la estación Palo Blanco

**DISTRIBUCION DE LA PRECIPITACION PLUVIAL EN MILIMETROS
(FROMEDIOS MULTIANUALES PARA EL PERIODO 1974 a 1986)**

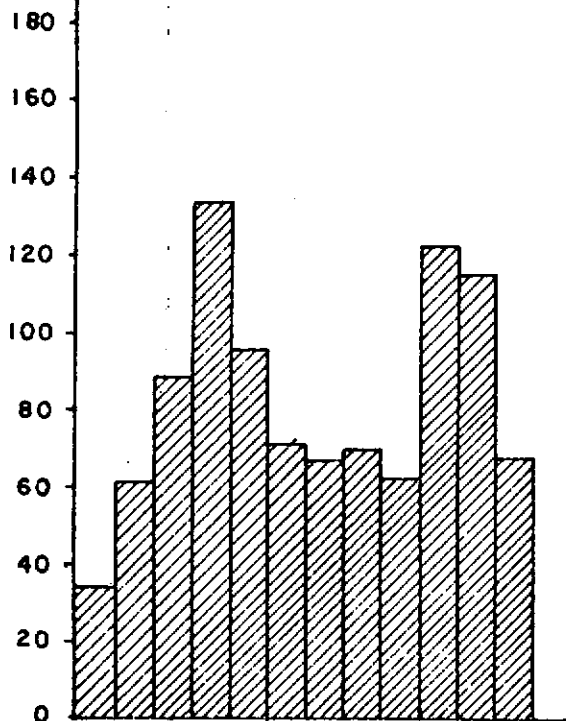
ESTACION PALO BLANCO
Promedio histórico para 37 años
1.481 m.m.



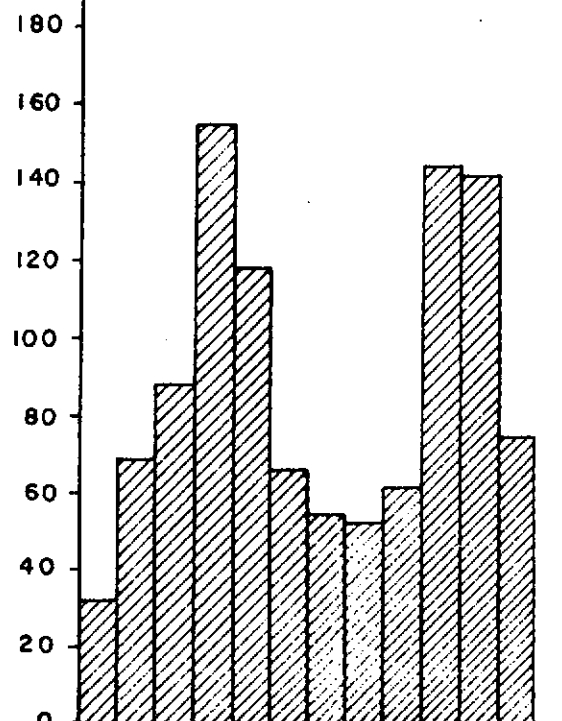
ESTACION EL DELIRIO
Promedio histórico para 54 años
1.208 m.m.



ESTACION VITELMA
Promedio histórico para 44 años
966.79m.m.



ESTACION SAN DIEGO
Promedio histórico para 44 años
1.207.10 m.m.



La temperatura media es de 7.54°C , con máximos promedios de 17°C y mínimos de -2°C , en tanto que en la parte baja (Estación Vitelma) es de 9.91 con máximo promedio de 21.8°C y mínimos de -1°C .

De lo anterior se deducen temperaturas medias de 10°C para los Sectores de la Gran Colombia, El Triángulo y Ramajal y de 9°C en promedio para Corinto.

c. Humedad Relativa.

Se establecieron promedios de 87% para la parte alta, 83% para la parte media y de 80% para la parte baja o sea donde están localizados los Sectores de estudio. Los máximos son de 99 y 100% para Palo Blanco y de 95 a 100% para Vitelma, con mínimos promedios de 26% y de 37% respectivamente.

d. Vientos.

La dirección predominante de los vientos es Sureste, con velocidad media de 5.2 kilómetros por hora cerca de la superficie. Los máximos se presentan en Agosto y llegan generalmente hasta 15 Km/hora en promedio.

4.4 Caudales.

El caudal medio multianual del río San Cristobal para un período de 35 años (hasta el año de 1986) fué $0.68 \text{ m}^3/\text{sg.}$, lo cual representa un rendimiento de $0.031 \text{ m}^3/\text{sg./km}^2.$, en la estación El Delirio, localizada a 2.8 km arriba del Barrio Gran Colombia y con un área de captación de $21.9 \text{ km}^2.$

El caudal promedio histórico para 35 años es de $21'242.000 \text{ m}^3/\text{año}$, los años de mayor caudal fueron 1972 con $29'011.000 \text{ m}^3$ y 1982 con $37'519.000 \text{ m}^3$ *. En este último año el promedio fué de $1.20 \text{ m}^3/\text{seg.}$

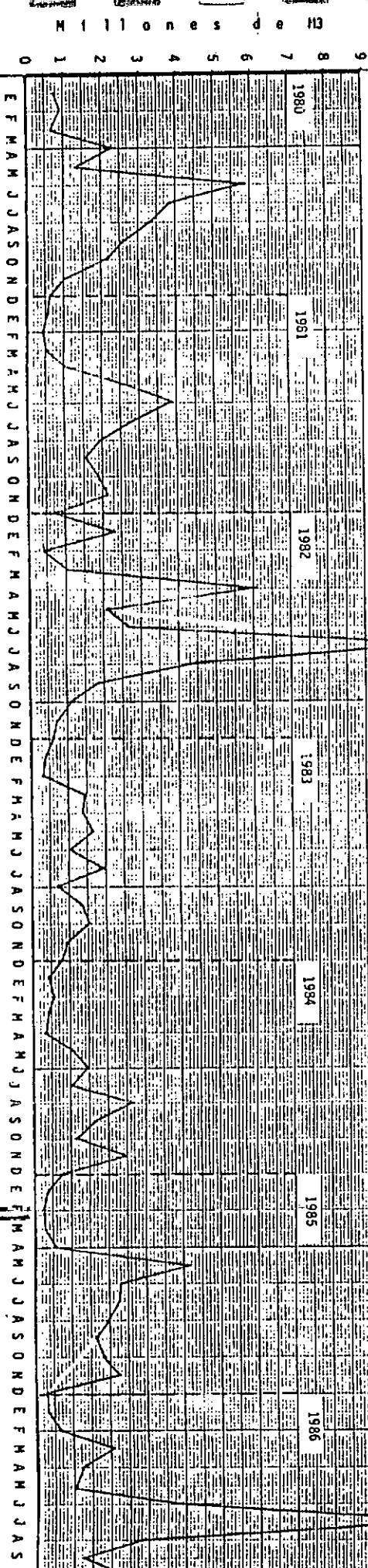
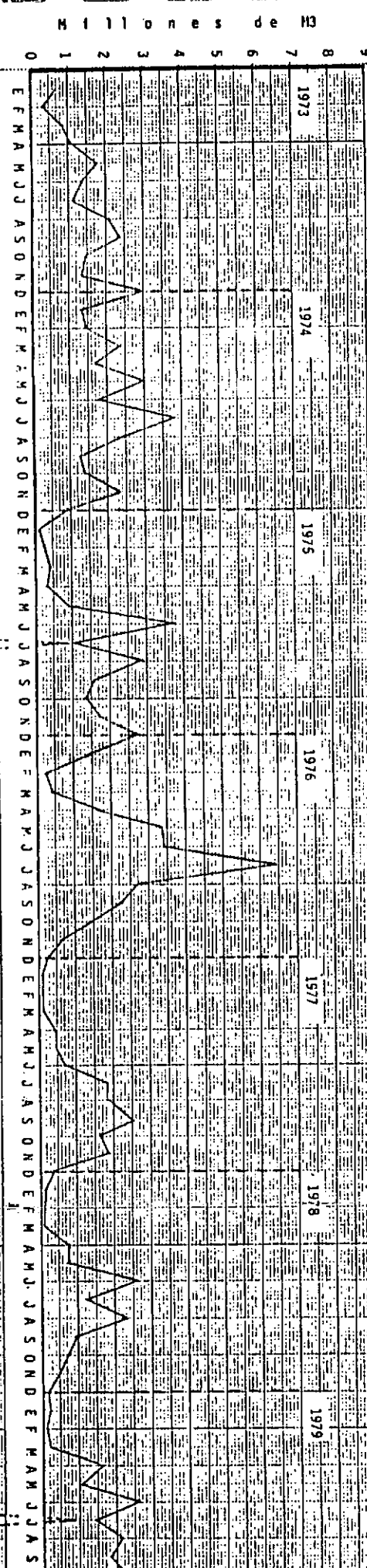
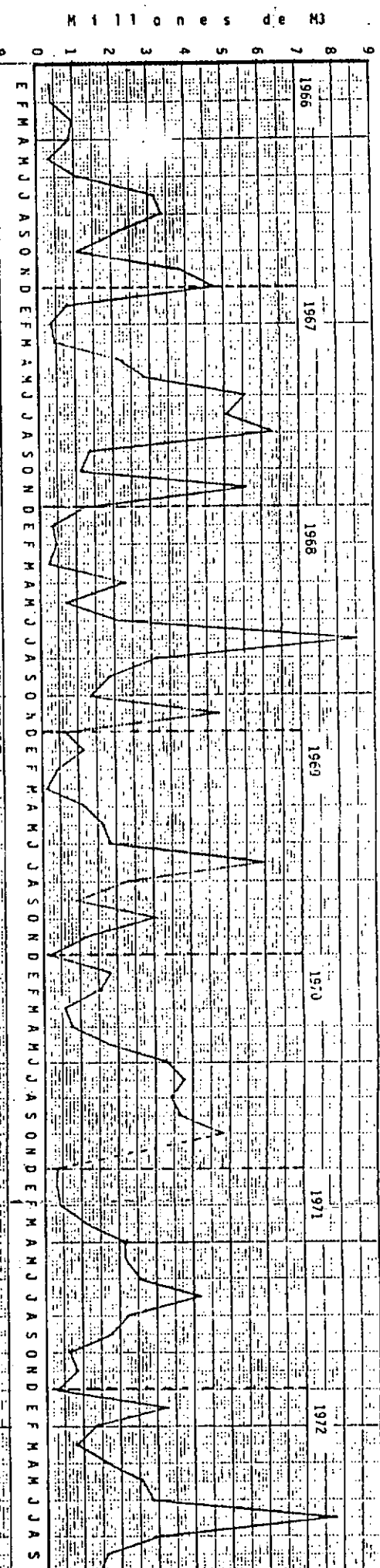
Los máximos caudales corresponden a diferentes crecientes, que por lo general han causado daños de consideración, tales como socavamiento de la banca de la vía El Delirio, daños de muros de viviendas, con destrucción y evacuación de algunas casas en Gran Colombia y San Cristobal, arrastre de grandes bloques, grava y arena y destrucción o deterioro de los tanques decantadores de la Empresa de Acueducto y Alcantarillado de Bogota.

Entre las principales crecientes estan la del 12 y 19 de Noviembre de 1967, la primera de las cuales alcanzó un caudal de $55.8 \text{ m}^3/\text{sg.}$ con una altura de mira de 2.26 m.. El 10 de Junio de 1980 el caudal máximo fue de $61.60 \text{ m}^3/\text{sg.}$.. El 1° de Julio de 1982 alcanzó un caudal de $51.42 \text{ m}^3/\text{sg.}$, con una altura de mira de 2.58 m.

Una característica muy importante de estos máximos caudales, es que el aumento hasta llegar al pico del hidrograma es muy rápido, con una curva de ascenso casi vertical. En igual forma la

* Este dato fué corregido del Boletín Hidrometeorológico de 1982, ya que aparece un error en el mes de Julio, datos em parentesis, y el máximo instantáneo que aparece de $111,37 \text{ m}^3/\text{sg.}$ para el 1° de Julio, realmente es de $51.42 \text{ m}^3/\text{sg.}$

CAUDALES GRAFICOS COMPARATIVOS PARA 21 AÑOS
(Estación El Delirio)



* En Julio de 1982 el caudal ascendió a 10 847,522 m³

FIGURAN 943

curva de descenso es también pronunciada de tal manera que en las crecientes anotadas anteriormente se reduce el caudal a la mitad en un período de solamente dos horas.

Estas variaciones tan rápidas inducen a deducir que la componente principal de la creciente es la escorrentía superficial y que a su vez esta puede aumentar si se siguen despojando áreas de vegetación, como está ocurriendo en el nuevo barrio de Aguas Claras, arriba de Gran Colombia.

El gráfico de caudales comparativos para 21 años de la estación El Delirio, muestra claramente que los caudales del río San Cristobal estan regidos por la precipitación pluvial de las zonas altas de la cuenca y que por lo general el mes de Julio es donde se presentan los picos más altos y que en Diciembre, Enero y Febrero se presentan los mínimos caudales. (Cuadros de gastos mínimo, medio y máximo verse en anexo).

4.5 Zonas de Vida de la cuenca del río San Cristobal

Con los parámetros de precipitación pluvial, temperatura y altura sobre el nivel del mar se determinaron las Zonas de Vida o formaciones vegetales de la cuenca alta y media del río San Cristobal, obteniéndose cuatro formaciones y una transición tal como se indican a continuación (Veáse Figura 4.4)

4.5.1 Páramo Sub-Andino (p-SA).

Es una pequeña franja localizada sobre los 3.500 m.s.n.m. y que hace parte del páramo de Cruz Verde. Se encuentra sobre la isoyeta deducida de 1.800 m.m. de precipitación anual.

CUADRO 4/9

CAUDALES MENSUALES, ANUALES Y PROMEDIOS - (AÑOS 1974 - 1986)

RIO SAN CRISTOBAL - ESTACION EL DELIRIO

(En miles de m3)

AÑO	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	ANUAL	PROM.	AÑOS
1974	1.324	1.427	2.384	1.685	2.919	1.788	3.803	2.491	1.270	1.366	2.307	911	23.676	21.198	23
1975	187	242	429	337	911	3.758	1.098	2.919	1.685	1.366	1.763	2.732	17.427	21.040	24
1976	1.473	251	429	1.685	3.535	3.396	6.401	2.705	2.203	1.473	648	268	24.467	21.177	25
1977	80	97	107	441	455	700	1.848	1.848	2.462	1.634	1.866	375	11.913	20.821	26
1978	160	121	80	778	750	2.670	1.232	2.303	985	723	492	268	10.563	20.441	27
1979	241	169	214	1.633	1.018	2.618	1.420	2.170	1.840	2.250	2.074	1.795	17.442	20.333	28
1980	777	902	696	2.281	1.366	5.884	3.830	3.321	2.592	2.196	1.037	670	25.552	20.513	29
1981	562	435	509	1.011	2.598	3.914	2.705	1.982	1.581	1.875	2.125	750	20.047	20.497	30
1982	2.356	459	1.036	6.086	2.185	5.712	10.847	4.497	1.863	1.132	744	602	37.519	21.435	31
1983	423	375	1.489	1.410	1.677	1.008	1.936	745	1.337	1.505	959	808	12.927	21.169	32
1984	421	591	418	355	1.098	1.483	1.023	2.678	1.638	1.168	2.470	731	14.074	20.947	33
1985	321	218	241	570	4.152	2.307	2.277	1.955	1.607	1.848	2.229	295	18.020	20.861	34
1986	321	629	2.089	1.348	1.098	3.836	14.731	2.919	1.244	2.384	2.929	670	34.199	21.242	35

Las principales especies vegetales que conforman esta zona de vida son:

Agras	<i>Pernettya prostata</i>
Angelito	<i>Monochaetum myrtoideum</i>
Cardones	<i>Paepalanthus</i> spp.
Chites	<i>Hypericum</i> sp.
Chites	Senecio
Chusque	<i>Chusquea</i> sp.
Frailejones	<i>Espeletia</i> spp.
Helechos	<i>Polypodium</i>
Líquenes	<i>Cladonia</i> sp.
Musgos	<i>Bryum</i> sp.
Musgos	<i>Sphagnum</i> sp.
Paja ratón	<i>Calamagrostis effusa</i>
Plegadera	<i>Lachmilla orbiculata</i>
Romero de páramo	<i>Diplostephium rosmarinifolium</i>

4.5.2 Bosque pluvial montano (bp-M).

Se encuentra entre los 3.300 a 3.500 m.s.n.m. y entre los 1.600 a 1.800 mm. de precipitación pluvial anual. Las principales especies son:

Ají de páramo	<i>Drymis granatensis</i>
Arnica blanca	Senecio niveo-aureus.
Cardon	<i>Paepalanthus columbiensis</i>
Cola de caballo	<i>Equisetum bogotense</i>
Corono	<i>Berberis goudotii</i>
Chites-guardarroció	<i>Hypericum</i> spp.
Chochos	<i>Luprinus</i> sp.
Espuelo	<i>Berberis</i> spp.

Helechos	<i>Nephrolepsis</i> spp.
Hoja de pantano	<i>Gunnera magnifica</i>
Llantén	<i>Plantago linearis</i>
Piñuela	<i>Puya</i> sp.
Plegadera	<i>Lachemilla</i> spp.
Quiches	<i>Tillandsia</i> spp.
Quina	<i>Cinchona officinalis</i>
Tunos	<i>Miconia</i> spp.
Uvã de páramo	<i>Macleania rupestris</i>
Valeriana	<i>Valeriana mutisiana</i>
Yerbamora	<i>Solanum nigrum</i>

4.5.3 Bosque muy húmedo Montano (bmh-M) y
Bosque húmedo Montano Bajo (bh-MB).

Estas dos formaciones presentan características similares; la mayoría de especies vegetales se encuentran indistintamente, aún cuando las del bh-MB se encuentran con mayores tamaños.

Las principales especies son:

Ajicillo	<i>Drimys granadensis</i>
Arrayán negro	<i>Eugenia rhopaloides</i>
Arrayán blanco	<i>Myrcianthes leucoxylla</i>
Cedro	<i>Cedrela montana</i>
Cucharó	<i>Geissanthus andinus</i>
Chaque	<i>Viburnum triphyllum</i>
Chirlobirlo	<i>Abatia perviflora</i>
Duraznillo	<i>Prunus buxifolia</i>
Encenillo	<i>Weinmannia tomentosa</i>
Gaque	<i>Clusia multiflora</i>
Pategallina	<i>Schefflera</i> sp.
Rodamonte	<i>Escallonia myrtilloides</i>
Tagua	<i>Gaiadendron punctatum</i>

4.5.4 Transición de bosque húmedo montano bajo (bh-MB).

En esta zona la vegetación natural desapareció casi en su totalidad y solamente se encuentran pequeñas manchas aisladas de vegetación en donde se encontró :

Aliso	<i>Alnus jorullensis</i>
Arrayán	<i>Myrcianthes leucoxylla</i>
Angelito	<i>Monochaetum myrtoideum</i>
Cedrillo	<i>Phyllanthus ssalviaefolius</i>
Chusque	<i>Chuesquea</i> sp.
Curuba	<i>Passiflora</i> spp.
Cerezo	<i>Prunuss capuli</i>
Chilco	<i>Baccharis microphylla</i>
Encenillo	<i>Weinmannia</i> spp.
Kikuyo	<i>Pennisetum clandestinum</i>
Laurel	<i>Myrica</i> spp.
Retamo	<i>Ulex europaeus</i>
Romero	<i>Displostephium</i> sp.
Tuno roso	<i>Miconia</i> spp.

4.6 Subcuenca de la quebrada Aguaclara.

Debido a que el problema de inestabilidad del sector de la Gran Colombia, por su magnitud y por involucrar un amplio sector de la población, es el más delicado, y dado que los primeros estudios detectaron como una de las posibles causas de los movimientos del terreno, las infiltraciones de agua, se consideró de alta prioridad estudiar la quebrada Aguas claras (La Pichosa) que es la que parece que las esta aportando.

4.6.1 Características de la subcuenca.

La subcuenca de la quebrada Aguasclaras se encuentra ubicada hacia la margen izquierda del río San Cristobal e incluye en su parte baja los terrenos inestables tanto del barrio Gran Colombia como los de El Pilar y aún los del barrio Montecarlo.

Esta es una quebrada muy pequeña de solo 3.200 metros de longitud total e involucra una superficie de 160 hectáreas. Su caudal es permanente con un promedio anual estimado de unos 19 litros/sgdo., pero en épocas de "Verano" el caudal se reduce hasta menos de 2 litros/sgdo, en Enero y promedios hasta de 50 litros/sgdo. en Noviembre.

La quebrada La Pichosa nace en el cerro El Zuque a 3.400 m.s.n.m. en una zona en donde la precipitación llega hasta los 1.400 mm/año. (Veáse el Mapa ecológico y de isoyetas, de la Figura 4-4). razón por la cual su caudal es permanente, además todo su recorrido lo hace en suelos de la formación Guaduas, pero además tiene aportes no muy significativos de algunos acuíferos provenientes de la formación Guadalupe que la delimita por la mayor parte de su flanco Oriental. En su parte baja la quebrada hace su recorrido sobre un "Coluvión" que se encuentra distribuido principalmente en la margen izquierda del río San Cristobal y sobre el cual se establecieron los barrios Gran Colombia, Montecarlo y El Pilar.

Al hacer una interpretación de las fotografías aéreas de varios vuelos en los cuales se aprecia la cuenca de esta quebrada, se pudo deducir lo siguiente:

- a) Hacia el año de 1950 toda la cuenca y en especial las partes altas se hallaban muy deterioradas, puesto que se la

- había despojado totalmente de vegetación y ya había carcamamiento pronunciado hacia las 3 quebraditas que conforman su nacimiento.
- b. Para esa época los barrios El Pilar y Montecarlo estaban aún bastante despoblados, pero si presentaban abundantes focos de erosión y derrumbes o movimientos en masa de pequeños sectores. La zona del actual barrio Gran Colombia se hallaba aparentemente bien protegida por vegetación natural y ya aparecía la carretera de la parte baja (al Delirio) por la margen izquierda del río San Cristobal, aparentemente con buena estabilidad.
- c. En toda la cuenca se aprecia una fuerte actividad antrópica pues existen muchos caminos, muchas zonas descubiertas y con muestras de erosión. Se apreciaron 4 lagunas artificiales que estaban localizadas en la cuenca del drenaje del zanjón o arroyo del Yuste (El Pilar), pero que se surtían de agua de la quebrada Aguasclaras. Estas lagunas abastecían de agua a canteras y chircales de la parte baja, fuera de la cuenca.
- d. Se deduce que los causes de las quebradas de esa región fueron modificados natural y artificialmente en varias ocasiones y en sitios diferentes. Así por ejemplo: parece que existía un posible cause que atravezaba por la parte central de lo que es hoy el barrio Gran Colombia. Da la apariencia también de que la quebrada Aguasclaras se desviaba hacia el Occidente en la parte baja del actual barrio Aguasclaras (en proceso de iniciación) a unirse con el zanjón del Yuste. Parece también que las dos quebradas mencionadas anteriormente bajaban después de unirse, por la actual

carrera 18 Este para voltear hacia el barrio El Pilar, donde hoy existe el puente, entre las diagonales 10a y 11a Sur. Por otra parte la quebrada La Porquera, en la parte Oriental baja de la Aguasclaras, también sufrió muchas desviaciones y recientemente se desvió nuevamente su cause para establecer una nueva urbanización, que irá a tener los mismos problemas ya que está también sobre el mismo coluvión.

- e. De las 4 lagunas en la actualidad ya no existe sino una, la cuenca se ha revegetalizado y cesó en parte la gran actividad que había en ella, pero recientemente allí también se hizo una explanación con buldozer para establecer el nuevo barrio Aguasclaras, arriba de Gran Colombia, en donde ya se inició la erosión y el cárcavamiento sobre suelos del Guaduas y parte del coluvión.
- f. El actual pantano o bolsón de agua que existe en la parte alta del barrio Gran Colombia hacía parte de un pequeño cause que fué desapareciendo.
- g. La máxima corona de desprendimiento que abarca actualmente el barrio Gran Colombia, en donde hoy es la diagonal 10a Sur, en el año de 1950 aún no existía.
- h. Para 1973 ya se había trazado el barrio Gran Colombia y solo se había establecido un 30 a 40% del número de casas que existen actualmente y ya para esa época la carretera del Delirio se había cubierto por desprendimientos del nuevo barrio, por lo cual se hizo una desviación por el barrio (la actual diagonal 9a Sur). La erosión y los desprendimientos se aprecian por todas partes.

- i. En las fotos de 1986 se aprecia que la carretera del Delirio en la parte baja del barrio Gran Colombia se había reconstruido nuevamente, pero de inmediato el movimiento del barrio se incrementó y volvió a inhabilitar la carretera. Para esta época se inició el trazado del barrio Aguasclaras.

En 1988 se comenzó la explanación y trazado de otro barrio abajo de Aguasclaras y al Oriente de Gran Colombia, con desvío de la quebrada La Porquera, en parte por la cuneta de la carretera, y luego por el área libre de las líneas de transmisión de energía. Existe una alta posibilidad de que este nuevo barrio tenga los mismos problemas del Gran Colombia.

4.6.2 Balance Hídrico de la subcuenca de la quebrada Aguasclaras.

Con base en los datos de temperatura y precipitación de la estación meteorológica de Vitelma (Cuadros 4/3 y 4/6) y con el mapa de isoyetas (Figura 4-4) en donde además se delimitó la subcuenca, se procedió a determinar las superficies en hectáreas dentro de las isolíneas, así como los respectivos índices térmicos mensuales y la evapotranspiración, datos con los cuales se dedujo el balance hídrico por el método de Thornthwaite. (Veáse cuadro No.4/13).

Para este balance se consideró que la cuenca es alargada y se amplía en la parte alta, angostándose en la parte media y baja.

Los aportes de los acuíferos provenientes de la formación Guadalupe en la parte Oriental se manifiestan en dos zonas de la parte alta y media, pero no incrementan el caudal en forma significativa. Es posible que en épocas de muchas lluvias ese aporte se

BALANCE HIDRICO PARA LA QUEBRADA AGUAS CLARAS
(POR EL METODO DE THORNTHWAITE)

DATOS DE LA ESTACION METEOROLOGICA DE VITELMA

SUPERFICIE DE LA CUENCA : 160 HECTAREAS

Factor (mm)	Año												
	M	E	S	E	S	J	J	A	S	O	N	D	
potranspiración potencial	51.0	47.4	55.6	53.5	54.0	52.5	52.0	53.5	51.5	52.5	51.5	51.0	625.0
precipitación	35.0	61.0	90.0	134.0	97.0	71.0	69.0	71.0	63.0	123.0	117.0	69.0	1.000.0
contenido de agua en el suelo	0	13.6	2.4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
agua almacenada en el suelo	84.0	97.6	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0
potranspiración real	51.0	47.4	55.6	53.5	54.0	52.5	52.0	53.5	51.5	52.5	51.5	51.0	625.0
eficiencia de agua	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
exceso de agua	0	0	32.0	80.5	43.0	18.5	17.0	17.5	11.5	70.5	65.5	18.0	375.0
corrientía y perdidas en suelo	4.0	6.0	16.0	56.2	61.8	30.7	17.8	17.2	14.5	41.0	68.0	41.8	375.0
coeficiente de humedad	-0.3	0.2	0.57	1.51	0.79	0.35	0.32	0.32	0.22	1.34	1.27	0.35	
Índice de humedad													60.0

incremento considerablemente, pero no hay indicio de ello. La cuenca en la parte Occidental está delimitada por terrenos de la formación Cacho y del mismo Guaduas, los cuales por la orientación de los buzamientos de sus capas, no son productores de aguas para esta subcuenca.

Entre precipitación y aportes de manantiales la subcuenca recibe 1.000 mm/anuales y la evapotranspiración es de 625 mm. No existe deficiencia de agua a pesar de que en Enero la evapotranspiración sobrepasa ampliamente la precipitación.

La escorrentía y pérdidas de agua en el suelo es de 375 mm/año, lo que equivale a unos 600.000 m³ al año o sea 0.019 m³/sgdo. promedio (19 litros/sgdo.).

La escorrentía en Enero es la más baja con 2.38 litros/sgdo. en promedio. Los promedios más altos son en Mayo con 37 lts/sgdo. y Noviembre con 42 lts./sgdo.

Por reconocimientos hechos directamente en el campo se dedujo que el máximo volumen posible puede ser hasta de 1.2 m³/sgdo. en máximas crecientes, cuyos picos posiblemente tienen duraciones muy cortas (de 30 a 90 minutos).

Para la laguna localizada hacia la parte media se le extrae a la quebrada cerca de 1 litro/sgdo. y para un acueducto más arriba 0.3 lts./sgdo..

Mediciones del caudal en el mes de Marzo, en pleno verano, arrojaron caudales de 0.8 lts./sgdo. abajo de la toma de la laguna y de 1.8 lts./sgdo. abajo del puente de Aguasclaras. El incremento de 1 litro se debe en su mayor parte a aportes del barrio Aguasclaras.

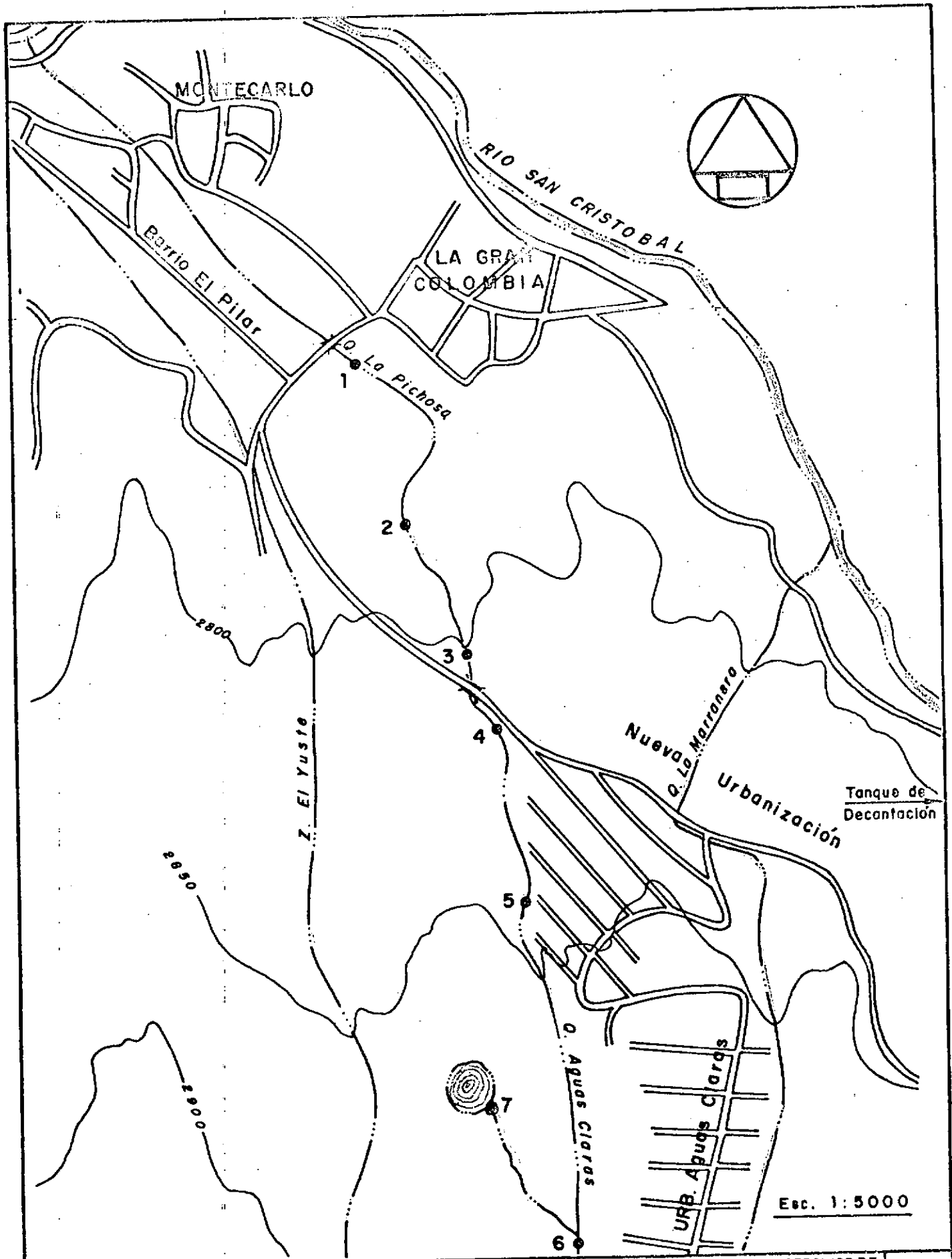
El día 6 de Abril antes de las lluvias se registraron caudales de 2.2 lts./sg. abajo del puente de Aguas Claras y de 1.3 lts/sg. arriba del puente del barrio El Pilar, luego se detectó una fuga de 0.9 litros en un tramo de solo 120 metros, es decir en el sitio en que la quebrada hace un desvío hacia el Occidente, en la parte alta del barrio Gran Colombia. (Puntos 1 y 2 del mapa de localización de sitios de aforo. Figura 4-5)

La anterior medición se repitió después de las primeras lluvias el 9 de Abril, obteniéndose un caudal de 2.5 litros por segundo en la parte alta (abajo del puente de Aguas Claras) y de 2.1 en la parte baja o sea cerca al puente del Barrio El Pilar, con pérdida de 0.4 litros/sg.. La disminución en la pérdida por infiltración se justifica porque el suelo posiblemente estaba más húmedo por las dos lluvias que habían caído en la parte baja y había mayor saturación del suelo.

Estas mediciones del caudal se siguieron realizando semanalmente constatándose que la disminución o pérdida por infiltración siguió bajando hasta que en Abril 14 llegó a 0.18 lts/sg., pero ya con caudales de 1.66 en la parte de arriba de la curva y de 1.48 litros/sg. cerca al puente de El Pilar. Con el mismo caudal esta pérdida volvió a aumentar perceptiblemente en Abril ya que el suelo volvió a secarse por falta de lluvias en la parte baja, como se aprecia en el Cuadro 4/14.

Los niveles freáticos medidos en los tres piezómetros instalados en el barrio habían subido así:

	<u>Marzo 30</u>	<u>Abril 6</u>	<u>Abril 9</u>	<u>Abril 14</u>	<u>Abril 23</u>
Perforación 1	2.60	2.45	2.40	2.34	2.43
Perforación 2	1.47	1.57	1.47	1.60	1.60
Perforación 3	4.74	4.00	3.98	2.95	3.05



DISTRITO ESPECIAL DE BOGOTÁ
SECRETARÍA DE OBRAS PÚBLICAS



ESTUDIO GEOLÓGICO Y GEOTÉCNICO DE
LOS BARRIOS CORINTO-RAMAJAL
EL TRIÁNGULO Y GRAN COLOMBIA
LOCALIZACIÓN DE SITIOS DE AFOROS
DE CAUDALES

FIG.
Nº
4.5

CUADRO 4/14
 CAUDALES EN LITROS/SG. EN VARIOS SITIOS DE LA
 QUEBRADA LA PICHOSA
 (Vease Plano de localización - Fig. 4-5)

Fechas	S I T I O S						
	1	2	3	4	5	6	7
Marzo 19	----	1.80	----	----	0.80	1.40	0.80
Abril 06	1.30	2.20	2.20	----	----	----	----
Abril 09	1.60	2.00	2.00	----	----	----	----
Abril 14	1.48	1.66	1.66	1.66	0.66	----	----
Abril 23	1.42	1.66	1.66	----	----	----	----

4.6.3 Aforo de Manantiales.

Debido a que en el Barrio Gran Colombia emerge el agua aún en época seca (Verano) en un gran número de manantiales, se efectuó un inventario de ellos, el cual se puede observar en el Cuadro 4/15. Su localización se efectuó en la Figura 7-8. Se debe tener en cuenta que en época de lluvias los manantiales se deben incrementar en número de ellos y en volumen de cada manantial.

CUADRO 4/15

TABLA DE MANANTIALES

MANANTIAL No.	AFORO (Lt/Seg)	CARACTERISTICAS
1	0,00055	Ubicado en la pendiente del talud, sale de grava, bloques, gravilla, limo arenoso y el goteo es rápido (ver Mapa)
2	0,0016	Ubicado en la pendiente del talud, sale de arcilla gris muy plástica. (ver Mapa)
3	0,017	Ubicado en la pendiente del talud, sale de suelo orgánico. (ver mapa).
4, 5, 6	0,061	Todos se encuentran ubicados sobre la pendiente del talud y se toma la medida en el sitio de aforo No. 4 que se encuentra demarcado en el mapa. Los manantiales 3 y 4 salen del contacto suelo orgánico y arcilla. El 5 y 6 salen de suelo orgánico.
7	0,058	Se encuentra ubicado en el talud (ver mapa), sale de suelo orgánico
8	0,00118	Ubicado sobre el talud de la carretera en la casa de don Baudilio Rincón, sale de suelo orgánico el cual está sobre un material arcilloso gris. (ver mapa)
9	Goteo muy lento	Ubicado sobre el talud a unos 20 m de la orilla del Río San Cristobal, sale del coluvión. (ver mapa).
10	0,00086	Ubicado a unos 5 m del anterior, sale del coluvión (ver mapa).
11 - 32	Saturación	La ubicación de cada uno de ellos se encuentra en el mapa, salen en superficie generando humedad.

V. GEOLOGIA

5.1 Generalidades

Dentro del estudio de estabilidad de los barrios Gran Colombia, Corinto, El Triángulo y Ramajal al Suroriente de Bogotá, se consideró necesario hacer un análisis geológicos regional, para establecer las causas de los problemas en cada uno de los puntos críticos, no como algo aislado, sino como parte de un conjunto litológico y tectónico.

De esta forma, fueron fotointerpretados alrededor de 3.5 km² complementados con visitas al campo.

Los resultados pueden resumirse así: el área de estudio, que hace parte del flanco occidental del anticlinal de Bogotá, se distingue por una fuerte tectónica, inicialmente de compresión, seguido por un fallamiento complejo y finalizado con el colapso gravitacional de grandes bloques, tal vez determinados por la fracturación ocurrida.

Los puntos críticos estudiados se encuentran sobre unidades geológicas terciarias de tipo continental, que se caracterizan por una sedimentación ciclica, con depositación alternante de materiales de grano muy fino (arcillolitas) y materiales de grano medio (areniscas más o menos arcillosas). Tanto la formación Bogotá (sectores del Triángulo, Corinto y Ramajal) como la formación Guaduas (sector del río San Cristobal a la altura del barrio Gran Colombia), muestran problemas de estabilidad en todos los lugares donde se presentan con buzamientos medianos a altos o coincidiendo con pendientes topográficas altas.

La razón es que dependiendo del grado de saturación del material menos competente, este se desliza sobre los planos formados por las unidades más competentes, situación que se hace más crítica cuando además existen depósitos cuaternarios inconsolidados, como ocurre en Gran Colombia; es pues indispensable un conocimiento de la estratigrafía de la zona.

A grandes rasgos, la influencia de este factor en la estabilidad del Barrio Gran Colombia radica en el hecho de encontrarse este en la parte baja de una depresión limitada por dos niveles arenosos de la formación Guaduas. Algo similar ocurre en los otros sitios críticos.

Adicionalmente, en la zona de Gran Colombia, el hecho de existir un depósito fluvio-torrencial poco consolidado que descendió por la misma depresión descrita, que cubrió parcialmente el coluvión inicial del río, hace al sector sobre el que fue construido el barrio, más vulnerable a los agentes erosivos y desestabilizantes.

5.2 Estratigrafía.

La cartografía y relaciones entre las distintas unidades litológicas se realizó fotogeológicamente con verificación de campo, como se muestra en el mapa geológico a escala 1:10.000. (Fig.5-1)

A continuación, se hace una descripción general de las rocas junto con el análisis referente al comportamiento del material en las condiciones particulares de cada sector.

5.2.1 Grupo Guadalupe (KG).

Comprende las rocas más antiguas y más resistentes del área,

presentándose en la parte más oriental y sirviendo como guía en el estudio regional por ser más evidentes las fracturas y estructuras que en las unidades más arcillosas.

Constituída de base a tope por las formaciones arenisca dura, plaeners, arenisca de labor y arenisca tierna se presenta con buzamientos altos y ocasionalmente con inversiones y colapsos de naturaleza gravitacional.

Aflora en los cerros orientales que delimitan la depresión por la que descendió la lava torrencial que cubrió parte del coluvión del barrio Gran Colombia depositado a su vez por el río San Cristobal. El Guadalupe también aflora en la vertiente derecha del río San Cristobal, aguas arriba de la quebrada Los Laches.

Formada principalmente por areniscas cuarzosas, la unidad presenta en los dos afloramientos nombrados colapso de grandes bloques que colocan a las capas limolíticas de la parte media de la sección en posición subhorizontal, buzando hacia el Oriente en forma anómala, como se observa frente a la Gran Colombia.

5.2.2 Formación Guaduas (Tg).

Aflora en el área de estudio, en el sector de la Gran Colombia, en una franja de aproximadamente 500 metros de ancho con buzamientos variables, predominantemente al oeste y parcialmente cubierta por depósitos cuaternarios.

Está limitada por areniscas del Grupo Guadalupe al Este y por la arenisca de la formación Cacho al Oeste, lo que favorece un drenaje longitudinal a la estructura principal y perpendicular al río San Cristobal.

A pesar de ser una unidad eminentemente arcillosa, no presenta de por sí problemas de estabilidad a menos que se encuentre expuesta a la meteorización por deforestación o que haya inconvenientes de drenaje; en estos casos se pueden iniciar procesos de degradación del terreno como esta sucediendo en el loteo del barrio Aguas Claras donde ya se observan carcavas incipientes y pequeñas coronas de deslizamiento.

Litológicamente está conformado por arcillolitas abigarradas con intercalaciones de limolitas y areniscas arcillosas con esporádicos mantos de carbón en la parte superior. Dada su impermeabilidad, como se observa en la pequeña represa de la cuchilla de Moore, la esorrentía es favorecida, alimentando los depósitos permeables que presentan los problemas objeto de este estudio.

5.2.3 Formación Arenisca del Cacho (Tc).

Morfológicamente resistente, es una unidad de espesor relativamente pequeño, pero con una gran importancia como guía estratigráfica en el área de estudio.

Consta de una arenisca cuarzosa con matriz arcillosa de grano medio o grueso que antes de la formación del boqueron del San Cristobal sirvió de barrera para alojar un gran coluvión del río, el cual después fue disectado, en unas partes, o arrastrado en otras, o cubierto por depósitos torrenciales de las corrientes, como sucedió en el barrio Gran Colombia. El Cacho determina el límite entre las formaciones Guaduas y Bogotá.

Buzando hacia el Occidente, representa problemas potenciales para el barrio Corinto por su permeabilidad, alimentando la quebrada oriental del barrio en cuyo lecho existen ya viviendas que serán perjudicadas en los períodos invernales.

En el área de estudio se muestra como un filo continuo, de rumbo aproximado Norte-Sur, artificialmente expuesto por las explotaciones de arcilla para fabricación de ladrillo.

5.2.4 Formación Bogotá (Tb).

Compuesta principalmente por arcillolitas moradas y grises, bastante homogéneas, presenta en el área niveles alterados de espesor variable. Contiene varias areniscas más o menos importantes que muchas veces constituyen superficies naturales de deslizamientos. En el barrio Corinto existen cuatro de estos estratos que forman la parte más estable del área; pero, en general, los barrios instalados sobre esta unidad presentan problemas de estabilidad acentuadas por el mal manejo de las aguas, pues la sección arcillosa alterada alcanza fácilmente, los límites de plasticidad por saturación, así se inician movimientos localizados como el del barrio el Ramajal.

5.2.5 Coluviones (Qc).

Las unidades litológicas descritas presentan ocasionalmente material cuaternario depositado sobre ellas. El principal es el de Gran Colombia, que cubre la formación Guaduas y que se depositó de Sur a Norte deteniéndose en el parte baja del río San Cristobal. Consta de grandes bloques de areniscas provenientes de las capas de arenisca que limitan al valle de la quebrada

Aguas claras, subredondeados, embebidos en una matriz heterogénea, que varía de arcillosa a areno-arcillosa siempre de color muy claro, frecuentemente con cenizas volcánicas.

Este material presenta las desventajas de no estar consolidado y ser muy permeable, pues se desestabiliza fácilmente si recibe agua que lo lleve a moverse plásticamente.

5.2.6 Formación Sabana.

Formada por limos y arcillas del relleno lacustre de la Sabana de Bogotá, cubre discordantemente todas las unidades más antiguas.

5.2.7 Depósitos Aluviales.

Son los sedimentos retrabajados recientemente por las corrientes actuales como el río San Cristobal, cuyo lecho está formado por enormes bloques de arenisca provenientes de los coluviones disectados, principalmente. En el mapa a escala 1:10.000 fueron cartografiados junto con los sedimentos lacustres (Qs).

5.3 Tectónica.

De la observación de la fotografías aéreas se obtuvieron algunos lineamientos que se describen a continuación:

5.3.1 Falla de Monserrate.

Debido a la desaparición de estratos, Julivert, 1961, postuló

una fractura de cabalgamiento longitudinal al anticlinal de Bogotá, con plano inclinado hacia el Este.

En la zona de Aguas Claras, el contacto Guadalupe-Guaduas es fallado, con verticalización de los estratos arcillosos, que luego, al igual que las areniscas se invierten para lanzar en forma anómala hacia el Este. Además, se observa paralelismo de las corrientes, que podrían estar controladas tectónicamente también.

5.3.2 Falla del Zuque.

Dislocamiento en varias líneas paralelas que según Renzoni (1961) desplaza el eje del anticlinal de Bogotá. Con dirección E-W es una falla de rumbo dextral.

Su prolongación podría estar relacionada con pequeños desplazamientos en las areniscas de la formación Bogotá cerca de Corinto, y con alineamientos de corrientes más al Occidente.

5.3.3 Otros Lineamientos.

Se observaron también otros lineamientos de poca importancia, lo mismo que las cicatrices de despegue de las inversiones. Por otra parte, el curso del río San Cristóbal podría estar controlado tectónicamente, llegando inclusive a desplazar la falla Monserrate.

5.4 Diagnóstico de Sitios Críticos.

Se presenta a continuación el análisis de cada punto desde el aspecto geológico.

5.4.1 Barrio Ramajal.

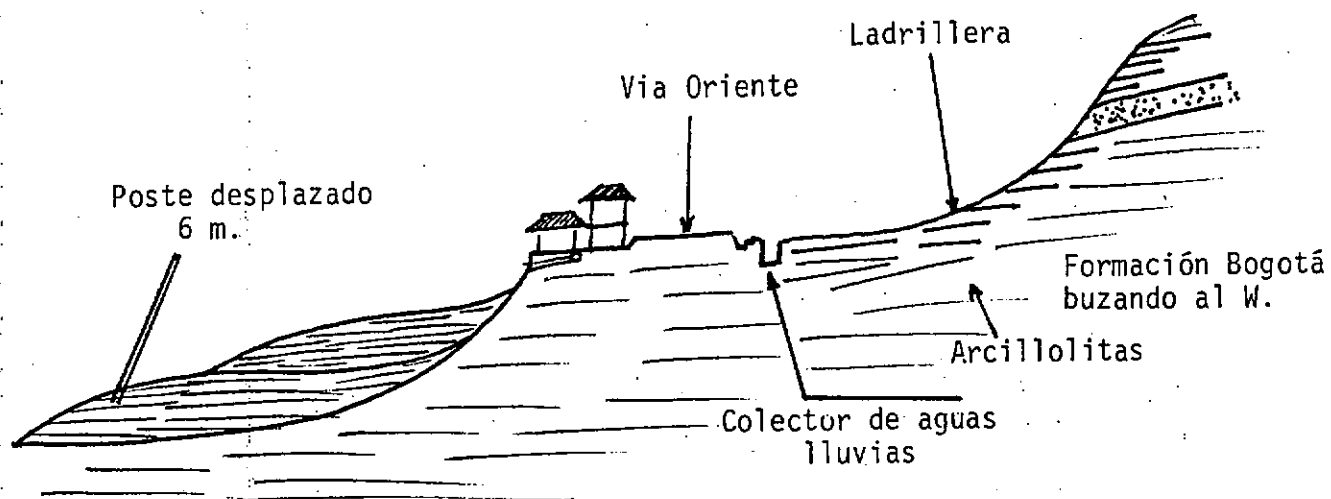


FIGURA 5-2

La gran corona de deslizamiento del barrio Ramajal obedece a las siguientes causas:

- Aporte de agua proveniente de la quebrada que baja por la ladrillera, por estar taponado el colector que debía captarla y conducirla. Al tratar de salir esta por la depresión, favoreció el movimiento de la masa.
- Coincidencia de buzamiento y pendiente.
- Litología predominantemente arcillosa.
- Vertimiento de aguas negras de las casas de la parte alta.
- Infiltración en la ladrillera por movimiento de material y alteración del drenaje natural.

5.4.2 Barrio Gran Colombia.

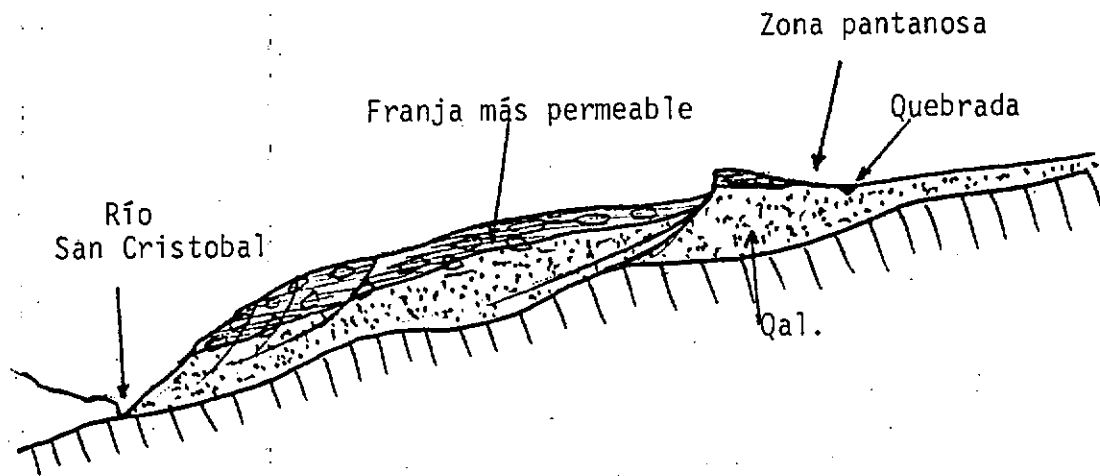


FIGURA 5-3

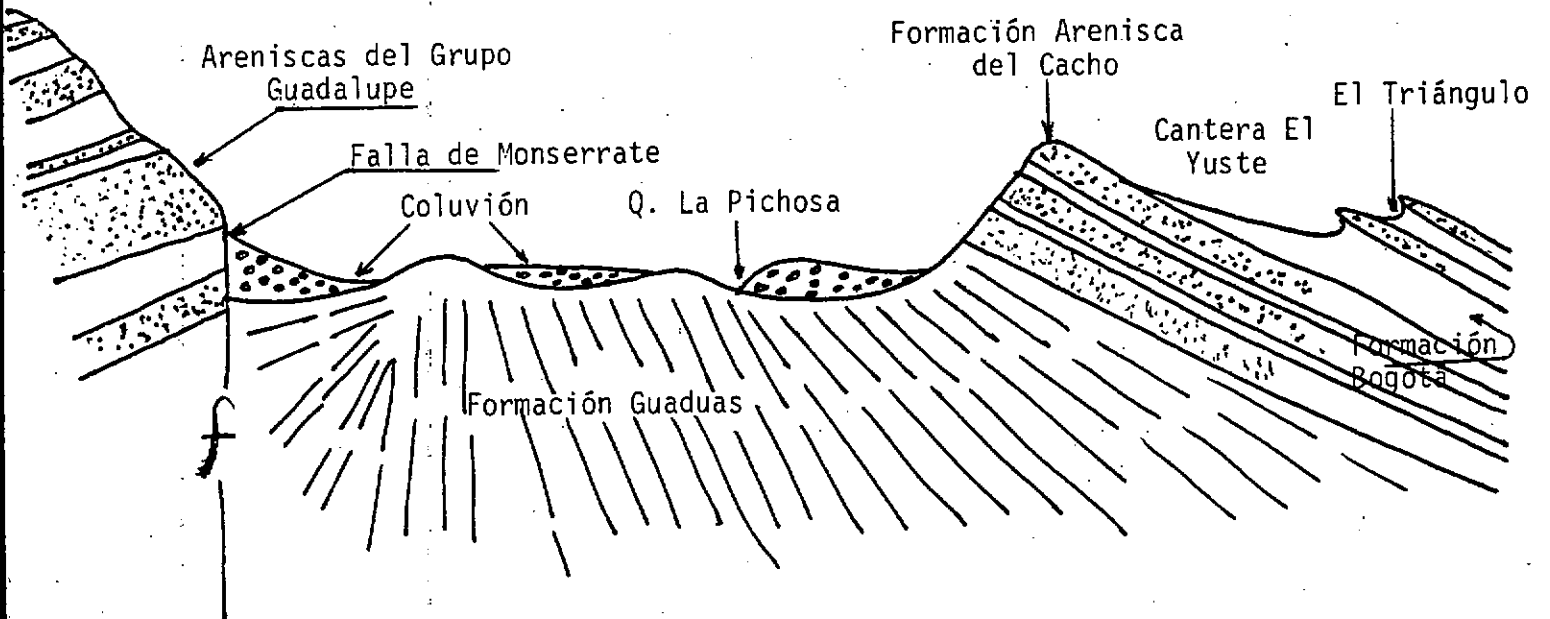


FIGURA 5-4

El deslizamiento rotacional escalonado en el barrio Gran Colombia se debe a los siguientes factores:

- a. Aporte de gran parte de las aguas de la cuenca longitudinal limitada por sierras prominentes: Formación Guadalupe al Este y arenisca del Cacho al Oeste.
- b. Circulación de agua predominantemente en la interfase arcillolitas-coluvión debido a la impermeabilidad relativa de la Formación Guaduas.
- c. Red de drenaje paralela que hace pensar en control tectónico pues no hay cambios litológicos apreciables en la Formación Guaduas.
- d. Existencia de zonas pantanosas en la parte alta del deslizamiento alineadas con el curso de la quebrada Aguas Claras que hacen suponer un antiguo cauce, de dicha corriente, desembocando en la parte más espesa del coluvión. Este trayecto, incluida la parte que atraviesa el barrio es altamente permeable, por lo que posiblemente una parte considerable de la quebrada Aguas Claras sigue fluyendo subterráneamente hacia la zona inestable.
- e. Socavación del pie del talud sobre el que se levanta el barrio, por parte del río San Cristóbal que se encuentra profundizando su cauce.

Por las razones anteriores se comprende el movimiento de la masa de bloques en matriz arcillosa, saturada por aguas meteóricas y subterráneas a lo largo de un plano formado por rocas consolidadas impermeables, al mismo tiempo su inestabilidad, al ser erosionada su base por la corriente del río San Cristóbal.

5.4.3 Barrio Corinto.

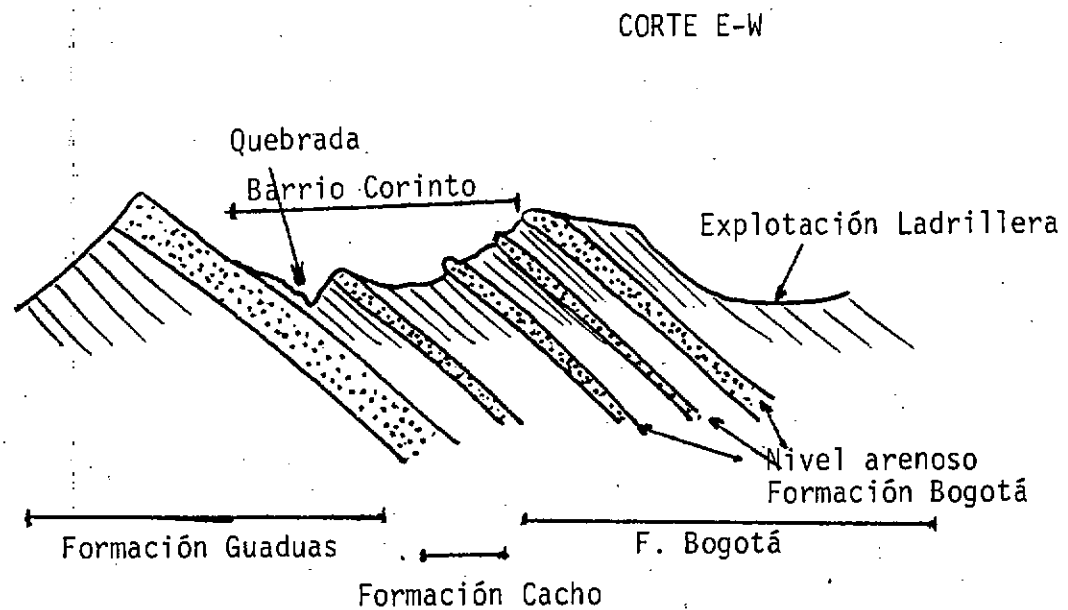


FIGURA 5-5

Aunque el barrio Corinto no ha presentado aún problemas de estabilidad, presenta las siguientes desventajas:

- a. Litología desfavorable debido a que el barrio se encuentra sobre las arcillolitas de la Formación Bogotá, confinadas entre dos niveles arenosos: La arenisca del Cacho al Oriente y uno de los primeros niveles arenosos de la Formación Bogotá.

- b. Construcción de viviendas en altas pendientes, que será un factor agravante a medida que sean reemplazados la tela asfáltica y la madera por ladrillo y otros materiales más pesados como suelo suceder en este tipo de barrios.
- c. Deforestación total del área sobre la que se levantó el barrio, que expone a la capa superficial de arcillolitas a la meteorización, facilitando posteriores movimientos de remoción en masa.
- d. Ausencia de un drenaje controlado de aguas lluvias y de canalización de todo tipo de aguas provenientes de las viviendas, esto favorece la infiltración a través de grietas y fisuras en la Formación Bogotá, de aguas que posteriormente colaborarán en la saturación de la capa superior de arcillolitas alteradas.
- e. Presencia de construcciones en los lechos de las quebradas.

Por todo lo anterior es necesario prestar atención a las obras de infraestructura del Barrio Corinto, lo mismo que controlar las construcciones más pesadas que vayan levantándose paulatinamente.

5.4.4 Barrio El Triángulo.

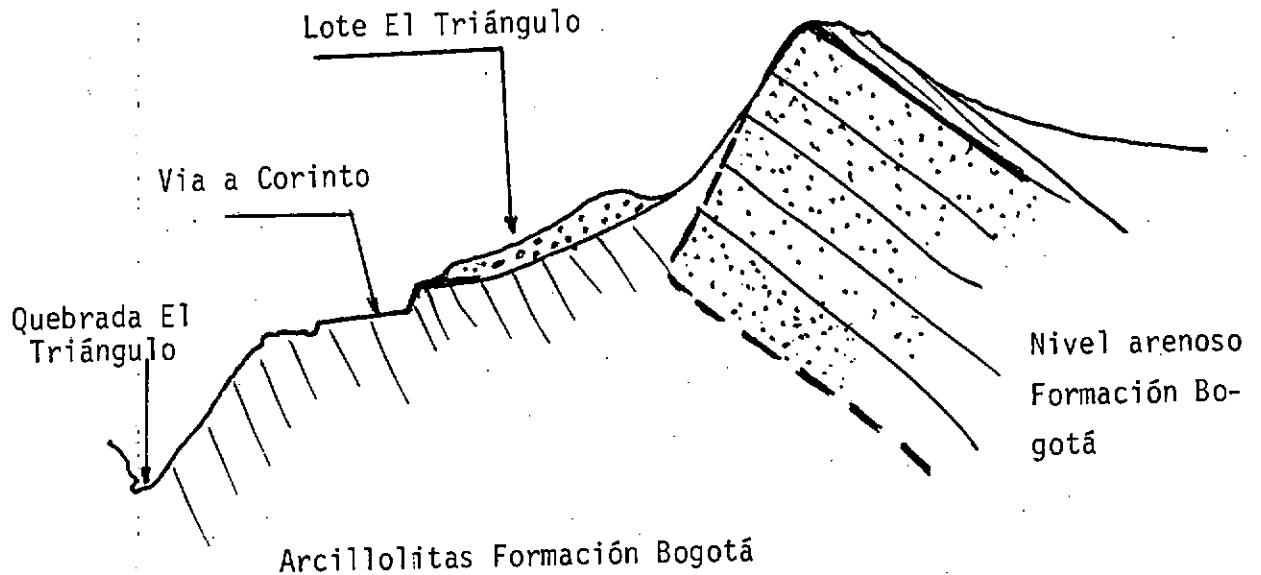


FIGURA 5-6

El lote del Barrio El Triángulo que presenta problemas de estabilidad se encuentra en una posición geológica similar a la del Barrio Corinto, recostado contra un estrato de arenisca de la Formación Bogotá, pero sobre las arcillolitas violáceas que la infrayacen.

El movimiento que causó la destrucción de una vivienda y el agrietamiento de otras vecinas se debe a los siguientes factores:

- a. Existencia de un pequeño coluvión bajo las construcciones, que determina de por sí un fuerte contraste de permeabilidad con las arcillolitas de la Formación Bogotá.
- b. A pesar de la protección en la parte alta, por parte del primer estrato de arenisca de la Formación Bogotá y del buzamiento de las rocas en contra de la pendiente, el coluvión tiende a saturarse con las aguas provenientes de la parte alta.
- c. El corte en zig-zag de la vía favorece adicionalmente la saturación del material no consolidado en épocas de invierno, pues el lote en cuestión se encuentra en la equina más baja de la carretera, donde mediante un codo de casi 180° ésta descarga el agua lluvia que desciende en forma torrencial, directamente en el lote.

VI. GEOMORFOLOGIA

6.1 Objeto del Estudio

El estudio geomorfológico realizado busca los siguientes objetivos:

- a. Identificar la Composición Morfológica de la zona en que se localizan los puntos afectados por deslizamientos.
- b. Conocer el origen de las acumulaciones y depósitos existentes.
- c. Conocer la composición de cada uno de los depósitos.
- d. Conocer el comportamiento actual de cada depósito, ó lo que es lo mismo, conocer el origen del problema en cada caso.
- e. Plantear algunas recomendaciones para contribuir a la solución de cada problema.

6.2 Origen del Problema

Para lograr establecer cual es la causa de los problemas cuyos estudios han sido encomendados a IFCAYA LTDA desde el punto de vista geomorfológico, es indispensable conocer la composición geomorfológica de la zona, el origen de las acumulaciones, la composición de cada depósito, hidrodinámica de los depósitos y el comportamiento actual de los materiales.

6.2.1 Composición Geomorfológica de la Zona.

Para resolver este interrogante, se elaboró un mapa geomorfológico

general de la zona, a escala 1:10.000, en este mapa se observa lo siguiente:

- a. Todos los cuatro sitios estudiados se localizan en la cuenca del río San Cristobal.
- b. El sitio Gran Colombia en la margen izquierda de este río.
- c. Los sitios de Corinto y Triángulo en la microcuenca de la Quebrada El Triángulo.
- d. El sitio Ramajal en la microcuenca de la quebrada Ramajal.

Se observa igualmente en el mapa geomorfológico la existencia de Escarpes en arenisca de las formaciones Guadalupe, Cacho y Bogotá, como lo indica el estudio Geológico realizado por IFCA YA LTDA.

Entre estos escarpes afloran arcillolitas de las formaciones Guaduas en la zona de la Gran Colombia, y Bogotá en Corinto, El Triángulo y Ramajal.

Adicionalmente, en la zona de Gran Colombia, el mapa geomorfológico muestra la existencia de acumulaciones recientes que cubren las arcillolitas del Guaduas, las cuales presentan problemas de estabilidad en la actualidad. (Vease Fig.6-1).

6.2.2 Origen de las Acumulaciones.

- a. Las Acumulaciones de La Gran Colombia, tienen origen en la garganta del Escarpe del Batallón, por la que pasa el río San Cristobal.

Antes de que esta garganta estuviera abierta, el escarpe bloqueó los sedimentos del río San Cristobal, cuya acumulación fué acelerada por la garganta de los Tanques de sedimentación. Estos depósitos presentan una matriz arcillosa rosada con gravillas y clastos embebidos.

Existe además un segundo depósito superpuesto al anterior, correspondiente a una lava torrencial en la que se observan cenizas volcánicas de color amarillo y grandes bloques de hasta 1.50 m. de diámetro.

- b. Las Acumulaciones de Corinto y Ramajal, corresponden a materiales de las arcillolitas, alterados in situ. (alteritas).
- c. En Corinto, las acumulaciones son escasas y existen únicamente en la depresión, en la que se localiza el lecho de la quebrada El Triángulo en su nacimiento.
- d. En El Triángulo las acumulaciones parece que se originan de un botadero en época de construcción de la carretera.

6.2.3 Composición de los Depósitos.

Para establecer la composición de los depósitos se adelantaron tres tipos de investigación.

- a. Observación de la parte superficial del terreno, principalmente en los taludes de los nichos de desprendimiento.

Con base en estas observaciones se realizaron mapas geomorfológicos detallados a escala 1:1.000 y 1:2.000.

Se describieron Perfiles Modales y se tomaron muestras disturbadas para análisis de laboratorio.

- b. Perforaciones profundas, hasta 20 metros. Con base en las cuales se elaboraron perfiles con los registros de perforación.
- c. Sondeos Geoeléctricos. Con base en los cuales se elaboraron perfiles geoelectricos.

6.2.4 Correlaciones

Las correlaciones establecidas con base en las investigaciones descritas son las siguientes:

- a. Si para La Gran Colombia se acepta como cierta la hipótesis del bloqueo por la garganta del Batallón (Formación Cacho) en el origen del depósito, se tiene que los materiales correspondientes a esta acumulación del río San Cristobal, han sido identificados en los Perfiles Modales GC-03, GC-04 y GC-05, descritos en la corona alta del barrio Gran Colombia.

El material allí descrito está compuesto por una abundante matriz arcillosa con algo de arenas, de color rosado oscuro con abundante gravilla, pequeños clastos y escasos bloques grandes.

Las fotografías horizontales muestran la composición descrita (Vease Anexo Fotográfico).

- b. Las perforaciones profundas muestran lo siguiente, en relación con este depósito:

La perforación No.1 muestra a partir de los ocho metros y hasta los 14 m. un depósito de gravillas con materiales más gruesos en la base. La matriz es limo-arenosa. No se describe el color de la matriz.

Este depósito corresponde sin duda al depósito descrito anteriormente en el talud de la corona alta, aunque ligeramente variado, por el sistema de perforación que incluye lavado.

En la perforación No.2 este material no se presenta.

En la perforación No.3 se observa igualmente, a partir de los ocho metros de profundidad, la existencia de las gravillas abundantes en matriz arcillosa abundante, que corresponde muy bien con el material descrito en el talud.

La interpretación de los sondeos geoelectricos concuerdan con la existencia de las gravillas.

Con base en la correlación anterior, se puede concluir que a partir de las arcillolitas Guaduas que forman el basamento de la zona, el fondo del depósito está constituido por un depósito de matriz arcillosa abundante, con gran cantidad de gravillas de hasta tres o cuatro cms. de diámetro.

Por la composición que este material presenta, puede ser confundido con un material aluvial en las perforaciones. Pero las observaciones superficiales desvirtúan esta posible afirmación.

- c. En la parte superior del depósito de Gravillas se observa en el talud de la parta alta, descrito en los perfiles GC-04 y GC-05, un depósito de grandes bloques, de hasta 1.50 m. de diámetro embebidos en una matriz arcillosa, mezclada con cenizas volcánicas y coronado por una capa de cenizas volcánicas de hasta 1.20 m. de espesor.

En este talud se observa que el depósito de grandes bloques rellena una depresión, que en la caseta de cocino alcanza unos tres metros de espesor, según el perfil No.GC-04 y que en la parte occidental, alcanza únicamente 1.50 m. de espesor.

Este depósito corresponde con lo que en Geomorfología se conoce como una Lava Torrencial.

- d. La perforación profunda No.1, muestra que los primeros ocho metros están constituidos por un depósito que en cuanto a los materiales gruesos corresponde con el descrito en el párrafo anterior como una lava torrencial, aunque la perforación no permite distinguir las cenizas volcánicas, el color café oscuro reportado, parece corresponder.

La perforación No.2, igualmente muestra que los primeros ocho metros corresponde con los primeros ocho metros de la No.1 y del perfil GC-04 y GC-05 del talud de la corona alta.

En el perfil No.3, realizado al pié de una construcción, parece existir algunas alteraciones de este depósito representadas por la presencia de pedazos de ladrillo, a los cinco metros, pero parece que allí se encuentra el contacto entre la Lava Torrencial y el depósito arcillo-gravilloso de fondo.

Las fotos horizontales muestran esta composición (Vease Anexo Fotográfico).

e. Los sondeos geoelectricos corroboran esta correlación. Se puede concluir, entonces que:

- La parte superior del depósito de Gran Colombia esta constituido por una lava torrencial en la que su matriz es arcillosa mezclada con cenizas volcánicas. Una capa de cenizas volcánicas de hasta 1.20 m. de espesor. Se encuentran grandes bloques de hasta 1.50 m. de diámetro.

Los esquemas No.1, No.2, No.3 y No.4, muestran la Secuencia de Composición del perfil del depósito de la Gran Colombia. (Veáanse Fig.6-2, esquema en planta de los depósitos y dirección de cortes, Fig.6-3 y 6-4).

6.2.5 Hidrodinámica de los Depósitos

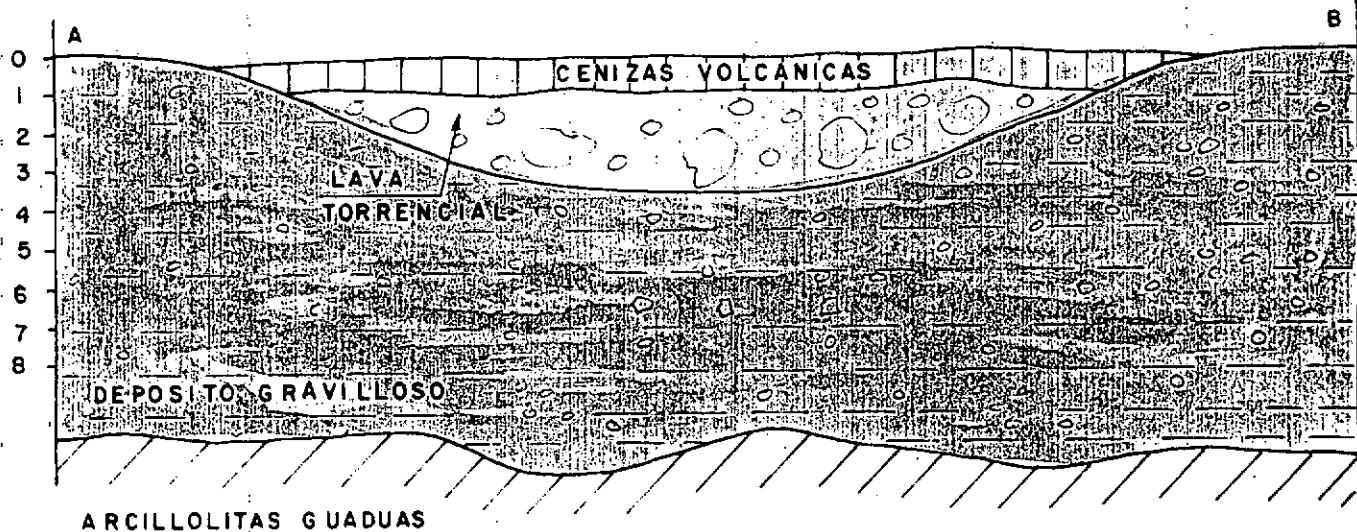
El comportamiento hidrodinámico de los depósitos se investigó con base en observaciones superficiales, y de las perforaciones profundas.

En el depósito de La Gran Colombia se adelantó un inventario de los saltos o fuentes de agua, pero se hizo énfasis en el análisis de las observaciones de las perforaciones.

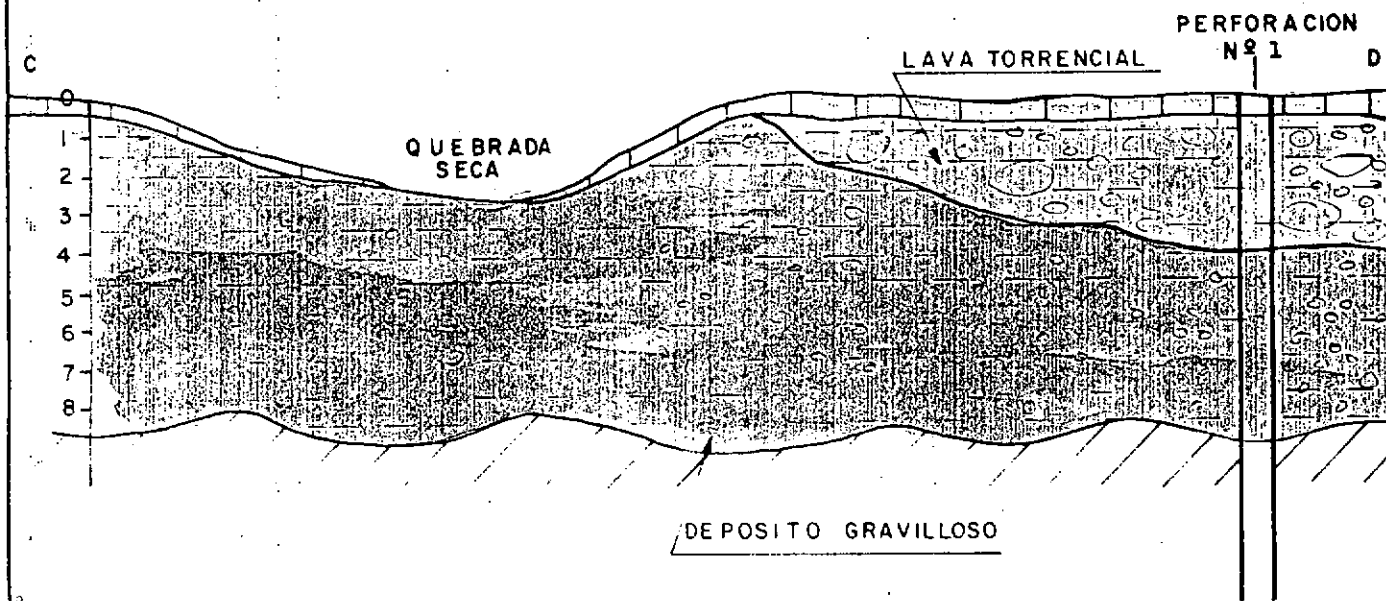
En el perfil No.1 entre el 28 de febrero y el 14 de marzo la parte superior del nivel freático se localizó entre 2.10 m. y 2.72 m.

Estas observaciones permiten concluir que se trata de una

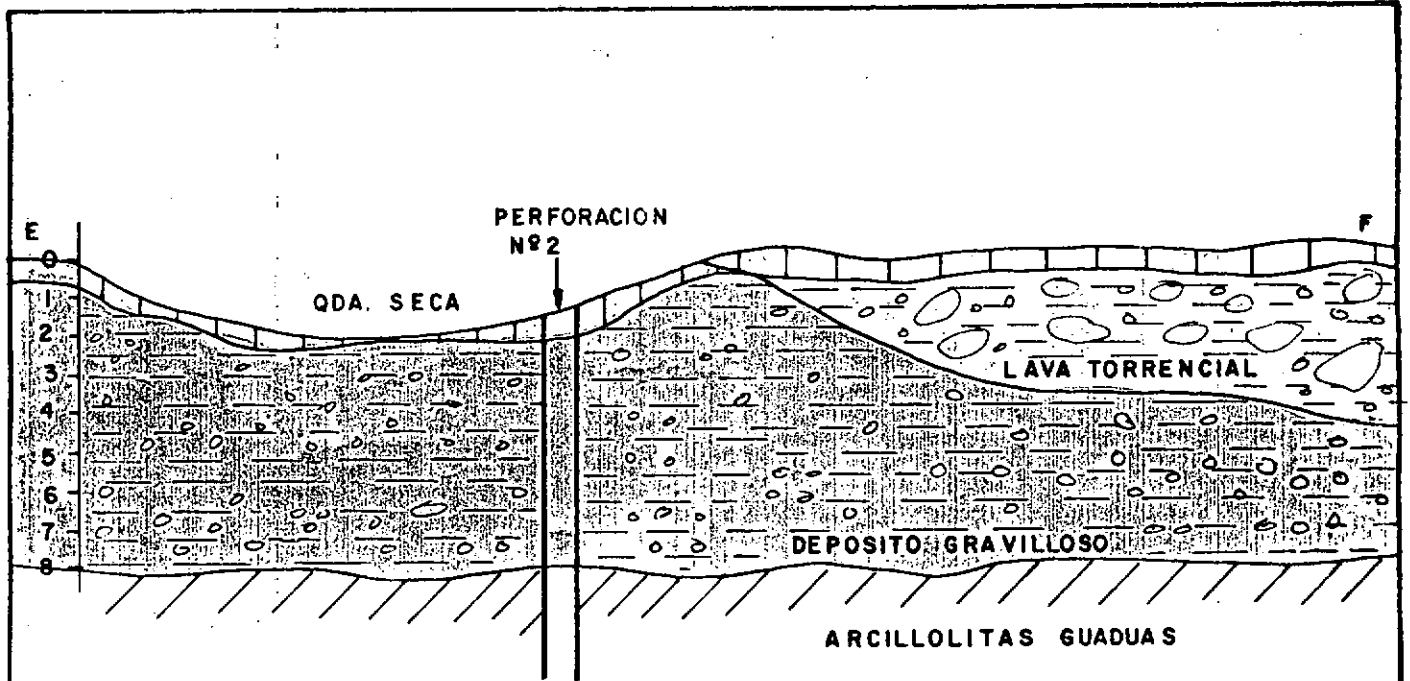
CORTE A TRAVEZ DEL TALUD DE LA CORONA SUPERIOR



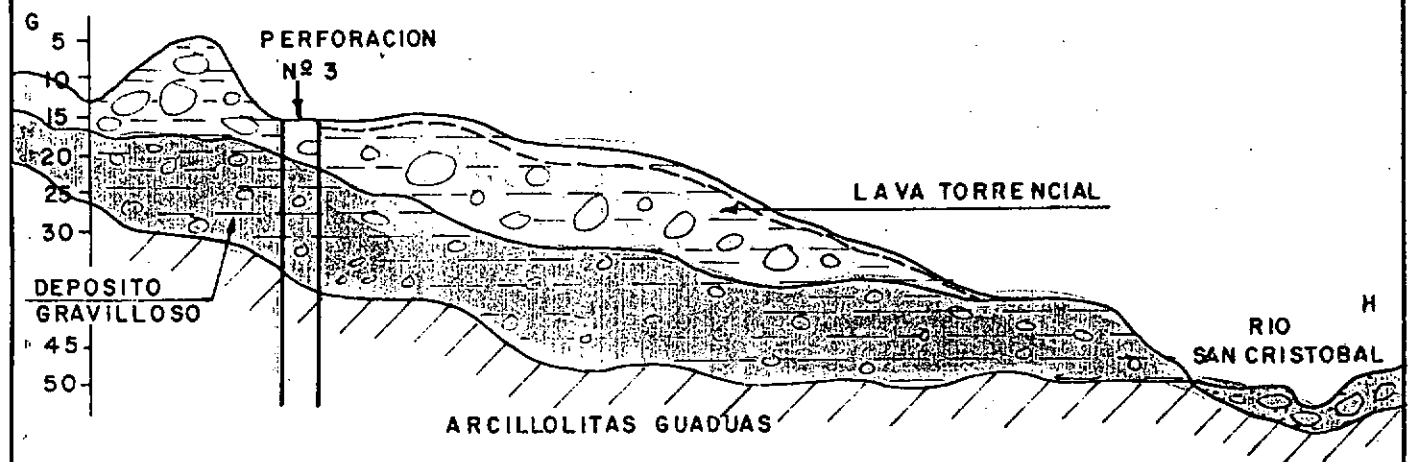
ESQUEMA 1



ESQUEMA 2



ESQUEMA 3



ESQUEMA 4

"tabla de agua colgante" localizada en la parte superior del depósito arcillo-graviloso y que parece circular en el depósito de la lava torrencial.

Lo anterior no quiere decir que el depósito arcillo-graviloso no esta embebido, pero su carácter arcilloso impide que exista un movimiento de agua.

6.3 Conclusiones sobre Comportamiento actual de los Depósitos

6.3.1 Para el Depósito de la Gran Colombia.

El comportamiento morfodinámico actual de las unidades geomorfológicas estudiadas permiten concluir lo siguiente:

- a. El mapa geomorfológico general a escala 1:10.000 muestra que La Gran Colombia hace parte de un gran fenómeno de inestabilidad que afecta todos los depósitos de la margen izquierda del río San Cristobal.

En la margen derecha estos fenómenos son frecuentes en el Batallón, porque como lo muestra el mapa, es allí donde estos depósitos existen, agua arriba ellos no están presentes.

- b. La profundización del lecho del río San Cristobal que es un torrente, al dejar colgados los materiales inestable, favorece el descenso del éstos.
- c. La infiltración de las aguas de la quebrada La Pichosa, hacia del Depósito de Gran Colombia favorece la presencia

de un nivel freático colgante entre los dos depósitos que lo componen.

La presencia de estas aguas subsuperficiales producen el sobrepasamiento de los límites de plasticidad y liquidez y en las zonas en que la profundización del lecho del San Cristobal (parte occidental del barrio), deja colgado el depósito, produciéndose las lenguas de deslizamiento.

El mapa geomorfológico detallado muestra éstos fenómenos.

6.3.2 Para el Depósito de El Triángulo.

El comportamiento actual corresponde a la existencia de un exceso de aporte de agua procedente de la curva de la carretera, el cual ha permitido el sobrepasamiento de los límites y la presencia de la lengua de deslizamiento.

6.3.3 Para el Depósito de Ramajal.

La situación es semejante, causada por los aportes de aguas lluvias y de aguas negras, que produjeron la presencia de dos lenguas de deslizamientos.

6.3.4 Para el Barrio Corinto, no se observan zonas inestables y tampoco zonas de deslizamiento.

ANEXO FOTOGRAFICO
GEOMORFOLOGIA



Figura 6-5.

La presente foto, tomada en el extremo oriental de la Corona Superior (en la Diagonal 10a Sur), presenta un color rosado-lila en la matriz, con abundante gravilla y clastos medianos y solamente algunos bloques grandes, esporádicos como el que se observa en la parte baja del perfil que muestra la foto.

En la parte superior se observa una capa negra de unos 30 cms. de espesor, correspondiente a cenizas volcánicas.

Figura 6-6.

La fotografía, tomada unos 50 m. al Occidente de la Foto No.1, (también sobre la Diagonal 10a Sur) muestra la superposición de capas negras, amarillo clara; amarillo oscuro, pardo, de cenizas volcánicas con bloques que reposan sobre el depósito graviloso descrito en la Foto No.1 y que corresponde a la lava torrencial proveniente de la quebrada La Pichosa.

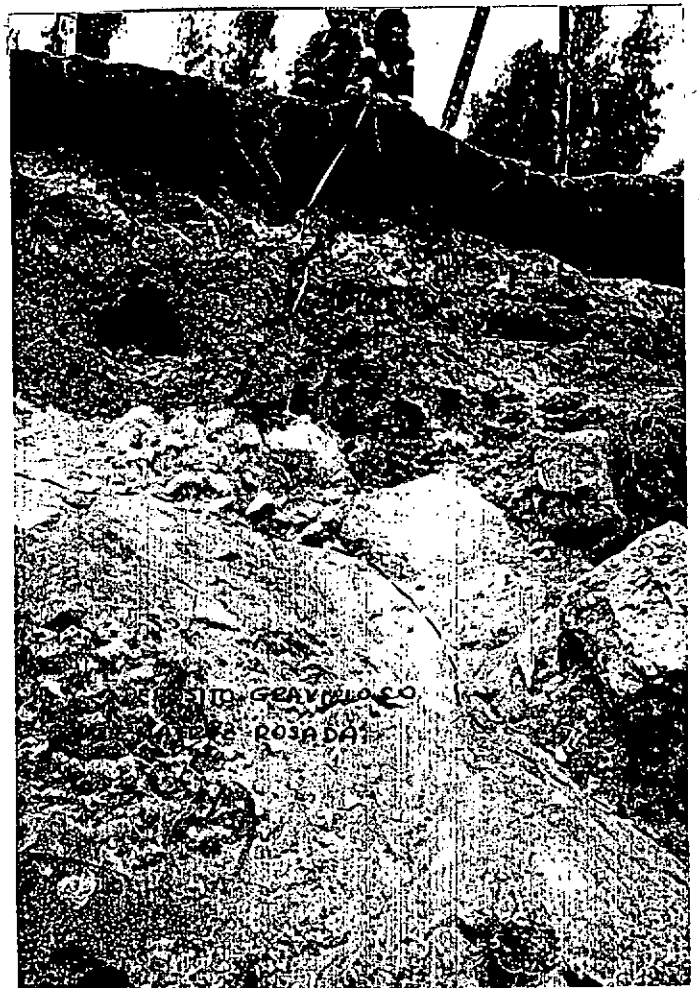




Figura 6-7.

La presente foto, tomada unos 20 m. al Occidente de la Foto 2 (Figura 6-6), muestra el depósito de cenizas volcánicas sobre un depósito de matriz arcillosa con grandes bloques (lava torrencial), reposando sobre el depósito graviloso de matriz rosada.



Figura 6-8.

Esta foto muestra la superposición de la lava torrencial sobre el depósito arcillo-graviloso del talud de la parte alta.

Figura 6-9

La presente foto, tomada en el extremo Occidental del talud de la parte alta (Diagonal 10a Sur), muestra en superficie un depósito de 1.5 metros correspondiente a la lava torrencial que reposa sobre el depósito arcillo-graviloso.

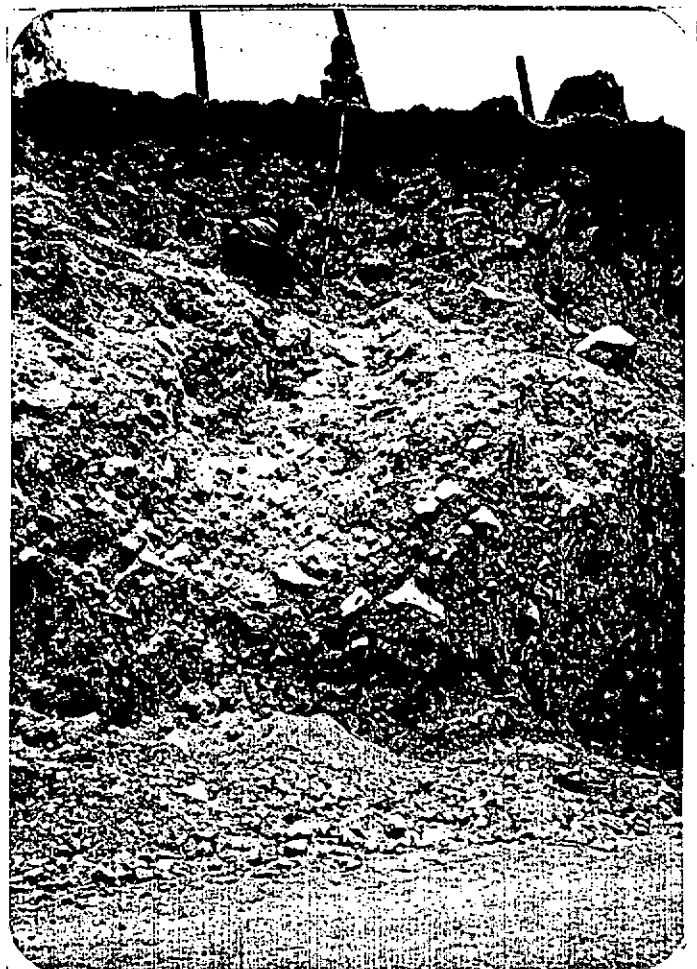




Figura 6-10.

Parte baja del barrio Gran Colombia, contra la carretera paralela al río San Cristobal en donde se aprecia la parte inferior del Depósito Gravilloso de matriz rosada. Aquí no aparece la lava torrencial de La Pichosa.

Figura 6-11.

Parte baja del barrio Gran Colombia a unos 80 m. al Occidental de la foto anterior (Fig.6-9) y sobre la misma vía, aquí completamente cubierta. Se aprecia la lava torrencial con cenizas volcánicas, reposando sobre el depósito gravilloso de matriz rosada.



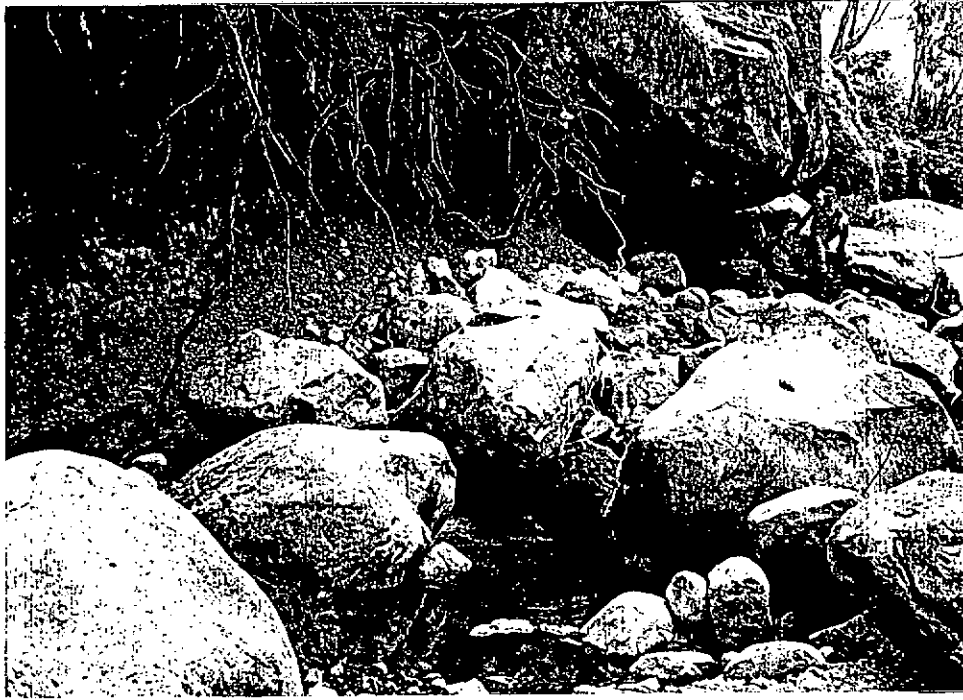
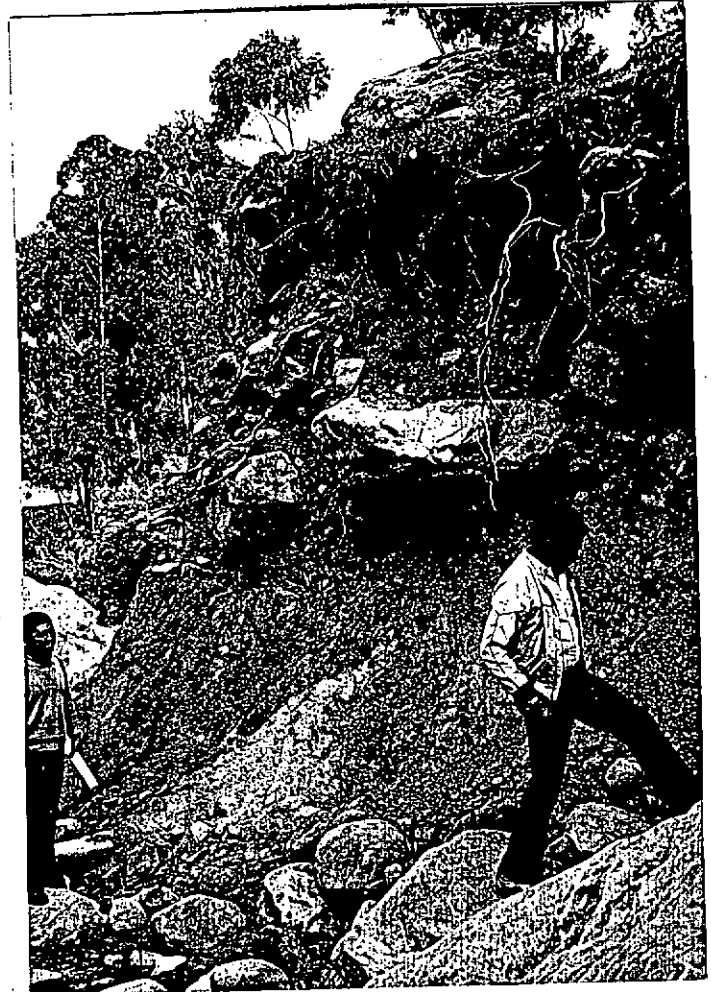


Figura 6-12. (Arriba)

En la márgen derecha del río San Cristobal los depósitos de lavas torrenciales con grandes bloques se encuentran sobre el talud, que en esta parte del río, está formado directamente de las arcillolitas del Guaduas, lo mismo que el fondo del lecho.

Figura 6-13. (Derecha)

En esta foto se muestra con claridad la profundización del lecho dentro de las arcillolitas Guaduas y el depósito de lava torrencial "colgado", sobre las arcillolitas y dispuesto a caer al río, una vez que el nivel de aguas alcance su contacto con las arcillolitas.



ESTUDIO DETALLADO
BARRIO GRAN COLOMBIA

VII. BARRIO GRAN COLOMBIA

7.1 GEOLOGIA Y GEOMORFOLOGIA

7.1.1 Localización

El Barrio Gran Colombia está situado en el costado Sur del río San Cristobal, sobre un depósito inconsolidado de bloques y clastos de arenisca en una matriz de grano fino.

7.1.2 Descripción del Problema.

El material cuaternario sobre el que se levanta el barrio presenta serios problemas de estabilidad, que se manifiestan en caída de viviendas por socavación del río San Cristobal y agrietamiento escalonado del resto del conjunto que presenta asentamientos diferenciales acentuados.

Durante la cartografía detallada de las coronas de deslizamiento y las fracturas del terreno, se evidencio como causa principal del fenómeno de remoción en masa, la saturación del material, que facilita su lento flujo en dirección de la pendiente.

7.1.3. Litología.

El coluvión, descendió desde el Sur a lo largo de las capas arcillosas de la Formación Guaduas, siendo limitado por los estratos competentes de la arenisca del Cacho al Occidente y las rocas del Grupo Guadalupe al Oriente. Dicho material fluyó en dirección al río San Cristobal, bifurcándose ocasionalmente y dejando pequeñas islas de arcillolitas terciarias; esta rocas representan ligeros resaltes topográficos de rocas pãrdas, rojizas y grises, bastante homogéneas. La uniformidad, de esta unidad

hace difícil la determinación de direcciones y buzamientos, excepto en las escasas intercalaciones arenosas y limosas. En esta formación, que constituye el límite inferior del coluvión estudiado son frecuentes las diaclasas en varias direcciones que, presentando relleno de óxidos de hierro se confunden con los planos de estratificación.

En el mapa geológico general, a escala 1:10.000 se aprecia la configuración del depósito cuaternario, lo mismo que los afloramientos de la Formación Guaduas, sobre la que se depositó. El primero está constituido por materiales provenientes de dos procesos diferentes: el coluvial ya enunciado y el aluvial proveniente del río San Cristóbal; sin embargo fueron tratados en este informe como una sola unidad.

En forma general, consta de una parte basal constituida por intercalaciones de gravas y gravillas por las que existe circulación de agua que ha lavado en alto porcentaje los sedimentos de grano más fino. Estas capas, cuyo espesor está entre los 0.50 y los 3.50 metros, están limitadas generalmente por niveles arcillosos, a veces homogéneos, donde se encuentran lentes en forma de canales de granulometría más fina.

La parte media del depósito tiene un color blanco rosáceo y está formada por bloques de arenisca cuarzosa, subredondeados a subangulares de diámetro inferior a los 0.70 m., provenientes de las rocas del grupo Guadalupe, dentro de una matriz arenosa. También aparecen fragmentos de lilitas de la Formación Plaeners y Arcillolitas grises fisibles. La sección superior está constituida por otro depósito de menor espesor, que rellenó las depresiones del relieve del primero. Se caracteriza por la presencia de abundante ceniza volcánica y por bloques de gran tamaño (mayores de un metro de diámetro) embebidas en una matriz

más arcillosa y plástica. El color es amarillento probablemente por cambios en el material de aporte a la matriz que puede relacionarse con los cambios de color en la Formación Guaduas (rojiza en el techo y amarilla en la base). Los clastos son de arenisca únicamente.

Finalmente aparece un suelo negro de varios centímetros de espesor.

7.1.4 Hidrogeología

Debido a lo heterométrico de sus componentes, a lo arenoso de la matriz y a la presencia de intercalaciones de gravas, el coluvión presenta una muy alta permeabilidad que ocasiona una rápida infiltración del agua y la existencia de cauces poco visibles en las corrientes superficiales. Por otra parte, la forma alargada del depósito, con un incremento en el espesor hacia abajo, facilita el movimiento del agua a través de los diversos niveles permeables, creándose pequeños acuíferos semiconfinados cuya forma y dirección de circulación es imposible de determinar, dadas las rápidas variaciones laterales en cuanto a litología. El área de recarga es compuesta, pues a la alimentación del coluvión contribuyen tanto las corrientes superficiales, la escorrentía proveniente de la parte alta de la cuenca y que viaja sobre niveles impermeables de la Formación Guaduas, el agua infiltrada directamente sobre el área expuesta del coluvión en los períodos invernales y las aguas subterráneas provenientes de acuíferos de las formaciones Guaduas y Guadalupe. Respecto a este último punto, los caudales se consideran despreciables debido a:

- el escaso espesor de las areniscas y limolitas dentro de la

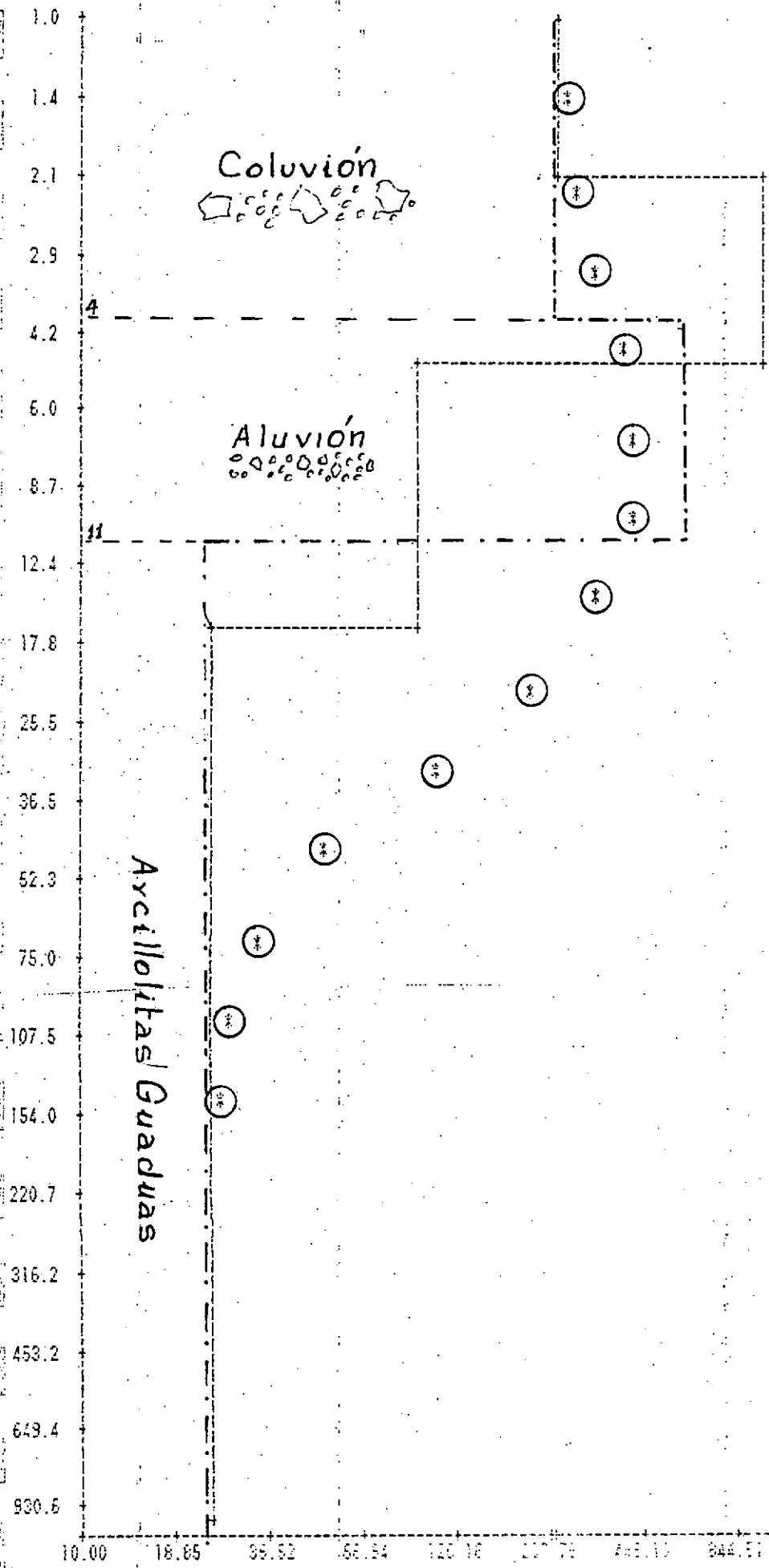
formación Guaduas aflorante en la zona de estudio.

- la posición de los estratos de las rocas del Grupo Guadalupe al Oriente de la falla de Monserrate, buzando en dirección hacia afuera de la cuenca de interés.
- aunque la falla determina la aparición de algunos manantiales, estos serían drenados por la quebrada de la Marranera sin llegar a afectar al barrio Gran Colombia, pues su subcuenca está limitada por un rosario de afloramientos de la Formación Guaduas que posiblemente refleja la morfología original.

Las arcillolitas de la Formación Guaduas, a diferencia de la unidad descrita hasta ahora, se caracteriza por su impermeabilidad debido al pequeño y uniforme tamaño de grano. Sin embargo cuando han sido sometidas a los procesos de alteración, las condiciones cambian desfavorablemente desde el punto de vista hidrogeológico y de estabilidad, siendo entonces capaces de absorber importantes cantidades de agua, que finalmente las lleva a comportarse plásticamente. Dicho nivel alterado que separa el coluvión de las arcillolitas sanas es probablemente el plano de deslizamiento más inferior sobre el que ocurre el movimiento en masa.

El contraste hidrogeológico descrito hace que el agua aportada al terreno circule por la interfase coluvión-arcillolita alterando la parte superior de esta y creando el plano de debilidad sobre el que se mueve el material en dirección de la pendiente.

Por otra parte, la circulación del agua dentro del coluvión por la existencia de zonas de gravas, facilita el colapso de parte del barrio y el consiguiente basculamiento de las viviendas



1ª Interpretación -----
 2ª Interpretación (Geología) -----

SONDEO GEOELECTRICO No 1

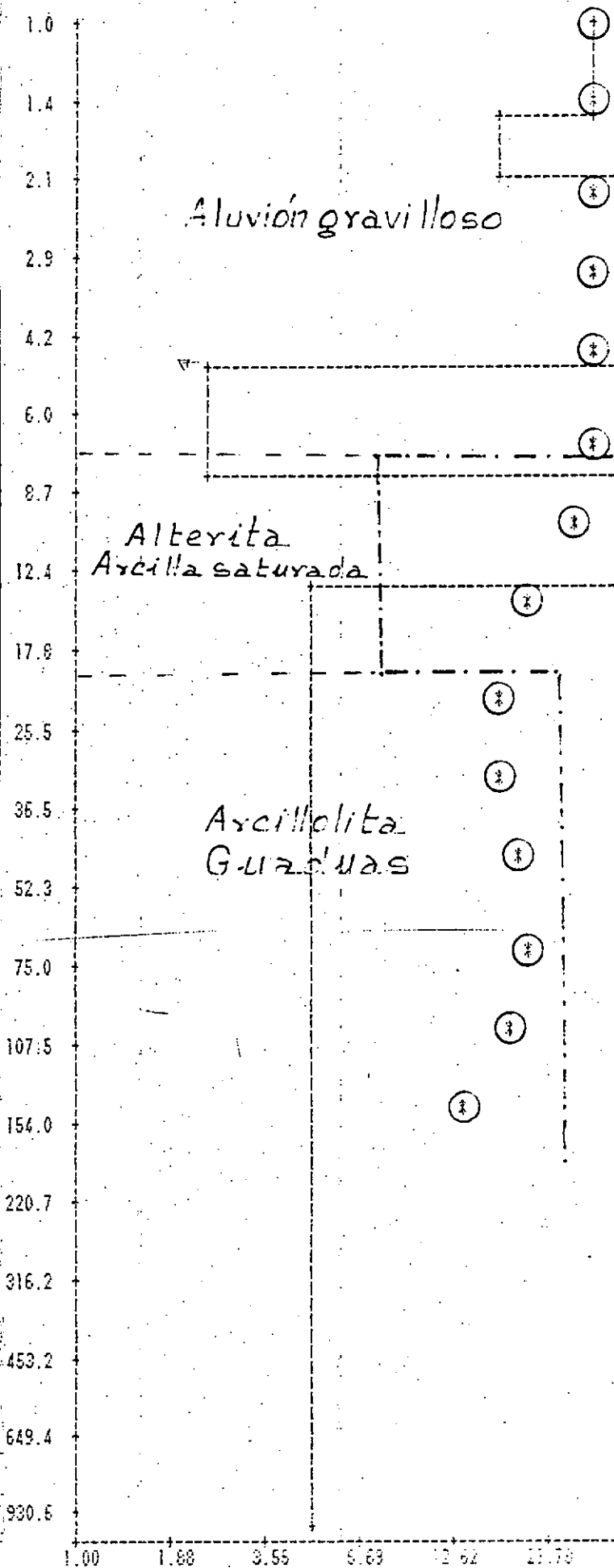
Resultados

RESIST. PROFUNDO. (Ohm-m)	(Mts)
271.35	1.47
292.14	2.15
332.50	3.16
384.02	4.64
426.23	6.81
414.01	10.00
332.52	14.69
211.05	21.54
108.09	31.62
52.85	46.42
32.59	68.13
27.26	100.00
25.82	146.79

SONDEO GEOELECTRICO No 1

Interpretación

CAPA	PROFUND (Mts)	RESISTIV (Ohm-m)
1	2.0	260.0
2	5.0	1020.0
3	17.0	100.0
4	Infín.	25.0



SONDEO GEELECTRICO No. 2

SONDEO GEELECTRICO No. 2

Resultados

RESIST. (Ohm-m)	PROFUND. (Mts)
32.56	1.47
32.25	2.15
32.51	3.16
33.23	4.64
32.50	6.81
28.06	10.00
21.09	14.69
16.81	21.54
17.51	31.52
20.08	46.42
20.94	69.13
18.49	100.00
13.44	146.79

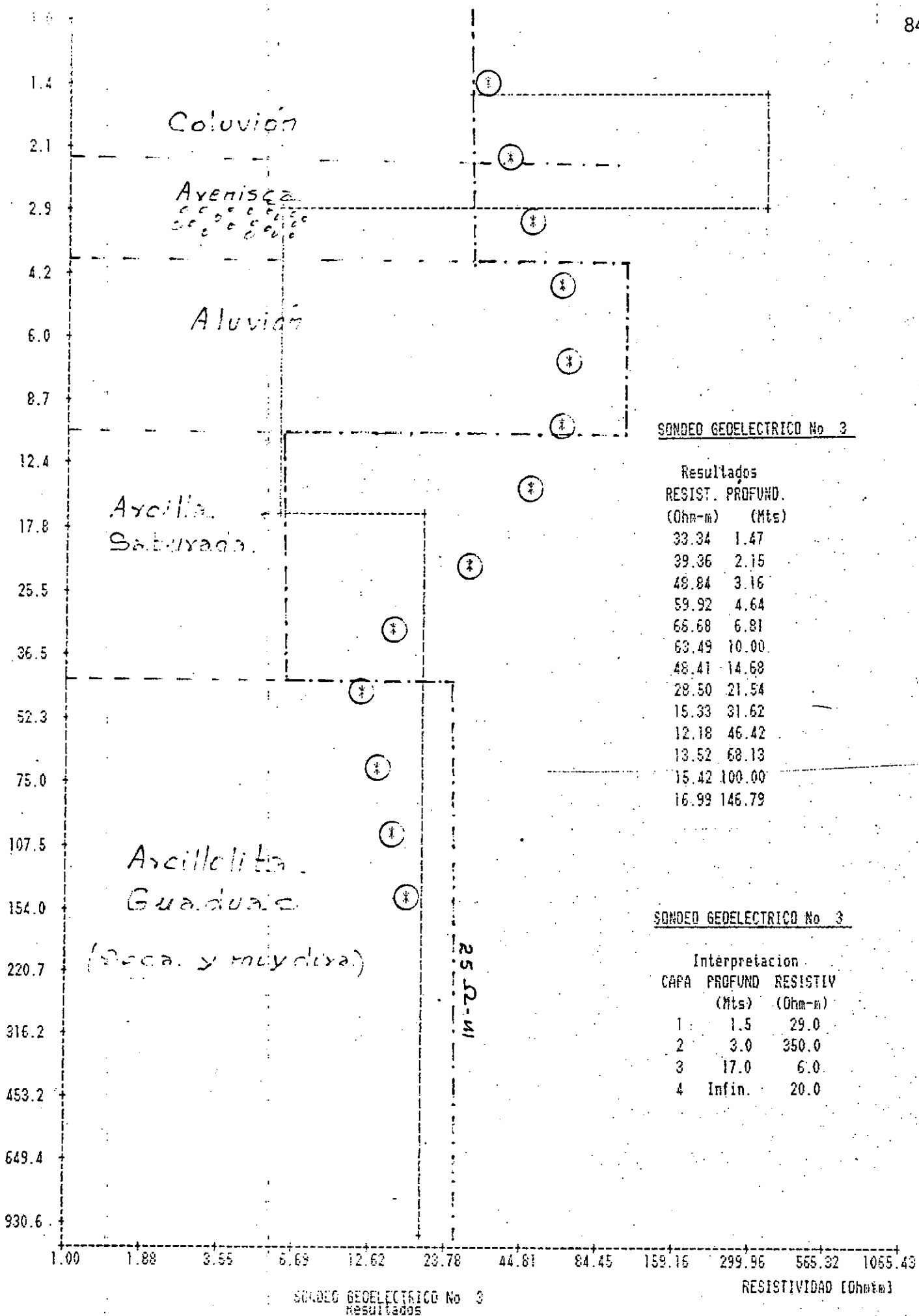
Interpretacion

CAPA	PROFUND (Mts)	RESISTIV (Ohm-m)
1	1.5	33.0
2	2.0	17.0
3	5.0	60.0
4	8.0	2.5
5	11.0	50.0
6	13.0	550.0
7	Infin.	5.0

FIGURA 7.2

SONDEO GEELECTRICO No. 2

RESISTIVIDAD (Ohm-m)



SONDEO GEOELECTRICO No 3

Resultados

RESIST. PROFUND.	(Ohm-m)	(Mts)
33.34	1.47	
39.36	2.15	
48.84	3.16	
59.92	4.64	
66.68	6.81	
63.49	10.00	
48.41	14.68	
28.50	21.54	
15.33	31.62	
12.18	46.42	
13.52	68.13	
15.42	100.00	
16.99	146.79	

SONDEO GEOELECTRICO No 3

Interpretacion

CAPA	PROFUND (Mts)	RESISTIV (Ohm-m)
1	1.5	29.0
2	3.0	350.0
3	17.0	6.0
4	Infin.	20.0

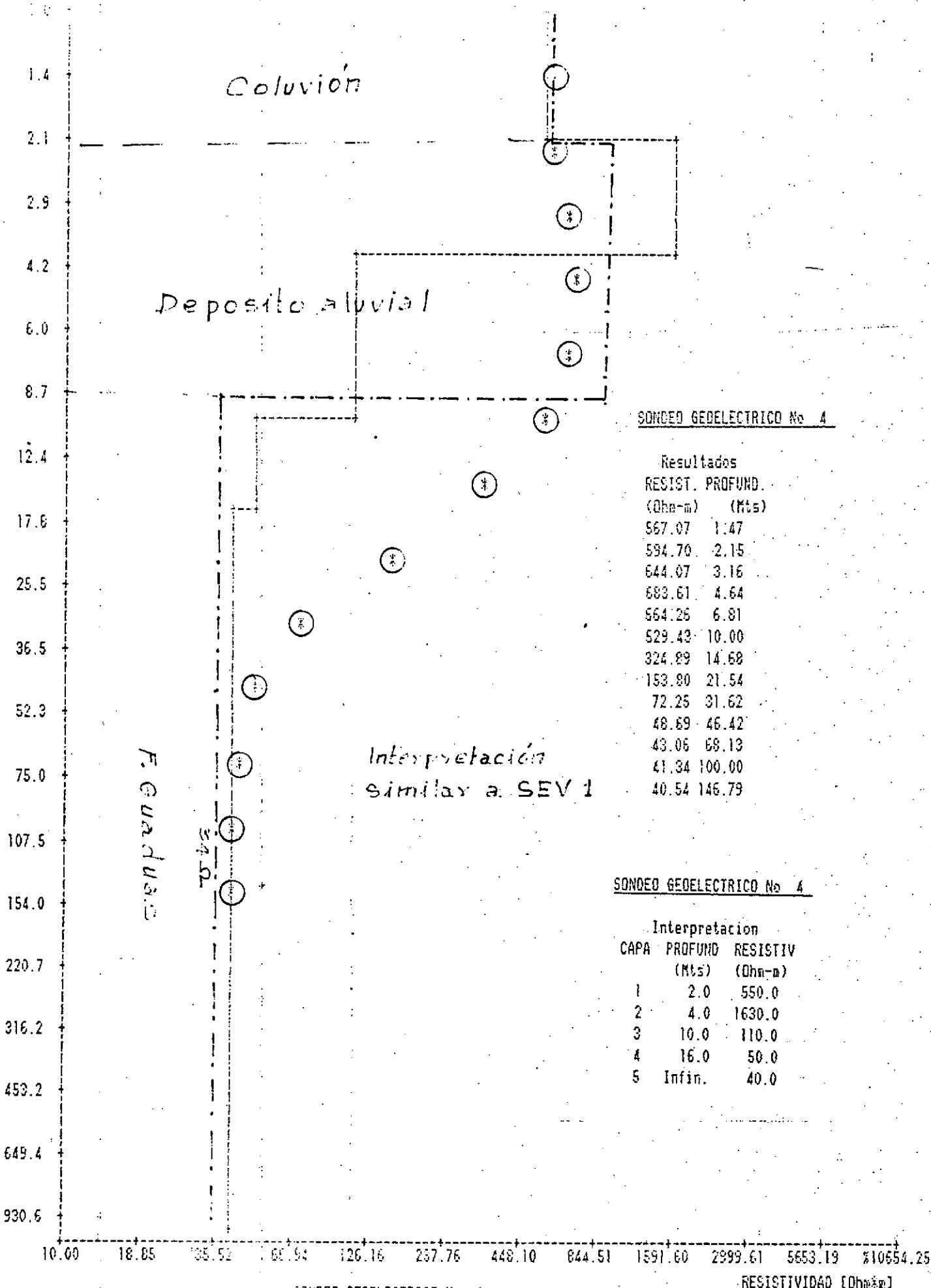


FIGURA 7-5

SONDED GEELECTRICO No. 4

RESISTIVIDAD (Ohm-m)

levantadas sobre los vacíos creados por el movimiento del agua en dichos lentes en forma de canales dentro del coluvión.

Debido entonces al movimiento irregular descrito de las aguas infiltradas en el coluvión (de origen superficiales subterráneo o proveniente de las viviendas), el barrio se ha dividido en diversos sectores, con mayor o menor riesgo y con más o menos grietas, que se mueven en forma diferente y a distintas velocidades, como puede observarse en el mapa geológico detallado. Las cabeceras de los deslizamientos continúan su avance, retrogresivo, implicando cada vez más viviendas, con efectos catastróficos en la parte más cercana al río. La primera línea de casas está condenada a desaparecer, como ha sucedido ya con por lo menos dos hileras de viviendas que se han derrumbado hacia el San Cristobal. Se hace necesario, por lo tanto, tomar medidas al respecto de la franja frontal de alto riesgo, aún antes de la ejecución de las soluciones de protección para todo el barrio.

7.1.5. Drenajes.

Los problemas de estabilidad en el barrio Gran Colombia, se han visto acelerados en los últimos años, debido a cambios artificiales en el drenaje que se deducen de la comparación de aerofotografías actuales y antiguas y que se han representado mediante círculos en el mapa geológico general a escala 1:10.000.

En esta forma, se observó, que en el año de 1952 la quebrada La Pichosa, principal drenaje de la cuenca, salía a la Sabana por un cauce diferente y al Sur del actual. Parece ser, que dentro de los muchos cambios efectuados dentro de su propiedad a las corrientes, los dueños de la Cuchilla de Moore cambiaron el

curso de La Pichosa en el puente de la vía que conduce al barrio Aguas Claras. Mientras que la corriente descendía originalmente por una zona de mayor pendiente, al lado de la vía, el cambio ocasionó una disminución de la velocidad y un acercamiento mayor al barrio, favoreciéndose la infiltración directa hacia su cabecera.

Otros cambios en la dirección de las corrientes pudieron también ejercer un efecto negativo sobre la estabilidad del barrio, pudiendo deberse la zona pantanosa de la parte alta de Gran Colombia a una anterior desviación de la quebrada de La Marranera, que la hacía afluente de La Pichosa, y que dejó un cauce antiguo que en el presente parece ser utilizado por aguas sub-superficiales.

Del análisis hidrogeológico se concluyó que, el agua que está ocasionando la inestabilidad del barrio actualmente, proviene predominantemente de la subcuenca de la quebrada La Pichosa y se reparte subterráneamente entre el coluvión y el aluvión, entre el aluvión y las arcillolitas y por los canales interdigitados a partir del punto donde la corriente hace el codo artificial directamente sobre la zona afectada.

7.1.6. Geoeléctrica.

Una vez realizadas las perforaciones, se procedió a la reinterpretación de los sondeos eléctricos, verticales, mediante el método de curvas patrón de dos capas y sin ajuste por computador. Los resultados obtenidos, sin embargo, se aproximaron bastante al modelo planteado a partir de las columnas elaboradas con los núcleos recobrados.

Los sondeos SEV-1 y SEV-2, realizados prácticamente en el mismo

punto, aunque con direcciones de extensión de cables perpendiculares, arrojaron resultados bastante similares, con curvas prácticamente idénticas. Al proyectar los sondeos sobre una línea imaginaria se tiene que el SEV-3, aunque con una cota más elevada puede correlacionarse con la perforación No.3, el SEV-2 con la perforación No.2 y el SEV-1 con la perforación No.1.

Los resultados de la reinterpretación son:

SEV-1

<u>CAPA</u>	<u>PROFUNDIDAD</u>	<u>RESISTIVIDAD</u>	<u>MATERIAL</u>
1	4.0	260. m.	Coluvión saturado con cenizas
2	11.0	700 m.	Aluvión muy graviloso
3	más de 150.0	25 m.	Formación Guaduas (arcillolitas) seca.

SEV-2

<u>CAPA</u>	<u>PROFUNDIDAD</u>	<u>RESISTIVIDAD</u>	<u>MATERIAL</u>
1	8.0	35 m.	Aluvión graviloso
2	18.0	7 m.	Arcillolita saturada
3	150.0	25 m.	Formación Guaduas (arcillolitas) seca.

SEV-3

<u>CAPA</u>	<u>PROFUNDIDAD</u>	<u>RESISTIVIDAD</u>	<u>MATERIAL</u>
1	4.0	30 m.	Coluvión
2	10.0	100 m.	Aluvión graviloso
3	42.0	6 m.	Arcillolita saturada

Mediante el análisis de los datos anteriores se dedujo que aparecen también lentes de material mejor seleccionado, de tamaño grava, gravilla y arena, que dada su forma discontinua podrían corresponder a niveles más permeables interdigitados y cubiertos por el material más grueso del aluvión. Dichos canales se apoyarían directamente sobre las arcillolitas de la Formación Guaduas, cuya parte superior se encuentra alterada y saturada, como sugieren las resistividades en esa interfase.

La parte central del barrio, o sea la franja longitudinal que va pasando por la perforación No.2 hasta el SEV-2 junto al río San Cristobal, parece que carece de estos niveles más permeables aunque contiene el mismo depósito gravilloso, razón por la cual es relativamente más estable pues la tendencia de las aguas infiltradas desde la Quebrada La Pichosa es a fluír hacia los canales interdigitados laterales dejándola como una isla menos saturada. Esta hipótesis concuerda con los resultados de las perforaciones, en las que este sector aparece como un alto paleomorfológico. También concuerda con el hecho físico de la acentuada inestabilidad de los extremos oriental y occidental del barrio Gran Colombia, mientras que la parte central no parece estar tan afectada.

El contacto con la Formación Guaduas se encuentra entre 10 y 11 metros, aunque debido a la saturación y a la alteración de los primeros niveles arcillosos esta cota puede estar desplazada algunos pocos metros.

En resumen, el método resulta ser bastante efectivo en depósitos de la naturaleza del estudiado y de gran utilidad en la determinación de su morfología y estructura interna. Apoya, entonces la suposición inicial de que el basamento resistivo tenía una

forma ondulada a la que se acomodaron los depósitos cuaternarios; las depresiones fueron el área preferencial de descenso de las aguas, con material retrabajado y permeable, que debían llegar en forma perpendicular al río San Cristóbal, siguiendo aproximadamente la dirección de las calles del barrio.

Aunque el método no permite con los sondeos realizados determinar el ancho de los cauces, si se puede suponer que al cortar la quebrada La Pichosa dichos depósitos permeables por haberse desplazado su recorrido artificialmente hacia el Norte, esté enviando, una parte importante de su caudal por estos niveles acuíferos en dirección de Gran Colombia.

7.2 ESTUDIO GEOTECNICO

7.2.1 Generalidades

El estudio geotécnico de las zonas inestables en los barrios Gran Colombia, El Triángulo, Ramajal y Corinto se ^{llevó} a cabo considerando las particularidades de cada una de las zonas, teniendo como objetivo el análisis de estabilidad de la respectiva masa deslizante. Con tal fin, los estudios se encaminaron fundamentalmente para determinar las causas de la inestabilidad, la profundidad y características de la superficie de falla y las propiedades de los materiales involucrados en el movimiento. Las propiedades físico-mecánicas de los suelos fueron determinadas por análisis en el laboratorio y la superficie de falla lo mismo que los niveles de agua subterránea se conocieron con ayuda de perforaciones.

A continuación se describen los estudios realizados para cada una de las zonas consideradas.

7.2.2. Barrio Gran Colombia

De las cuatro zonas inestables esta es la que mayor importancia posee, pues allí la población afectada es relativamente grande y la masa deslizante es la mayor entre las cuatro zonas. Por tal motivo, los estudios llevados a cabo en el barrio Gran Colombia fueron los más amplios y completos, conociéndose de esta forma la magnitud y gravedad del problema para poder formular las soluciones más adecuadas.

a. Reconocimiento del terreno.

En las visitas realizadas al barrio Gran Colombia, el cual esta construido en su totalidad en la zona inestable, se detectaron varias coronas de deslizamientos en un área aproximada de cinco hectáreas. Como se puede observar en el plano de Geología Detallada, la zona inestable está limitada al NW-SW-SE por escarpes de deslizamiento y al NE por el río San Cristobal.

Las coronas de deslizamiento aparecidas por efecto de los desplazamientos forman, unos taludes verticales de 1 a 5 m. de altura, estando constituidos por bloques, piedras, gravas y gravillas no seleccionadas en una matriz areno-arcillosa. Este material yace sobre arcillolitas que afloran en el lecho del río San Cristobal en la cota 2.723 aproximadamente y en algunos sitios de la parte alta.

En el contacto con el coluvión las arcillolitas se encuentran alteradas, húmedas y en algunas partes saturadas, lo que indica que esta puede ser la superficie de deslizamiento principal.

En todo el cuerpo deslizante se aprecian numerosos afloramientos de agua localizados como se observa en la Figura 7-8, con lo que se puede constatar el saturamiento avanzado del suelo y cercanía del nivel freático.

idem
Todo el Barrio Gran Colombia se encuentra fundado sobre un material coluvial compuesto por bloques y gravas en una matriz areno-arcillosa. El terreno presenta numerosas grietas y en general las casas están afectadas por agrietamientos de magnitudes muy variables.

*C.A.
J.E.P.*
Dado que el tiempo para realizar el presente estudio es de solo dos meses, cuando se vió la necesidad de implementar un sistema de instrumentación para apreciar la dirección, magnitud y periodicidad de los movimientos, ya había transcurrido casi un mes, por lo tanto, se consideró que en un lapso tan corto no se irían a obtener resultados, máxime si la época era de "verano", en la cual por lo general los movimientos se estancan o se hacen demasiado lentos. Sin embargo mediante la observación minuciosa de grietas y basculamientos se pudo deducir que la dirección del deslizamiento es aproximadamente de Sur, a Norte, por lo tanto, no es perpendicular al eje del río, sino que lleva una desviación hacia abajo de cerca de 30°.

C.A.
Según testimonio de los fundadores del barrio, las primeras casas se establecieron en 1961 y para esa época no se detectaban movimientos. Cuando se construyó la vía de arriba (Diagonal 10a Sur) que es donde está la corona principal de deslizamientos, fué cuando se detectó el movimiento, pero este se aceleró cuando se instaló el Acueducto o sea aproximadamente en 1974. Por otra parte la vía al Delirio, paralela

al río fue destruída por una creciente del San Cristobal en 1971, posteriormente se rehizo en 1977, pero de inmediato se cubrió por los materiales que bajaban del barrio. En 1977 con un buldozer del ejército se trató de habilitar nuevamente la vía, operación que fué catastrófica, por que al quitarle sustentación a la parte baja, el movimiento se aceleró.

Con base en la observación de la secuencia de fotos desde 1960 y con referencia al escarpe mayor de la corona principal del deslizamiento, se calculó que el asentamiento es de 0.18 m/año. Según esta magnitud, empleando la clasificación dada por Schuzter-Krisek, el deslizamiento se desplaza con una velocidad denominada como lenta.

Como es bien conocido, en nuestro país la velocidad de desplazamiento de las zonas inestables es mayor durante los períodos de invierno. En períodos de verano las zonas de deslizamiento tienden a estabilizarse o incluso no manifiestan movimiento. En el Barrio Gran Colombia ocurre el mismo fenómeno y según lo manifiestan los habitantes, las grietas progresan significativamente en invierno, observándose en verano pequeños o insignificativos progresos de los agrietamientos.

Como se pudo establecer del levantamiento de manantiales en todo el talud inestable afloran ahora en verano 32 manantiales con caudales desde saturación hasta 0.061 l./sg. (Ver Cuadro 4/15)

Es probable que en invierno la cantidad y caudales de los manantiales aumenten. La presencia de una cantidad tan

idem
alta de manantiales da idea sobre el perjuicio que las aguas subterráneas le están haciendo a la estabilidad del talud, pues según se ve, el nivel freático es alto y las arcillas de la superficie de deslizamiento se encuentran en estado saturado.

idem
En la parte alta del barrio se observan dos zonas pantanosas (Ver Figura 7-8). La primera zona pantanosa se encuentra sobre la cota 2.790, observándose que una parte se ha secado ahora en verano, pero todavía hay una extensión saturada hacia arriba.

idem
La otra zona pantanosa se encuentra relacionada con la quebrada La Pichosa y se localiza en la cota 2.767.

idem
Como se observa en la Figura 7-8, hacia los extremos del deslizamiento, cerca de la márgen izquierda del río San Cristobal se presentan también dos zonas pantanosas.

idem
El río San Cristobal, que pasa por la parte inferior de la zona inestable, fluye con dirección NW, apreciándose que en la parte alta el lecho se encuentra en coluvión y en la parte baja es arcillolita meteorizada (Guaduas), lo que indica que en este sector el río está circulando aproximadamente en el contacto coluvión-arcillolita. CA

b. Perforaciones, barrenos y apiques.

Para definición del espesor de coluvión, estudio de características del material, determinación de niveles permeables dentro de la masa y posibles superficies de deslizamiento, se ejecutaron tres perforaciones con taladro (PT-1, PT-2, PT-3) localizados como se muestra en la Figura 7-8.

Además de esto en la zona pantanosa de la parte superior y la quebrada La Pichosa se ejecutaron seis barrenos manuales con profundidades hasta de 3.0 m. (BP-1, BP-2, BP-3, BP-4, BP-5, BP-6). También se levantó un apique (AP-1).

Con base en la información obtenida se elaboraron seis perfiles geológicos, donde están indicadas las unidades geológicas del suelo, litología, posición de niveles de suelos saturados, nivel freático encontrado, probable superficie de deslizamiento principal y deslizamientos locales en la zona. Así mismo se indican los manantiales que afloran en el área. (Ver Figuras 7-9 a 7-14).

De acuerdo con los perfiles geológicos y principalmente los que pasan por las perforaciones ejecutadas se pudieron obtener una serie de deducciones que ayudaron a comprender el fenómeno que se está presentando.

En primer término se pudo ver claramente que en el coluvión que yace sobre la arcillolita se presentan niveles con diferente contenido de arcilla. En aquellos niveles donde el contenido de material granular es mayor se presenta a la vez un alto contenido de agua, encontrándose el suelo en estado saturado e incluso semilíquido. En las tres perforaciones ejecutadas con taladro se lograron detectar en el coluvión dos zonas de alta saturación. La primera zona se localiza a una profundidad de tres a cuatro metros y su espesor varía entre 1 y 1.5 m.. Esta zona se constituye en el cauce subterráneo que alimenta algunos manantiales, como se puede apreciar en los perfiles geológicos dibujados. Luego de la zona anteriormente descrita se capta un nivel arcilloso más impermeable con humedad media.

idem
A profundidades que varían entre 6 y 10.5 m. en las perforaciones Nos. PT-2 y PT-3 y entre 6 y más de 13.5 m. en la perforación PT-1 se captó la segunda zona de saturación con contenidos de agua tales, que en sitios el material se presenta semilíquido. Según los perfiles, esta zona aflora en superficie en la parte baja del talud, en las cercanías del río San Cristobal y se manifiesta con las zonas pantanosas y los numerosos manantiales que afloran en este sector del deslizamiento.

idem
Según se desprende de los sondeos geoeléctricos, las peores condiciones del terreno se encuentran a profundidades que varían entre 5 y 10 m. coincidiendo con la segunda zona de saturación encontrada con las perforaciones.

idem
De todo lo anterior se dedujo que la superficie de falla principal está relacionada con la segunda zona de saturación encontrada, la cual se halla en la parte inferior del coluvión, haciendo contacto con el nivel de arcillolitas alteradas (Guaduas). *AS.*

idem
En las perforaciones efectuadas se captó que el mayor espesor de coluvión, incluyendo la parte más alterada de la arcillolita, (más de 13.5 m.) estaba en la perforación PT-1 y el menor espesor (10.5 m.) se encontró en las perforaciones PT-2 y PT-3 lo que indica que los espesores mayores de este material se ubican en la parte baja hacia el extremo Nor-oeste del deslizamiento. De acuerdo con esto, es posible que los mayores desplazamientos de la masa ocurran en el extremo indicado, con dirección hacia el río.

Los niveles de agua medidos en las perforaciones son relativamente altos, lo que da idea sobre la influencia negativa

de las aguas subterráneas en la estabilidad del talud.

idem
En cuanto a los barrenos ejecutados en la parte superior, en las márgenes de la zona pantanosa del Sur, se puede decir que éstos pusieron en evidencia que los espesores de coluvión disminuyen sustancialmente en este sector. Los mayores espesores de coluvión en esta zona se ubican en el lecho de la quebrada, los cuales por proyección de perfiles, deben tener espesores inferiores a 3.0 m.

idem
En estas condiciones, la principal fuente de recarga de las aguas subterráneas que circulan por la zona inestable es la Quebrada La Pichosa, pero no se pueden despreciar, y en invierno pueden ser sustanciales, las aguas subterráneas que se producen por infiltración de lluvia en zonas aledañas al cauce y que circulan desde la parte alta por las zonas más permeables del coluvión.

idem
En los anexos se presentan los registros de todas las perforaciones, barrenos y apiques, lo mismo que los perfiles geotécnicos obtenidos.

c. Muestras y ensayos.

Con el fin de conocer las propiedades de los materiales que intervienen en el fenómeno del deslizamiento se llevó a cabo un programa de toma de muestras y análisis de laboratorio, tal como se indica enseguida:

Perforación No.	Muestra No.	Intervalo de profundidad	Descripción
PT-2	1	2.2 - 4.0 m.	Arcilla griz azulosa, poco humeda, plasticidad media con gravas.
PT-2	2	4.4 - 5.8 m.	Arcilla café oscura, plástica con grava y arena.
PT-2	3	12.0 -16.8 m.	Arcilla gris con manchas de oxidación moradas, dura, poco húmeda.
PT-3	4	9.0 -10.0 m.	Arena arcillosa carnemita con grava fina.

Para estas muestras se programaron y ejecutaron en el laboratorio los siguientes ensayos:

- Límites de Atterberg
- Granulometría
- Humedad natural
- Peso unitario en estado natural, seco y saturado
- Peso específico
- Compresión triaxial drenado, en muestras saturadas durante 24 horas.

Con los ensayos de laboratorio se lograron obtener todos los parámetros requeridos para clasificar el material y llevar adelante los cálculos de estabilidad necesarios. Un resumen de todas las características obtenidas se pre-

sentan en el Cuadro 7/1. Los formatos de laboratorio se presentan en el Anexo.

Se decidió hacer los ensayos de compresión triaxial en estado saturado para similarlo con la superficie de falla, pues esta se encuentra en estado saturado.

Con los resultados obtenidos en el laboratorio se construyeron los gráficos de esfuerzo-deformación y círculos de Mohr.

La muestra No.2 no fué posible ensayarla debido a que se desintegró y no fué fácil obtener los núcleos con las medidas requeridas.

Según los gráficos, la cohesión del material presenta magnitudes entre 0.12 - 0.17 kg/cm². y el ángulo de fricción interna toma valores entre 13 y 16°, mostrando consistencia aceptable.

Para efectos de cálculo de estabilidad se toman los resultados más desfavorables, con los valores de 0.12 kg/cm² para la cohesión y 13° para el ángulo de fricción interna.

El valor de resistencia al corte de la arcilla estudiada está dado por la relación :

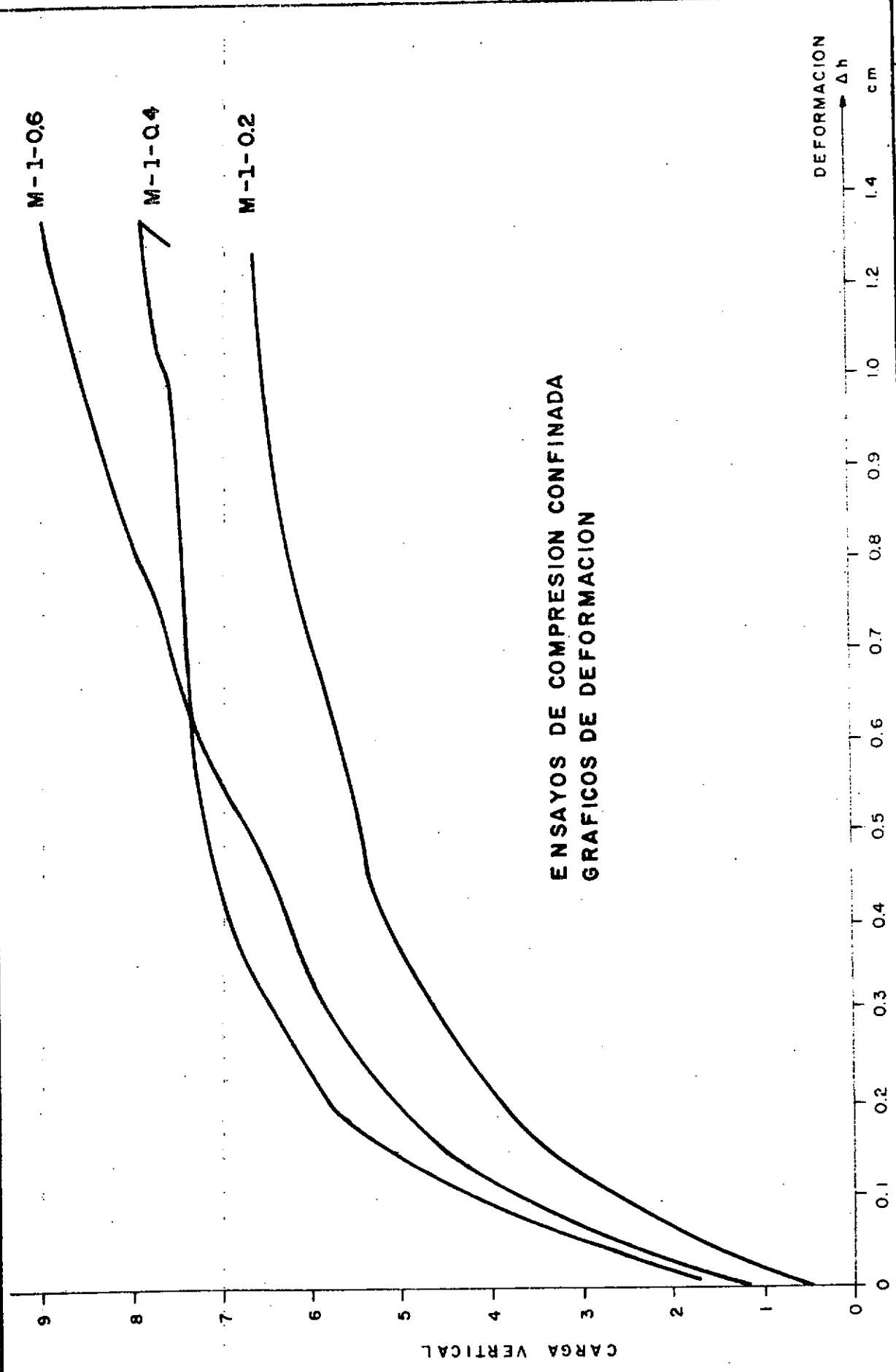
$$\tau = c + \sigma_n \text{ Tan. } \phi$$

Dado que el peso unitario saturado es ligeramente superior al peso unitario natural, se emplea en los cálculos el peso unitario saturado $\gamma = 1.78 \text{ T/m}^3$ que es el promedio de los ensayos.

idem

CUADRO 7/1
BARRIO GRAN COLOMBIA
RESUMEN DE PROPIEDADES DEL SUELO

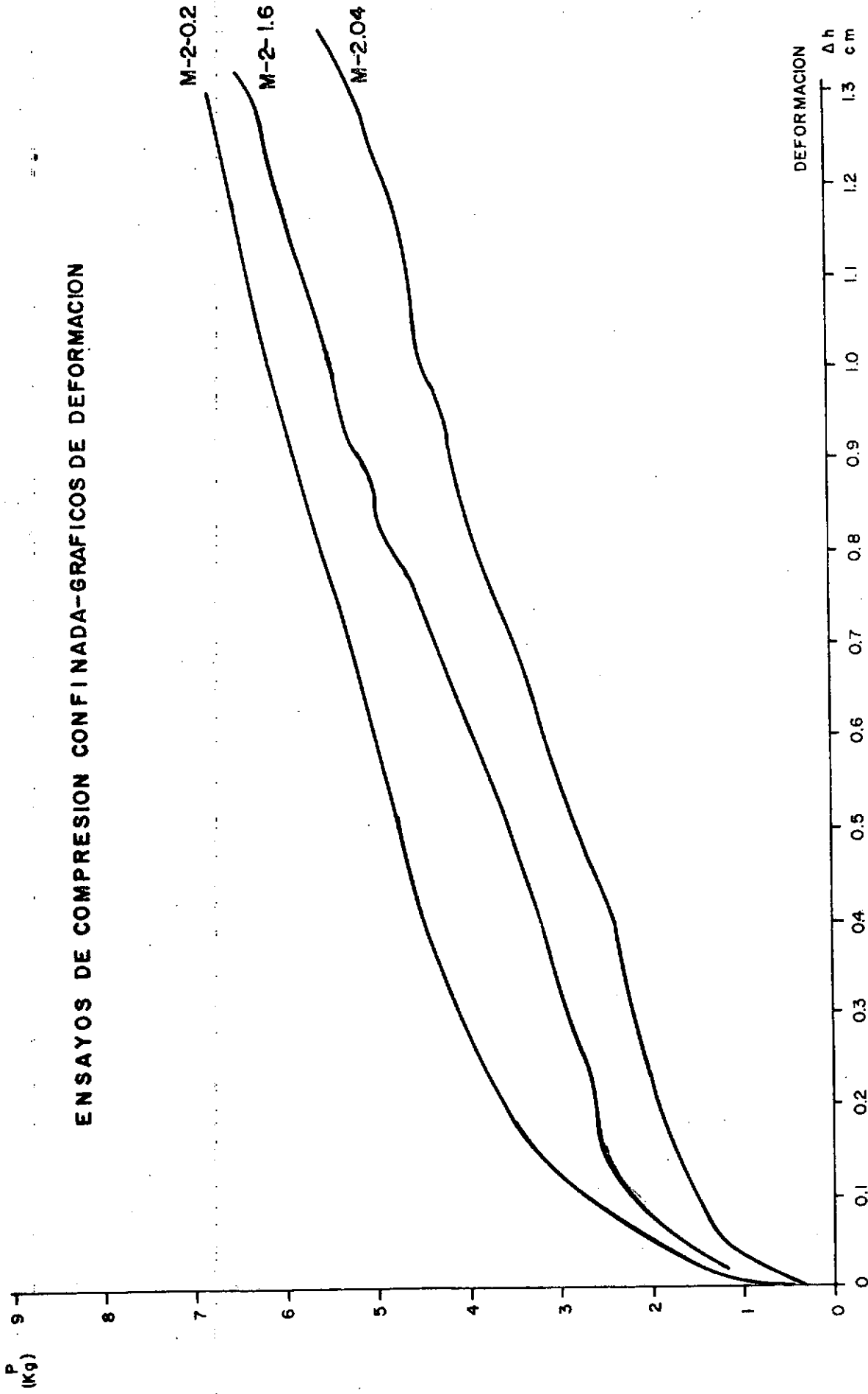
Muestra No.	Clasificación	Humedad Natural W_n (%)	Límites de Atterberg (%)		Índice de Fluidez (%)	Grado de Saturación (%)	Relación de vacíos e	Porosidad n (%)	Peso unitario γ /m ³		Peso Específico γ_s T/m ³	Estado Cohesión kg/cm ²	Saturado. Angulo de fricción ϕ		
			WL	WP					IP	Natur.				Seco	
1	CL	22	40.7	19.7	21.0	0.11	54	1.1	52	1.71	1.28	1.73	2.70	0.17	16°
2	CL	24.4	37.2	21.4	15.8	0.19	66	0.98	49	1.54	1.85	2.64	2.64	-	-
3	CL	12.4	33.1	19.0	15.8	0	31	1.14	53	1.79	1.33	1.77	2.84	0.12	13°
4	SM	-	31.1	27.1	4	-	SE	HIZO	EL	ANALISIS	GRANULOMETRICO				



ENSAYOS DE COMPRESION CONFINADA
 GRAFICOS DE DEFORMACION

DISTRITO ESPECIAL DE BOGOTA SECRETARIA DE OBRAS PUBLICAS		ESTUDIO GEOLOGICO Y GEOTECNICO DEL BARRIO GRAN COLOMBIA	FIG. 7.15
		MUESTRA Nº 1	

ENSAYOS DE COMPRESION CONFINADA--GRAFICOS DE DEFORMACION

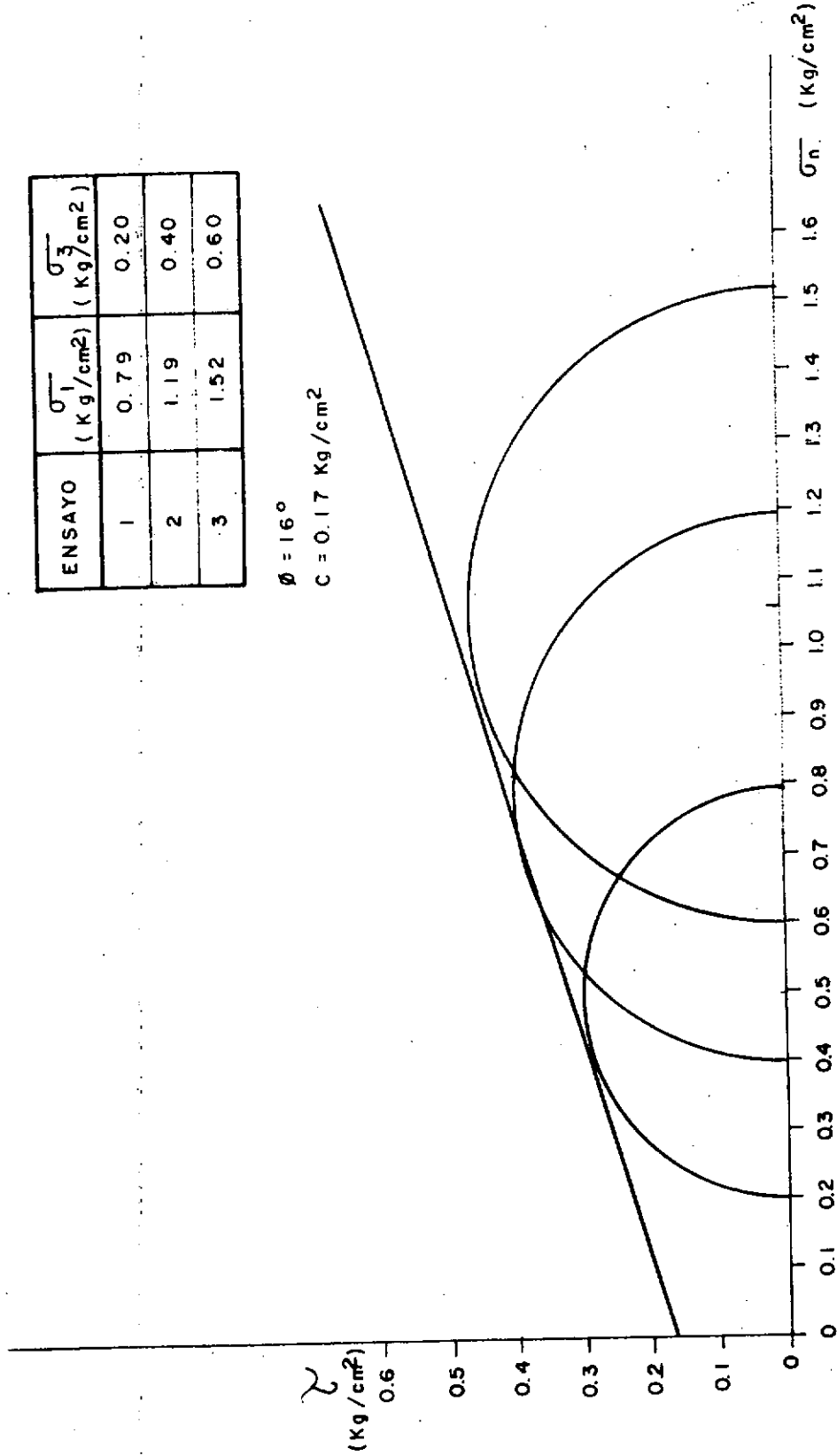


DISTRITO ESPECIAL DE BOGOTA SECRETARIA DE OBRAS PUBLICAS		ESTUDIO GEOLOGICO Y GEOTECNICO DEL BARRIO GRAN COLOMBIA	FIG. 7.16
		MUESTRA N° 3	

CIRCULOS DE MOHR
PERFORACION PT-2. INTERVALO 2.20-4.00 m.

ENSAYO	σ_1 (Kg/cm ²)	σ_3 (Kg/cm ²)
1	0.79	0.20
2	1.19	0.40
3	1.52	0.60

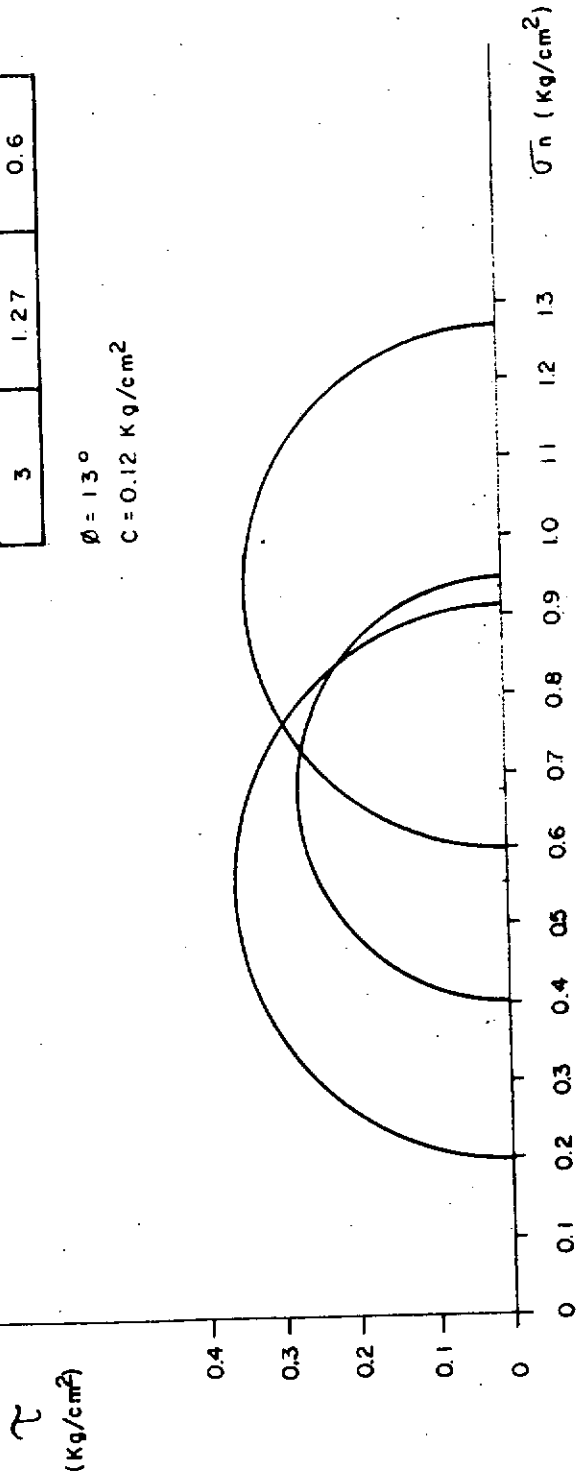
$\phi = 16^\circ$
 $C = 0.17 \text{ Kg/cm}^2$



CIRCULOS DE MOHR
 PERFORACION PT-2. INTERVALO 12.00 - 16.80 m.

ENSAYO	σ_1 (Kg/cm ²)	σ_3 (Kg/cm ²)
1	0.91	0.2
2	0.95	0.4
3	1.27	0.6

$\phi = 13^\circ$
 $C = 0.12 \text{ Kg/cm}^2$



DISTRITO ESPECIAL DE BOGOTÁ
 SECRETARIA DE OBRAS PUBLICAS



ESTUDIO GEOLOGICO Y GEOTECNICO
 DEL BARRIO GRAN COLOMBIA

MUESTRA Nº 3

FIG.

7.18

c.A. Se tuvo muy en cuenta la serie de aforos de cuadales realizados en la quebrada La Pichosa, Cuadro 4/14 del Capítulo IV de Hidrología, mediante los cuales se detectó un escape o infiltración de aguas entre los puntos 2 y 1 o sea en el codo que forma dicha quebrada en la parte alta del barrio.

c.A. En verano la fuga es de 1 l./sg., volumen que disminuye cuando se inician las lluvias.

id. Se consideraron también los datos de nivel freático medidos en los piezómetros dejados en las tres perforaciones realizadas en el Barrio Gran Colombia, ya que desde Marzo, época de pleno verano, fue subiendo el nivel en los tres piezómetros a medida que se presentaron las esporádicas lluvias de Abril.

d. Análisis de Estabilidad.

Dadas las condiciones que presenta la zona inestable y considerando los perfiles geotécnicos levantados, es muy probable que la superficie de falla tenga forma plana y por tal motivo para el análisis de estabilidad se toma el esquema de cálculo mostrado en la Figura 7-19. ← 0/10

id. Considerando los valores de C y ϕ obtenidos en el laboratorio, en el Cuadro 7/2 se presentan el resumen de cálculos de estabilidad para las condiciones actuales del talud. De acuerdo con estos resultados, el talud en las condiciones actuales tiene un factor de seguridad superior a 1.0 pero inferior a 1.5 que es el valor aceptable para estabilidad de un talud en sector de vivienda.

id. Perfil necesario para poder hacer figura 7-19.

CUADRO 7/2
BARRIO GRAN COLOMBIA
ANALISIS DE ESTABILIDAD POR PERFIL 3-1
(CONDICIONES ACTUALES)

Dovela No.	l m	V m ³	W Ton	W Sen α Ton	h m	σ_v T/m ²	hw m	σ_w T/m ²	σ'_v T/m ²	σ'_n T/m ²	τ T/m ²	S Ton
1	18	92	164	126	7.5	13.3	3.0	3.0	10.3	6.6	2.7	49
2	10	95	169	24	10.5	18.7	6.0	6.0	12.7	12.6	4.1	41
3	45	473	842	117	10.5	18.7	7.0	7.0	11.7	11.6	3.9	175
4	20	260	463	64	13.5	24.0	10.0	10.0	14.0	13.9	4.4	88
5	25	362	644	90	15.0	26.7	10.0	10.0	16.7	16.5	5.0	125
6	50	700	1.246	173	14.5	25.8	11.5	11.5	14.3	14.2	4.5	225
7	25	338	602	84	13.5	24.0	10.0	10.0	14.0	13.9	4.4	110
8	30	255	454	63	8.0	14.2	5.5	5.5	8.7	8.6	3.2	96
9	20	80	142	20	4.5	8.0	4.5	4.5	3.5	3.5	2.0	40
10	25	30	53	7	2.0	3.6	2.0	2.0	1.6	1.6	1.6	40
Σ												989

$C = 1.2 \text{ T/m}^2$, $\phi = 13^\circ$, $\gamma = 1.78 \text{ T/m}^3$, $\alpha = 8^\circ$, En la dovela 1 $\alpha = 50^\circ$

$$FS = \frac{989}{768} = 1.29$$

En periodo de invierno el nivel freático debe aumentar y debe localizarse en las cercanías de la superficie, aumentando de tal forma la presión de poros en la superficie de falla y disminuyendo la resistencia al corte del terreno. En estas condiciones en el Cuadro 7/3 se hace el análisis de estabilidad encontrándose que el factor de seguridad disminuye hasta 1.06, valor este inaceptable para cualquier talud, pues teniendo en cuenta los grados de incertidumbre que existen tanto en las pruebas de laboratorio como en los cálculos, es muy probable que se presenten en cualquier momento situaciones de desequilibrio que hacen fallar el terreno y ponen en movimiento la masa. Esta situación es clara en este talud por las manifestaciones que presenta.

Como se observa en los cálculos, un factor determinante en la estabilidad de la masa es proporcionado por las variaciones del nivel freático. Si el nivel aumenta el talud tiende a ser inestable y si este disminuye el talud tiende a estabilizarse. En estas condiciones, un control adecuado del nivel de aguas subterráneas puede proporcionar estabilidad aceptable a la masa.

En el Cuadro 7/4, se hacen los cálculos de estabilidad para el caso en que se logre disminuir el nivel en 4.0 m. con respecto al nivel que actualmente se observa. Según los resultados obtenidos, con esta disminución del nivel freático el factor de seguridad aumenta hasta 1.56, valor aceptable para el talud en cuestión.

Las medidas de estabilización en este caso pueden consistir en impedimentos de entrada del agua al talud, en la parte alta o medidas de contención, en la parte baja. Dada la

CUADRO 7/3
 BARRIO GRAN COLOMBIA
 ANALISIS DE ESTABILIDAD POR PERFIL 3-1
 (CASO EN QUE EL NIVEL DE AGUA SUBTERRANEA
 ESTA A NIVEL CON EL TERRENO)

Dovela No.	l m	V m ³	W Ton	W Senα Ton	h m	σ _v T/m ²	σ _w T/m ²	σ _v T/m ²	σ _w T/m ²	σ _v T/m ²	σ _w T/m ²	σ _v T/m ²	σ _w T/m ²	τ T/m ²	S Ton
1	18	92	164	126	7.5	13.3	7.5	5.8	3.7	2.0	36				
2	10	95	169	24	10.5	18.7	10.5	8.2	8.1	3.1	31				
3	45	473	842	117	10.5	18.7	10.5	8.2	8.1	3.1	139				
4	20	260	463	64	13.5	24.0	13.5	10.5	10.4	3.6	72				
5	25	362	644	90	15.0	26.7	15.0	11.7	11.6	3.9	97				
6	50	700	1.246	173	14.5	25.8	14.5	11.3	11.2	3.8	190				
7	25	338	602	84	13.5	24.0	13.5	10.5	10.4	3.6	90				
8	30	255	454	63	8.0	14.2	8.0	6.2	6.1	2.6	78				
9	20	80	142	20	4.5	8.0	4.5	3.5	3.5	2.0	40				
10	25	30	53	7	2.0	3.6	2.0	1.6	1.6	1.6	40				
Σ				768							813				

$C = 1.2 \text{ T/m}^2$, $\theta = 13^\circ$, $\gamma = 1.78 \text{ T/m}^3$, $\alpha = 8^\circ$. En la dovela 1 $\alpha = 50^\circ$

$FS = \frac{813}{768} = 1.06$

CUADRO 7/4

BARRIO GRAN COLOMBIA

ANALISIS DE ESTABILIDAD POR PERFIL 3-1

(CASO EN QUE EL NIVEL DE AGUA SUBTERRANEA DISMINUYE EN 4 m. CON RESPECTO AL NIVEL ACTUAL)

Dovela No.	l m	V m ³	W Ton	W Senα Ton	h m	σ _v T/m ²	σ _w T/m ²	σ _{v'} T/m ²	σ _{h'} T/m ²	τ T/m ²	S Ton
1	18	92	164	126	7.5	13.3	1.0	12.3	7.9	3.0	54
2	10	95	169	24	10.5	18.7	2.0	16.7	16.5	5.0	50
3	45	473	842	117	10.5	18.7	3.0	15.7	15.5	4.8	216
4	20	260	463	64	13.5	24.0	6.0	18.0	17.8	5.3	106
5	25	362	644	90	15.0	26.7	6.0	20.7	20.5	5.9	147
6	50	700	1.246	173	14.5	25.8	7.5	18.3	18.1	5.4	270
7	25	338	602	84	13.5	24.0	6.0	18.0	17.8	5.3	132
8	30	255	454	63	8.0	14.2	1.5	12.7	12.6	4.1	123
9	20	80	142	20	4.5	8.0	0.5	7.5	7.4	2.9	58
10	25	30	53	7	2.0	3.6	1.0	2.6	2.6	1.8	45
Σ											1.201

768

$C = 1.2 \text{ T/m}^2$, $\theta = 13^\circ$, $\gamma = 1.78 \text{ T/m}^3$, $\alpha = 8^\circ$ En la dovola $1\alpha = 50^\circ$

$FS = \frac{1.201}{768} = 1.56$

magnitud de la masa en movimiento y las fuerzas que desarrolla, ninguna medida de contención en la parte baja podría servir para estabilizar la zona inestable.

En estas condiciones, las obras más apropiadas para estabilizar la masa deben ser las tendientes a impedir que haya flujo de agua, hacia la zona inestable.

Si se evita el flujo de agua subterráneo, las zonas que actualmente se encuentran en estado saturado o semilíquido dentro de la masa en movimiento y principalmente la zona de la superficie de falla, disminuyen sustancialmente su humedad y las características físico-mecánicas del material se modifican, aumentando la resistencia al corte de la arcilla, en razón a que la cohesión "c" y el ángulo de fricción ϕ aumentan.

Además de esto con la captación en la parte alta de aguas subterráneas y superficiales el nivel freático en la masa inestable debe disminuir contribuyendo en esta forma a aumentar los factores de seguridad del talud.

d. Obras

Tomando en consideración los estudios geotécnicos realizados, las obras más adecuadas deben estar dirigidas a captar las aguas subterráneas y superficiales en la zona de la quebrada La Pichosa.

Dado que según las proyecciones hechas en los perfiles geológicos, los espesores de coluvión son pequeños en la parte alta, en el valle que forma la quebrada La Pichosa

se puede llegar hasta la arcilla alterada de la Formación Guaduas con una excavación en forma de canal, interceptando de esta manera el flujo de aguas subterráneas que puedan circular por el coluvión y encausándolas por un canal revestido por donde a su vez va a circular la quebrada.

Es decir que con el canal revestido en concreto se evita la percolación de aguas de la quebrada La Pichosa, se interceptan la mayoría de los flujos de agua subterránea que puedan estar circulando por el coluvión y se captan las aguas de escorrentía que en época de invierno van a caer a la masa inestable.

Con una profundidad de canal máxima de 4.0 m. se cumple el propósito planteado, revistiendo las paredes hasta una altura de 0.70 m. con el fin de alojar los máximos caudales de la quebrada y dejando el resto de altura sin revestir para que la pared izquierda del talud pueda captar las aguas subterráneas y estas fluyan al canal revestido.

En el plano No.1 adjunto (Figura 7-20) se presenta el diseño del canal, para el que es necesario excavar 2.794 m^3 y se deben emplear 56.81 m^3 de concreto de 3.000 psi y 58.87 m^3 de mezcla asfáltica con arena para las juntas.

Conjuntamente con el canal de drenaje se debe construir un sistema de canales en el Barrio Gran Colombia para captar las aguas lluvias y conducir las ordenadamente al río San Cristobal, evitando percolaciones de agua hacia el interior de la masa inestable. El diseño de este sistema se presenta en el Plano No.2 adjunto (Figura 7-21), pero sus detalles de construcción se hallan en el Plano No.1.

Puesto que en el barrio se observan coronas de deslizamiento abiertas, se debe emprender un trabajo de sellamiento de grietas con arcilla compactada para impermeabilizarlas y evitar percolación de agua por éstos sitios.

7.3 RECOMENDACIONES ADICIONALES

7.3.1 Instrumentación y medición de niveles freáticos

Dado que los niveles de peligro en los movimientos de un talud se establecen con base en la magnitud de los desplazamientos, es de urgente necesidad el establecimiento de un sistema de instrumentación topográfica, con ayuda del cual se deben elaborar gráficas que caractericen el comportamiento de la masa.

Con el sistema de instrumentación se pueden conocer los ciclos del movimiento y se pueden calificar los efectos de las obras de estabilización.

También es necesario continuar el registro y gráficas sobre los niveles de agua medidos en los piezómetros instalados.

Tanto la instrumentación topográfica como la medición de niveles piezométricos deben realizarse periódicamente y durante un tiempo de varios años.

Puesto que los efectos de las obras de estabilización no son instantáneos y de otro lado, las disminuciones del nivel freático pueden producir asentamientos del terreno, es probable que la completa estabilización ocurra una vez sucedan los acomodamientos del terreno, situación esta que puede prolongarse en el lapso de un invierno y un verano. Esto se puede establecer concretamente con los resultados de la instrumentación.

Dentro de las medidas de control también debe realizarse el aforo periódico de los manantiales establecidos.

7.3.2 Control de escapes en acueducto

idea
Teniendo en cuenta que debido a los asentamientos y desplazamientos que suceden hasta cuando las obras proyectadas produzcan los efectos de estabilización deseados, las tuberías de aguas tanto de acueducto como de alcantarillado sufren rupturas que perjudican notoriamente el estado hidrogeológico del talud. Por tal motivo toda red de conducción de aguas construida antes de la estabilización de la masa debe ejecutarse con tubería flexible y no con tubería rígida.

C.A.
Es de imperiosa necesidad que la Empresa de Acueducto y Alcantarillado de Bogotá inicie una revisión total de la red de acueducto del barrio Gran Colombia, puesto que existen escapes que contribuyen a la inestabilidad del terreno.

7.3.3 Alcantarillado en el barrio Aguas Claras

C.A.
Como en el análisis hidrogeológico se determinó que los mayores aportes de agua de infiltración son producidos por la quebrada La Pichosa, inicialmente se consideró como una muy buena posibilidad la de desviar las aguas de esta quebrada en la parte alta (frente a la Laguna de la Cuchilla Moore) hacia la quebrada La Marranera, lo cual implica la construcción de un canal de desviación de solo 350 m., obra con la cual se beneficiarían además los barrios Montecarlo y El Pilar.

Esta posibilidad se desechó principalmente por que en la parte intermedia entre el sitio del canal de desviación y el barrio Gran Colombia se encuentran los desagües de aguas negras.

CA y de lluvias del barrio Aguas Claras, los cuales evacuan en forma desordenada algo más de 1 l./sg. a la quebrada La Pichosa. Es posible que desde este barrio haya filtraciones puesto que allí también se encuentra parte del coluvión.

CA Por lo anterior es necesario construirle el alcantarillado de aguas negras y de lluvias del barrio Aguas Claras con lo cual se protege el cauce de la quebrada y se pueden controlar sus caudales.

7.3.4 Elevación del fondo del lecho del río San Cristobal

CA El río San Cristobal por ser un torrente y por encontrar materiales que puede socavar como son el coluvión en la parte alta del barrio y las arcillolitas del ^{Cuadras} Guadalupe, está profundizando su cauce frente al barrio, lo cual es perjudicial, puesto que contribuye a la formación de un vacío lateral el cual a su vez coadyuva al movimiento del depósito.

CA Para controlar la socavación se recomienda la construcción de algunos diques transversales de fondo, tal como se muestran en el mapa geomorfológico (Figura 7-7), los cuales no solamente detienen la socavación del fondo sino que elevan el nivel de fondo del río, orientándolo además para que no haya socavación lateral del lecho.

CA Debido a que estos diques transversales se deben construir en concreto y no en gaviones su costo es muy alto, motivo por el cual en este estudio se dan como una recomendación adicional.

7.3.5 Revegetalización

Una vez que se hayan realizado las obras aquí recomendadas se debe dejar que transcurra una época de sequía y una de lluvias, para luego proceder a arreglar el talud de la parte baja del barrio cerca al río, peinandolo de tal forma que dé cierta uniformidad, para proceder luego a revegetalizarlo con pasto kikuyo y adornándolo con plantas arbustivas de las enumeradas en el capítulo IV numeral 4.5.3 y 4.5.4, tales como Duraznillo, Chaque, Arrayan, Laurel, Romero, Turno rojo, Angelito y Retamos.

La vía de la parte baja se deberá arreglar y dejarla solo peatonal, limpiando los bordes del cauce del río y adornándolos con la misma vegetación.

Por ningún motivo se deberán dejar construir casas ni el talud, ni cerca de esta vía. Toda esta área deberá ser una zona verde o parque del barrio.

7.4 CANTIDADES DE OBRA Y COSTOS

El costo total de las obras es de \$9'077.899.00, discriminados como se indica en los Cuadros 7/5 y 7/6.

CUADRO 7/5
 BARRIO GRAN COLOMBIA
 CANTIDADES DE OBRA - EXCAVACION
 CANAL DE DRENAJE Y CANAL DE LA QUEBRADA LA PICHOSA

<u>Abscisa</u>	<u>Area (m²)</u>	<u>Volumen (m³)</u>	
K0 + 000	4.59	69.7	
K0 + 020	2.38	118.0	
K0 + 040	9.42	158.0	
K0 + 060	6.38	109.4	
K0 + 080	4.56	67.8	
K0 + 100	2.22	38.3	
K0 + 120	1.61	72.7	CANAL PRINCIPAL DE
K0 + 140	5.66	278.1	
K0 + 160	22.15	387.9	DRENAJE
K0 + 180	16.64	374.2	
K0 + 200	20.78	407.0	
K0 + 220	19.92	270.2	
K0 + 240	7.10	118.5	
K0 + 260	4.75	118.5	
	Subtotal	2.469.8	
K0 + 112	1.54	68.3	
K0 + 130	6.05	108.9	
K0 + 140	15.73	146.7	
	Subtotal	323.9	

CUADRO 7/6
 BARRIO GRAN COLOMBIA
 PRESUPUESTO Y CANTIDADES DE OBRA

<u>ITEM</u>	<u>DESCRIPCION</u>	<u>UNIDAD</u>	<u>CANTIDAD</u>	<u>VR. UNIT.</u>	<u>VR. TOTAL</u>
1	Concreto de 3.000 P.S.I para canales de drenaje y quebrada La Pichosa	m ³	67.53	\$35.000	\$2'363.550
2	Concreto de 3.000 P.S.I. para canal de recolección de aguas lluvias	m ³	64.76	35.000	2.226.600
3	Hierro para tapa de canal de recolección de aguas lluvias	kg.	507.01	318	161.229
4	Excavación a mano para canal de recolección de aguas lluvias	m ³	102.90	1.350	138.915
5	Excavación con retroexcavadora para canales de drenaje y quebrada La Pichosa.	m ³	2.793.70	1.485	4.147.605
				TOTAL...	\$9.077.899 =====

SON: NUEVE MILLONES SETENTA Y SIETE MIL OCHOCIENTOS NOVENTA Y NUEVE PESOS M/CTE.

BARRIO EL TRIANGULO

VIII. BARRIO EL TRIANGULO

La zona inestable del Barrio El Triángulo ocupa un área de aproximadamente 2.500 m², y afecta 6 o 7 lotes, donde antes se ubicaron viviendas pero que debido a las condiciones de inestabilidad varias de las casas fueron demolidas por sus habitantes, quedando ahora solo tres viviendas en peligro.

8.1 RECONOCIMIENTO DEL TERRENO

La zona inestable se caracteriza por presencia de agrietamientos y hundimientos en un material arcilloso con presencia de algunos bloques de arenisca blanda. La corona superior se localiza a unos 10 m. abajo de un afloramiento de roca constituida por arenisca (de la Formación Bogotá) y pasa por debajo de dos viviendas que se encuentran agrietadas. Hacia el norte la corona alcanza la carretera a Corinto afectándole parcialmente la banca.

En la parte inferior de la zona inestable se encuentran dos casas; una de ellas deshabitada y con agrietamientos y la otra construida con ladrillo sin agrietamientos de ninguna especie.

La casa agrietada de la parte inferior esta soportando la carga de material que se desliza y la no agrietada no soporta esta carga porque periódicamente el propietario retira el material que pueda empujar la pared, dejando siempre un espacio entre la masa inestable y la casa.

Estas circunstancias indican que la superficie de deslizamiento no es profunda y en la parte baja se ubica en una cota superior a la cota de fundación de las viviendas. (Vease Mapa Geomorfológico en donde se aprecian todos los detalles mencionados).

La carretera a Corinto tiene una pendiente muy pronunciada y por allí en época de lluvias bajan cantidades significativas de agua, la cual desemboca completamente en la zona inestable, saturando el terreno y lubricando la superficie de falla.

Según los habitantes de la zona los movimientos se aceleran en los períodos de invierno.

8.2 BARRENOS Y APIQUES

Dado que la superficie de falla no es profunda se investigó la posición de esta con ayuda de barrenos o perforaciones manuales, localizados tal como se indica en el Plano No.2 (Figura 8-2). Además se realizó un apique en la parte baja.

Según los registros anexos de las perforaciones, la mayoría del material está constituido por arcilla con escasos bloques de arenisca blanda.

El apique se realizó en el talud reciente de una casa de la parte baja, con lo cual se comprobó que existe una arcillolita muy dura, sobre la cual hay una capa de material removido por reptación, pero que en la parte baja es muy angosta, de solo 0.80 cms.

En el barreno BT-1 ubicada en la parte baja se encontró a 1.5 m. de profundidad una arcilla blanda de alta plasticidad y húmeda, lo que probablemente constituye la superficie de deslizamiento. Por debajo de este nivel de arcilla blanda se encontró un nivel de arcilla semidura poco húmeda de las mismas características de la arcilla que hay en la fundación de las dos casas de la parte inferior.

En el barreno BT-2 no se encontró zona de superficie de falla ni se captó la arcilla gris clara semidura de la fundación de las casas inferiores. Debido a esto se presume que la superficie de falla en este lugar es más profunda de 1.8 m.

Con ayuda de los barrenos, el apique, los agrietamientos superiores y los límites inferiores del movimiento, se construyó el perfil geológico del deslizamiento tal como se indica en el mismo plano 3 (Figura 8-2).

Según este perfil, la masa deslizante es relativamente pequeña y superficial, siendo su volúmen aproximado de 1.500 m³.

8.3 MUESTRAS Y ENSAYOS

Para determinar las características del material se tomaron muestras de arcilla en los barrenos perforados BT-1 y BT-2.

La muestra No.1 se tomó a la profundidad de 0.8 - 0.95 m. del barreno BT-1 y la No.2 se tomó a 1.55 - 1.75 m. del mismo barreno en la arcilla estable. La muestra No.3 se tomó a 0.74 - 0.94 m. de profundidad en el barreno No.BT-2.

Los ensayos ejecutados en laboratorio a estas muestras fueron:

- Humedad natural
- Límites de Atteberg
- Peso específico
- Peso unitario seco, natural y saturado.

Los resultados de estos ensayos se encuentran resumidos en el Cuadro 8/1.

CUADRO 8/1
 BARRIO EL TRIANGULO
 RESULTADOS DE ENSAYOS DE LABORATORIO DE SUELOS

Muestra No. Items	BT-1-1	BT-1-2	BT-2-3
Profundidad (m)	0.8-095	1.55-1.75	0.74-0.94
Clasificación (USC)	CL	CL	CL
Humedad (%)	24.4	16.0	27.8
Límites de Atterberg			
- WL	35.9	40.6	47.3
- Wp	19.8	20.2	23.1
- Ip	16.1	20.4	24.2
Peso específico (T/m ³)	2.71	2.72	2.68
Peso unitario (T/m ³)			
- $\gamma_{nat.}$	1.80	1.73	1.78
- $\gamma_d.$	1.33	1.33	1.32
- $\gamma_{sat.}$	1.84	1.84	1.83
Indice de fluidez (IL)	0.29	0.00	0.19
Grado de saturación (%)	64	41	72
Relación de vacíos (e)	1.04	1.05	1.03
Porosidad (n, %)	51	51	51

Como se puede apreciar, la muestra No.2 tomada por debajo de la superficie de falla, presenta una humedad baja incluso inferior al límite plástico del material, en tanto que las tomadas por encima presentan humedades superiores al límite plástico. La baja humedad del estrato inferior indica el buen grado de resistencia de este y por tal motivo las casas inferiores no presentan problemas de estabilidad.

Es evidente que en período de invierno la zona inestable aumenta su grado de saturación debido a las lluvias y al flujo de agua procedente de la cerretera a Corinto y ocasionalmente de escapes en tuberías de Acueducto.

8.4 OBRAS DE ESTABILIDAD

Teniendo en cuenta que la profundidad de la superficie de falla es relativamente superficial y el volumen de tierra en movimiento es pequeño, la medida de estabilización más adecuada consiste en la remoción total de la masa inestable, botando dicho material en la margen izquierda de la quebrada El Triángulo, que baja de Corinto, localizada a una distancia aproximada de 200 m. de la zona inestable.

La remoción del material debe efectuarse en forma de terrazas, las cuales deben quedar construídas completamente en material firme, tal como se indica en el Plano No.2.

Las excavaciones abarcan toda la zona, dejando tres terrazas provistas de cunetas con desnivel hacia el canal perimetral en la forma como se indica en el Plano No.2.. El volumen de material a remover es de 1.675 m³.

Puesto que la corona de deslizamiento abarca también parte de la banca de la vía a Corinto, es necesario construir un muro de contención en concreto ciclópeo, fundándolo horizontalmente en terreno firme, con alturas variables de 3.20 m. en la parte alta hasta 1.80 m. en la parte baja. La longitud del muro es de 15.0 m. y su diseño se aprecia en el Plano No.3. (Fig.8-2).

Las obras se completan con un canal perimetral de drenaje, el cual capta las aguas que bajan por la vía Corinto y las conduce ordenadamente 100 m. más abajo para allí continuar por la misma vía. El diseño de esta obra se presenta en el Plano No.3.

8.5 CANTIDADES DE OBRA Y COSTOS.

El costo total de las obras es de \$4.461.525.00, discriminados como se indica en el Cuadro 8/2.

CUADRO 8/2
 BARRIO EL TRIANGULO
 PRESUPUESTO Y CANTIDADES DE OBRA

<u>ITEM</u>	<u>DESCRIPCION</u>	<u>UNIDAD</u>	<u>CANTIDAD</u>	<u>PRECIO UNITARIO</u>	<u>PRECIO TOTAL</u>
1	Excavación de terrazas incluyendo cuneta sin revestir	M3	1.676	\$ 1.300	\$2.178.800
2	Muro de contención en concreto ciclópeo	M3	63.4	31.400	1.990.760
3	Canal Perimetral de drenaje.				
-	Escavación a mano	M3	7.5	1.350	10.125
-	Concreto para canal de 3.000 P.S.I	M3	4.6	35.000	161.000
-	Hierro para tapa-reja de canal	Kg.	380.0	318	120.840
				TOTAL.....	\$4.461.525 =====

SON: CUATRO MILLONES CUATROCIENTOS SESENTA Y UN MIL QUINIENTOS
 VEINTICINCO PESOS M/CTE.

BARRIO CORINTO

IX. BARRIO CORINTO

9.1 ASPECTOS TECNICOS Y SOCIALES GENERALES

Situado sobre las capas inferiores de la Formación Bogotá, el Barrio Corinto es un asentamiento reciente localizado en la ladera de una montaña con pendientes muy pronunciadas. Las viviendas en este barrio que es de estrato económico muy bajo, son de cartón, tela asfáltica, madera, guaduas y zinc. La distribución urbana sigue las formas del relieve, dadas por los niveles paralelos de arenisca arcillosa friable que se intercalan dentro de las arcillolitas rojas y grises que se explotan al Occidente en la cantera El Juste y en la parte Sur la ladrillera Bacatá.

El Barrio Corinto, está compuesto por 17 manzanas separadas por tres "Carreras" que siguen los pequeños filos marcados por las capas más arenosas, y algunas pocas calles discontinuas, que por hallarse dentro de la arcillolitas y sin ninguna protección, tienden a desaparecer.

Todo el barrio está construido en pendientes muy altas, excepto una parte de la zona Central y Norte, situación que se agrava por la falta de alcantarillado de aguas lluvias y negras; este hecho hace que las aguas descieran por las calles en forma torrencial, entrando a los lotes en ciertos puntos e iniciando la alteración del material arcilloso.

Por otra parte, existen líneas de viviendas en el lecho de las quebradas que originalmente drenaban el sector: dos muy pequeñas separadas por la parte alta de la Carrera 2a. y la más importante, la quebrada El Triángulo que limita al barrio con la arboleda de la zona oriental.

En estas cuencas se observan suelos enterrados y relieve cóncavo antiguo, indicando material removido en la superficie (de 10 a 60 cms.).

Esta capa se ha movido ya en deslizamientos de pequeñas dimensiones en algunos lotes de la quebrada El Triángulo, existen además en este sector varias casas sostenidas con pilotes de madera superficiales en situación muy inestable (Vease Mapa Geológico detallado - Figura 9-1).

Aunque el Barrio Corinto no ha presentado hasta el momento problemas de estabilidad ello se debe principalmente a que es un barrio muy reciente y a lo liviano de las viviendas, pues son muy pocas las casas prefabricadas y menos aún las de material.

Sin embargo, considerando la elevada pendiente y la coincidencia de los estratos incompetentes con la dirección de descenso de las aguas, además de la cercanía entre los pequeños lotes que carece de servicios, es posible pronosticar problemas serios de estabilidad en el lapso de unos pocos años. (Vease Mapa Geomorfológico Detallado - Figura 9-2)

Dada la pequeña área de cada lote, la preparación del terreno implica la excavación de un talud trasero con el fin de nivelar el sitio a construir. La mayor parte de las viviendas queda entonces separada de la inferior por un talud inestable al que con frecuencia esta recostada la siguiente.

Todas las casas situadas en la vertiente occidental, especialmente de la Carrera 4a. hacia arriba hasta el escarpe más alto de areniscas duras, tienen el problema de que sus dueños con el ánimo de ampliar sus lotes hacen excavaciones en la parte interna, haciendo peligrar el vecino de arriba y tratan de hacer

relleno en la parte externa con lo cual también ponen en peligro al vecino de abajo. Por otra parte, los lotes se hallan en capas o porciones de arcillas situadas sobre las cintas o niveles paralelos de areniscas, las cuales por la intervención humana y por la humedad ya dan muestras de empezar a deslizarse.

El Barrio Corinto es un escenario de miseria donde la "Pobreza absoluta" ha llegado a su máxima expresión y dado que los niños llevan la peor parte, en este drámatico cuadro social el Instituto de Bienestar Familiar está haciendo una construcción con lo cual se aliviará en parte los problemas de las familias para dejar a sus pequeños hijos en un lugar higiénico y seguro.

9.2 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

En definitiva se concluye que el sitio en donde esta situado el Barrio Corinto no es apto para vivienda y la recomendación más sana sería que se les pudiera trasladar a otra zona más accesible, y en donde se les pudiera proporcionar fácilmente los servicios indispensables para que un ser humano pueda vivir siquiera en forma decorosa.

Como lo anterior parece que es muy difícil por las implicaciones que ello conlleva, se daran a continuación algunas conclusiones y sus respectivas recomendaciones que alivien en parte las condiciones infrahumanas en que viven estos Colombianos que luchan con tenacidad por su subsistencia.

9.2.1 Acueducto y Alcantarillado.

El agua para consumo es captada en la parte baja del barrio de un tubo principal instalado por el Acueducto. De allí se lleva

con mangueras de 1/2" hasta un poco más abajo de la mitad del barrio, cuando existe suficiente presión, el resto lo deben llevar los habitantes en tanques y canecas con grandes penurias.

El sitio en donde llega el tubo del acueducto coincide con un zanjón por donde bajan las aguas negras, por lo tanto existe gran contaminación en las uniones de las mangueras y perforaciones de las mismas.

Las aguas de deshecho son evacuadas directamente de la casa a la calle formándose cauces de aguas negras (Ver fotografía - Figura 9-7), por las calles que además de causar perjuicio sanitario van erosionando y saturando el terreno poniendo en peligro la estabilidad de este.

En época de invierno el carcavamiento de las calles principales es intenso y el efecto erosivo de las aguas va actuando en detrimento de la estabilidad de la ladera.

Todo lo anterior sumado a que la mayoría no tiene baños ni excusados, hacen que se carezcan de las mínimas normas higiénicas y de salud.

Lo anterior implica que las necesidades más urgentes del barrio son la instalación de las redes de acueducto y alcantarillado tanto de aguas negras como de lluvias.

El abastecimiento de agua para la parte baja del barrio se debe hacer con la red de acueducto que pasa por la parte baja y hasta donde la presión alcance a distribuir.

Para la parte alta es necesario llevar el agua de algún manantial de las montañas superiores, que pueden ser los de los nacimientos de la quebrada Aguas Claras u otros de esa región, hasta un tanque de distribución que se deberá construir en la parte alta del barrio. Allí se le haría tratamiento al agua de ser necesario. Si lo anterior no es posible se debe bombear agua desde la red principal del acueducto al tanque de la parte alta.

Una sugerencia de como se pueden construir estas redes se aprecia en el esquema de la Figura 9-6.

9.2.2 Plataformas adecuadas para viviendas.

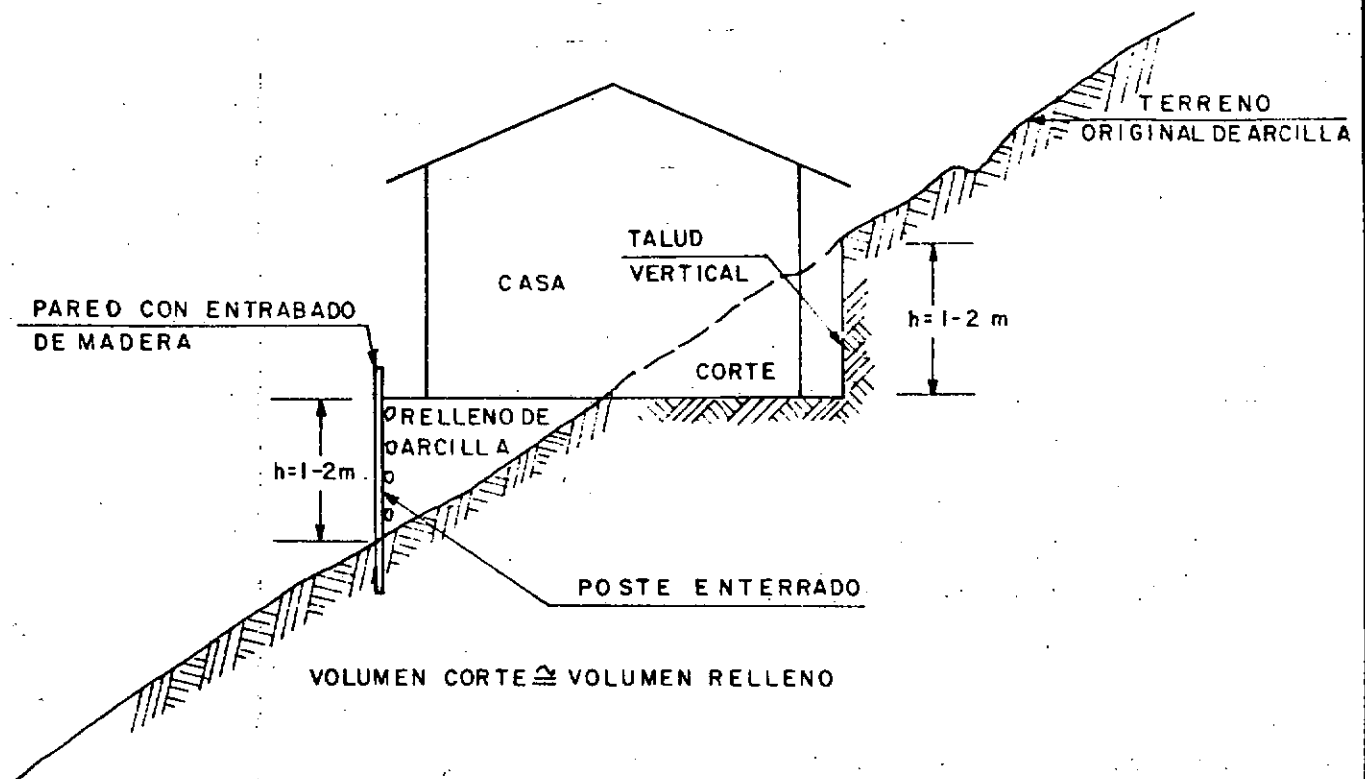
Teniendo en cuenta la forma como se han construido las plataformas de las casas en el barrio se caracterizan dos tipos de viviendas. El tipo 1, que se muestra en el esquema de la Figura 9-3, corresponde a la plataforma construida en corte y relleno utilizando para este último los materiales de corte. Este tipo de vivienda, que la mayoría se construye sobre una plataforma en la que el relleno ha sido colocado sobre el terreno natural incluso sin retirar la capa vegetal. Como se puede apreciar en el esquema el contacto entre el relleno y el terreno natural se constituye en una superficie de falla potencial que se convierte activa una vez se infiltre el agua por allí. Cuando la pendiente del terreno es mayor el problema se agrava y el entramado de madera cede desestabilizando la vivienda y poniendo en peligro la vecindad inferior.

Los cortes del terreno se ejecutan verticalmente y en período de invierno los problemas se agudizan por los pequeños desprendimientos que ocurren perjudicándose la misma vivienda y la vecindad superior

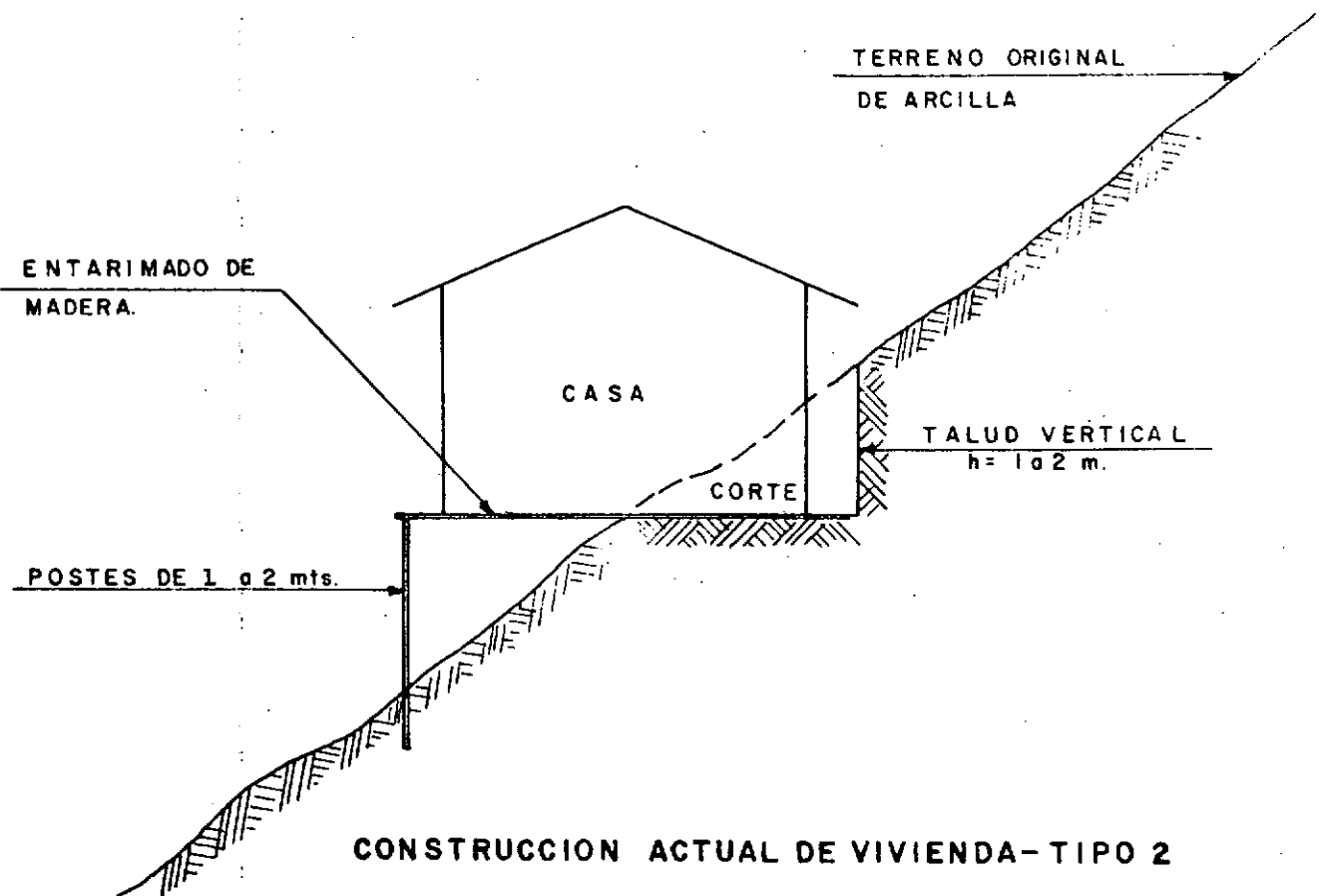
El tipo 2 de vivienda (Figura 9-3) es la que se construye sobre una plataforma de madera la cual se apoya en postes y pilotes sobre el terreno. Estos postes que descansan directamente sobre la arcilla y que se encuentran a veces sobrecargados se van hundiendo entre el terreno cuando éste se satura en época de invierno o con agua doméstica. Además de esto la humedad daña la madera y todo el conjunto va sediendo paulatinamente poniéndose en peligro la casa.

Con el fin de luchar contra los problemas locales de inestabilidad en las casas, es necesario emprender una campaña en el barrio para instruir al personal sobre la forma más adecuada de construir las plataformas. En tal caso se deben plantear las siguientes alternativas.

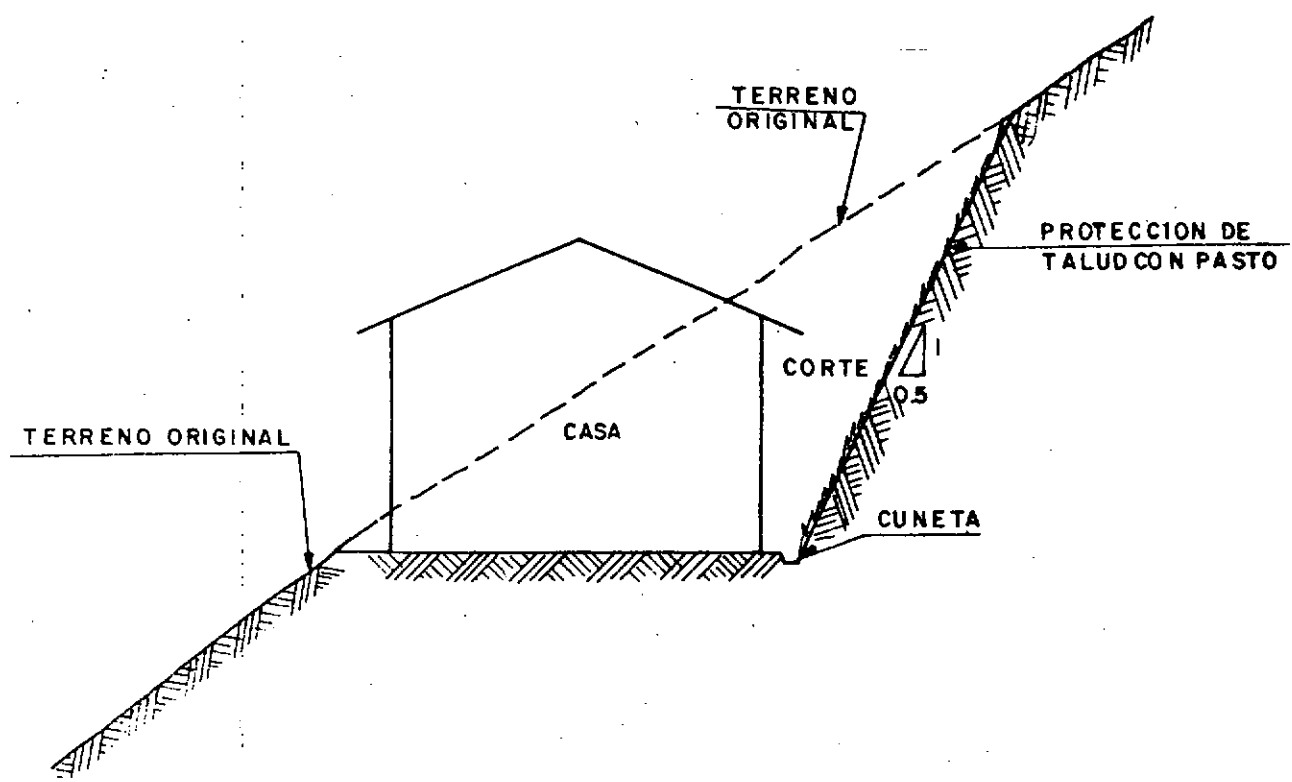
- a. Preferencialmente las casas deben construirse en terreno firme, haciendo cortes como se muestra en el esquema 3 (Figura 9-4). El material de corte debe evacuarse completamente del barrio, colocándolo en algún terreno deshabitado donde no vaya a causar perjuicios a nadie.
- b. Si se requiere, por cuestiones topográficas algún relleno, buscarse que este sea el mínimo posible y ejecutarse tal como se indica en el esquema 4 (Figura 9-4) en este caso debe hacerse una excavación en el terreno para que el relleno quede en superficie horizontal y no inclinada.
- c. En el caso en que sea necesario emplear postes, éstos deben construirse como se indica en el esquema 5 (Figura 9-5).



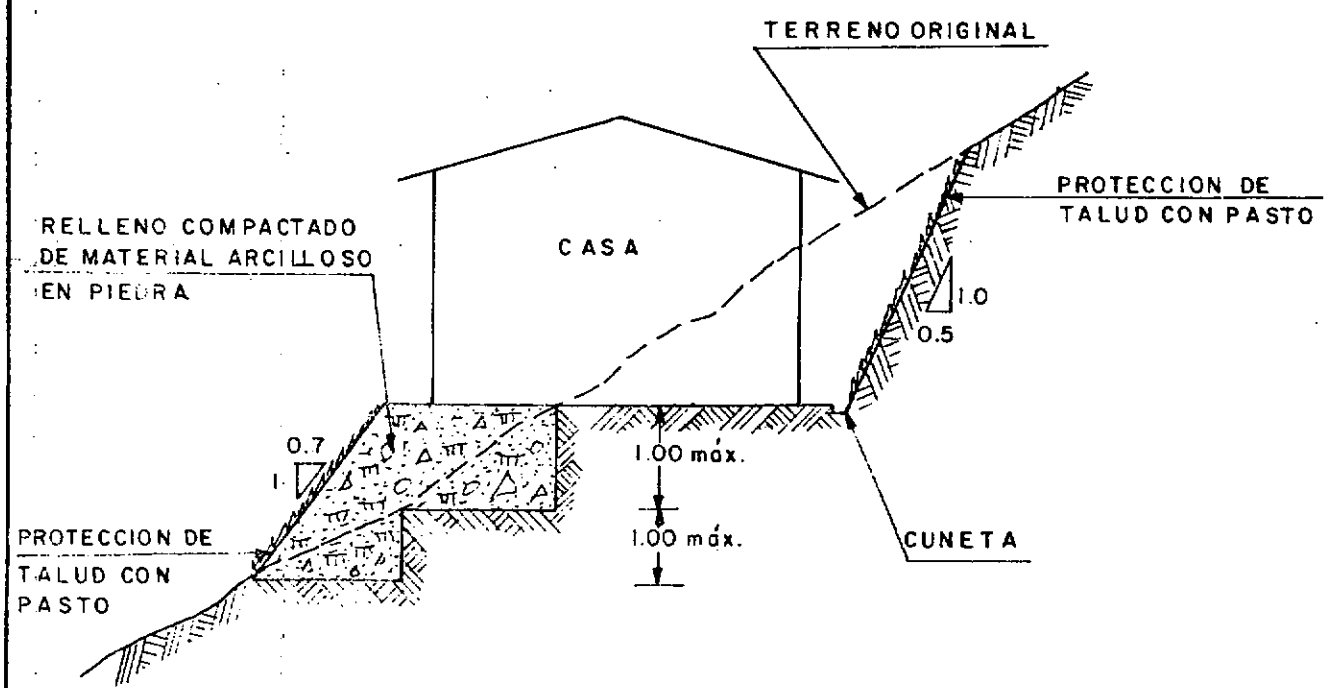
CONSTRUCCION ACTUAL DE VIVIENDA TIPO 1.



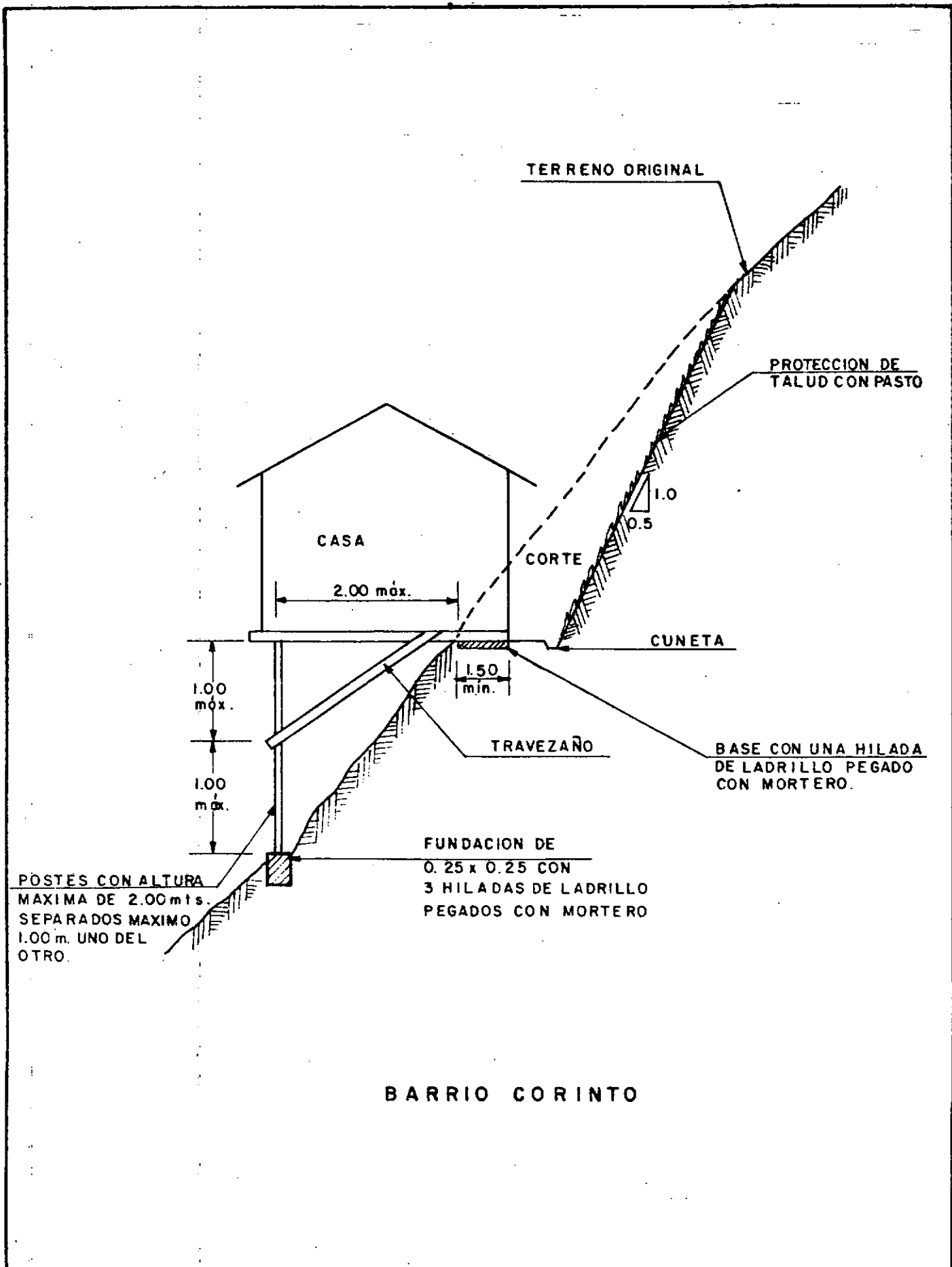
CONSTRUCCION ACTUAL DE VIVIENDA-TIPO 2



CONSTRUCCION DE VIVIENDA EN CORTE (RECOMENDACION)



CONSTRUCCION DE VIVIENDA EN CORTE Y RELLENO (RECOMENDACION)



POSTES CON ALTURA
MAXIMA DE 2.00mts.
SEPARADOS MAXIMO
1.00m. UNO DEL
OTRO.

BARRIO CORINTO

9.3 RECOMENDACIONES ADICIONALES.

- a. Se recomienda la protección de los pasos transversales (calles), que en algunos puntos de la parte alta han empezado a derrumbarse, lo mismo que la construcción de escaleras a lo largo de las carreras en su parte más pendiente, como mínimas zonas de acceso a las viviendas de la parte superior a las que es casi imposible llegar en época de lluvias.

Los vecinos han excavado repetidamente escalones en estas franjas, pero la acción del agua sobre el material arcilloso las destruye rápidamente. (Vease fotografía que muestra el costado occidental del barrio - Figura 9-8).

Como solución inmediata para sostener los escalones se recomienda el empleo de llantas usadas de vehículos, lo cual ha dado resultados en algunos sitios de Ciudad Bolívar.

- b. Redefinición del cauce de la quebrada oriental (El Triángulo), cuyo lecho en algunos sectores ha sido invadido por viviendas, considerando la posibilidad de encauzarlo hacia los predios de la arboleda de Tubos Moore.
- c. Con el proceso de urbanización del barrio se destruyó totalmente la vegetación y aún la capa de suelo orgánica desapareció casi por completo.

Se recomienda revegetalizar los taludes con pasto kikuyo y la siembra de árboles nativos de tamaño pequeño; para lo cual se puede utilizar el listado de especies del capítulo IV, numeral 4.5.3., Encenillo, Gague, Chaque, Duraznillo,

Arrayán, Angelito, etc. y muchas plantas de jardín para adornar el barrio.

Para la revegetalización y jardines se requiere llevar algunas volquetadas de tierra negra para mezclarla con el material arcilloso y arenoso en algunos casos del barrio.



Figura 9-7.

Aspecto del actual acueducto del Barrio Corinto (captación de agua de la red principal). Por esta misma zanja bajan parte de las aguas negras del barrio.

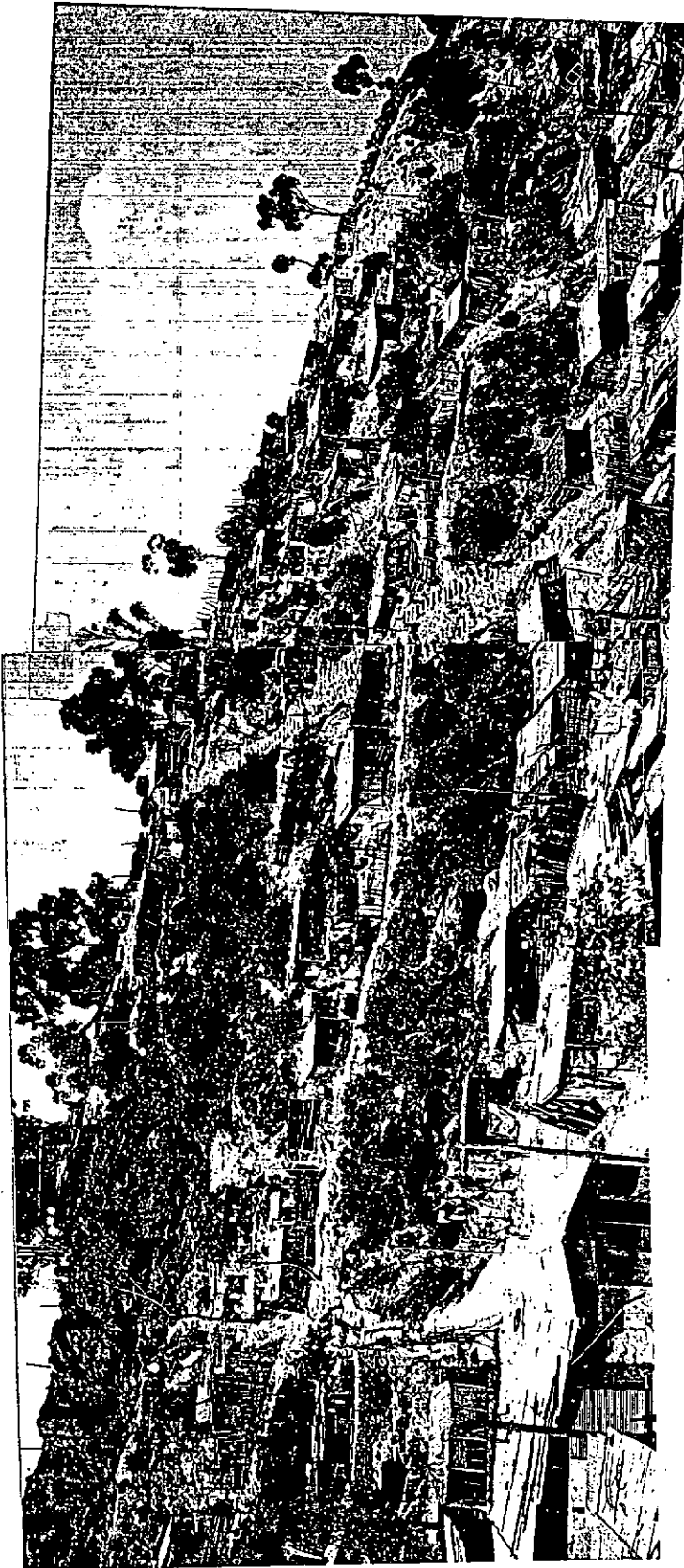


Figura 9-8.

Panóramica de la "vertiente" occidental del Barrio Corinto. Observense las franjas de areniscas paralelas intercaladas y la pendiente de esta parte, así como de sus calles 4a, 5a y 6a principalmente.

BARRIO RAMAJAL

X. BARRIO RAMAJAL

La zona inestable de este barrio cubre un área de aproximadamente 5.000 m² y se caracteriza por ser un movimiento de reptación en una pendiente poco pronunciada, localizada toda el área dentro de la Formación Bogotá, que está constituida por arcillas muy plásticas con algunos estratos de areniscas. (Vease Figura 10-1).

10.1 RECONOCIMIENTO DEL TERRENO

Los signos del movimiento se manifiestan con agrietamientos en toda el área, producto de una reptación que viene ocurriendo desde hace muchos años. La corona del movimiento tiene un escarpe de aproximadamente 2.0 m. de altura y afecta viviendas que se encuentran en el cuerpo de la masa inestable.

Según se puede observar en el Mapa Geomorfológico (Figura 10-2) la zona inestable forma parte de un antiguo cauce que desapareció con las obras de alcantarillado ejecutadas hace alrededor de 20 años y el desvío de aguas efectuado en la parte alta.

La magnitud de los movimientos se aprecia con mayor intensidad en la parte alta, cerca de la corona, en las inmediaciones de la Calle 32 Sur. A medida que se desciende la magnitud de los movimientos es menor e incluso entre la Calle 31 Sur y la Calle 30A Sur no se aprecian actualmente signos de desplazamiento, aunque se nota que antiguamente hubo movimientos del terreno.

Aproximadamente a 20 m. abajo de la Calle 32 Sur se presentan grandes agrietamientos de una capa, producto de una especie de levantamiento del terreno.

Un poste del alumbrado de la Calle 32 Sur se desplazó aproximadamente dos metros y la misma calle se encuentra intransitable para vehículos debido a la aparición de un escarpe.

La cancha No.2 que fué construída hace cinco años presenta agrietamientos en el piso con dirección paralela al sentido del desplazamiento de la masa. En la cancha No.1 y en el pavimento en concreto de la Calle 31 Sur que fueron construídas hace aproximadamente 17 años, se presentan leves signos de movimiento, manifestados con un levantamiento pequeño de la cancha en la parte baja y agrietamientos en el pavimento de la calle.

10.2 BARRENOS

De acuerdo con lo programado durante el reconocimiento general, se hicieron nueve perforaciones con barreno manual, cuyas profundidades fueron entre 1.60 hasta 4.38 m., localizados como se aprecia en el Plano No.1. Los registros de estos barrenos se pueden ver en en Anexo.

Los barrenos BR-1, BR-6 y BR-8, muestran en general una masa removida por encima de un horizonte con abundante agua. En la masa removida predominan las arcillas rojas con materia orgánica. El horizonte con abundante agua se presenta a una profundidad aproximada de 1.50 m. y se manifiesta con presión, subiendo el nivel piezométrico hasta una profundidad de 0.35 m. de la superficie del terreno. En las cercanías de estos barrenos se presentan afloramientos de agua en forma de manantiales.

Los barrenos BR-2, BR-5 y BR-9, se perforaron completamente en arcillas secas o con baja humedad, no encontrándose ningún horizonte saturado.

Los barrenos BR-3 y BR-7, se perforaron hasta una profundidad de 2.63 m. en el primero y 1.8 m. en el segundo donde se encontró una arenisca amarilla dura probablemente perteneciente a las capas de areniscas que en forma paralela se presentan en la Formación Bogotá. Aunque en la BR-3 se presentó una arcilla muy húmeda a 1.6 m. esta no tenía un carácter semilíquido como la que se presentó en otras perforaciones. La BR-7 se perforó completamente en material arcilloso de baja humedad.

El barreno BR-4 se perforó en material arcilloso con alto contenido de bloques, por lo que a pesar de haber hecho varios intentos en sitios vecinos, no se pudo profundizar más de 1.63 m.

De acuerdo con la información obtenida con la perforación de barrenos se levantaron dos perfiles geológicos uno longitudinal (A-A') y el otro transversal (B-B') indicados en planta en la Figura 10-3.

El perfil A-A' mostrado en la Figura 10-4 presenta fundamentalmente un material removido en la parte superficial y luego un estrato saturado con agua a presión. El espesor de este estrato saturado no es bien conocido debido a que no fué posible profundizar en el terreno saturado. Estos materiales se encuentran yaciendo sobre roca conformada por estratos de arcillolitas y areniscas perteneciendo a la Formación Bogotá.

En el perfil B-B' se pueden apreciar dos lechos de antiguos cauces, uno de ellos presenta un contenido de bloques y gravas en matriz arcillosa con humedad media; en tanto que el otro presenta un antiguo lecho limo-arenoso saturado. El antiguo lecho saturado parece ser el de menor magnitud pero tiene mayor significado para la estabilidad por encontrarse saturado y con agua a

presión. Este lecho debe estar alimentado por agua subterránea proveniente de los estratos de arenisca de la Formación Bogotá, las cuales se encuentran en contacto con el lecho.

El lecho de areniscas y gravas es probable que no este saturado debido a que por allí pasa una tubería que lo canaliza y hay varios pozos de inspección que le sirven de drenaje.

10.3 MUESTRAS Y ENSAYOS DE LABORATORIO

Para determinar las cualidades físicas de la masa removida encontrada en los barrenos, fueron ejecutados ensayos de laboratorio a muestras tomadas a las profundidades que se indican en el Cuadro 10/1.

Para las muestras fueron determinadas en el laboratorio las siguientes características:

- Humedad natural
- Límites de Atterberg
- Peso específico
- Peso unitario en estado natural, seco y saturado.

Además de esto, con base en los ensayos fueron calculadas las siguientes propiedades:

- Índice de fluidez
- Grado de saturación
- Relación de vacíos
- Porosidad

Como se puede observar, en general el suelo es muy húmedo,

CUADRO 10/1
 BARRIO RAMAJAL
 PROPIEDADES DEL SUELO

Muestra No. Item	BR-1-1	BR-1-2	BR-2-3
Profundidad (m.)	0.2 - 1.0	1.3 - 1.7	1.3 - 1.7
Clasificación (USC)	CL	SM	CL
Humedad W (%)	26.4	26.7	27.4
Límites de Atterberg			
- WL	38.6	27.3	48.0
- Wp	20.8	26.3	20.4
- Ip	17.8	1.0	27.6
Peso específico δ_s (T/m ³)	2.71	2.67	2.72
Peso unitario T/m ³			
δ	1.80	1.72	1.77
δ_d	1.31	1.38	1.23
δ_{sat}	1.83	1.88	1.78
Indice de fluidez (IL)	0.32	0.4	0.25
Relación de vacíos (e)	1.07	0.93	1.21
Porosidad n (%)	52.0	48.0	55.0

siendo sus valores superiores al límite plástico del material y la muestra BR-1, 2, tiene una humedad muy cercana al límite líquido.

10.4 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Habiéndose localizado dentro de la masa inestable una zona con alto contenido de agua a una profundidad relativamente pequeña, la solución más apropiada para lograr la estabilización de la masa debe estar encaminada a drenar esa zona, disminuyendo al mismo tiempo la presión que tiene el agua.

Este drenaje se debe efectuar construyendo una zanja-filtro con las características indicadas en el esquema No.1 (Fig.10-6). Esta zanja-filtro con una longitud de 65 m. drena la zona saturada y alivia la presión de poros en la zona de influencia de la obra. La zanja-filtro debe entregar sus aguas al pozo de alcantarillado No.4, tal como se indica en el esquema.

Teniendo en cuenta que en la parte alta hay varias viviendas que están arrojando las aguas negras al suelo inestable, es necesario que de estas casas se construya un alcantarillado adecuado en tubería flexible para conducir esas aguas a la red principal, evitando en esta forma percolaciones en la masa inestable.

Para controlar los movimientos del terreno, establecer niveles de riesgo, si estos ocurren, lo mismo que evaluar el efecto de las obras que se ejecuten, es necesario implementar un sistema de instrumentación topográfico.

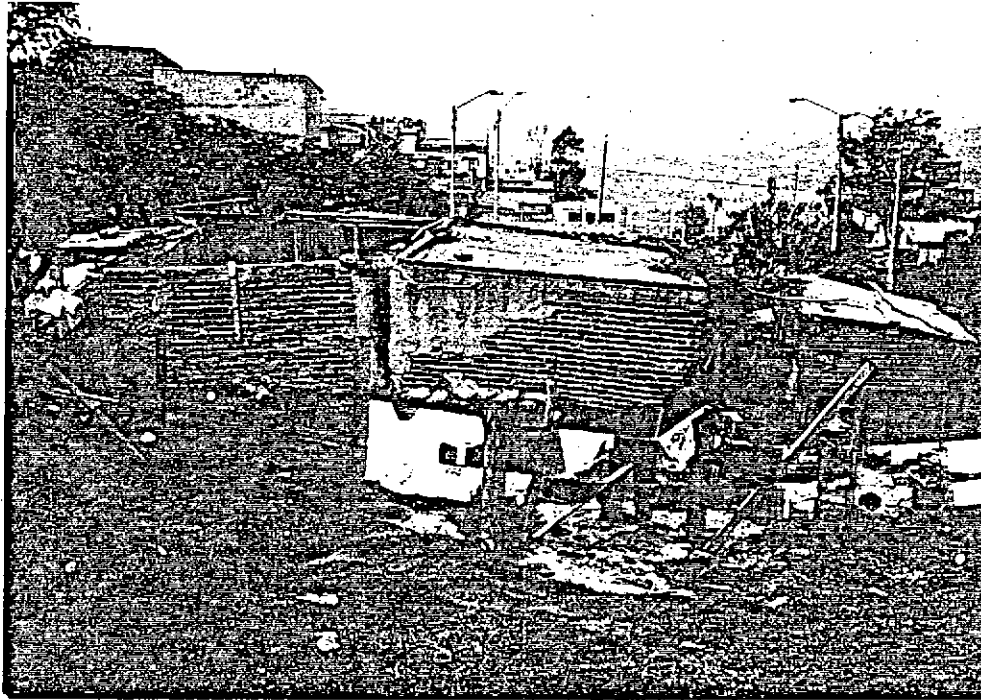


Figura 10-7

Barrio Ramajal. Aspecto de las casas más deterioradas de la parte media, arriba de la cancha No.1. El barreno No.5 se hizo frente a la grieta y se profundizó 4.38 m. encontrándose terreno firme y seco. A la izquierda se encontró agua semiconfinada y a la derecha el antiguo cauce de la quebrada Ramajal, motivo por el cual los dos bloques de la casa basculan en direcciones opuestas.

BIBLIOGRAFIA

1. BERNAL ESCOBAR, Luis F. Estudio Técnico para analizar la Estabilidad y recuperación de un muro en gaviones - Análisis del sistema de filtros y alcantarillado construido para estabilidad de los muros. Barrios Gran Colombia y Montecarlo. Bogotá, D.E. Secretaria de Obras Públicas. División de Estudios. 1984.
2. DAVIS STANLEY y DE WIEST Roger. Hidrogeología. Ediciones Ariel. Barcelona. 563 p. 1977.
3. EMPRESA DE ACUEDUCTO Y ALCANTARILLADO DE BOGOTA. Boletines Informativos Hidrometeorológicos. Años 1966 a 1987. Subgerencia de Planeamiento - Hidrología. Bogotá. Colombia.
4. HIDROVIAL LTDA. Estudio Geotécnico y Geológico del Sector Oriental de Bogotá, D.E.. Secretaria de Obras Públicas de Bogotá D.E.. División de Estudios. Apendice 1. Informe Geológico. Apendice 2. Informe Geotécnico. Bogotá. Julio de 1981.
5. IFCAYA LTDA. Plan de Manejo Forestal General para tierras de propiedad de la Empresa - Proyectos Hidroeléctricos localizados entre el embalse del Muña y Mesitas del Colegio. E.E.E.B.. 1983.
6. SODEIC LTDA. Cuenca alta del río San Cristobal. Regulación y Control Torrencial. Estudio de Factibilidad. Empresa de Acueducto y Alcantarillado. Bogotá. Febrero de 1978.

cont. Bibliografía.

7. J. COSTET., G. SANGLERAT. Cours pratique de mécanique des sols. Paris. Dund. 1981. 452 p.
8. JOSEPH E. BOWLES. Manual de Laboratorio de Suelos en Ingeniería Civil. Bogotá. Mac. Graw Hill. 1981. 213 pag.
9. MASLOV N.N. Condiciones de estabilidad de laderas y taludes en construcciones hidroeléctricas. Moscú, Edit. Hidroenergética. 1955. 467 pag.
10. SCHUSTER. Robert L., KRIZEK Raymod J. Landslides. Analysis and control. Washington. National Academy of Sciences. 1978. 368 pag.

DISTRITO ESPECIAL DE BOGOTÁ
SECRETARÍA DE OBRAS PÚBLICAS

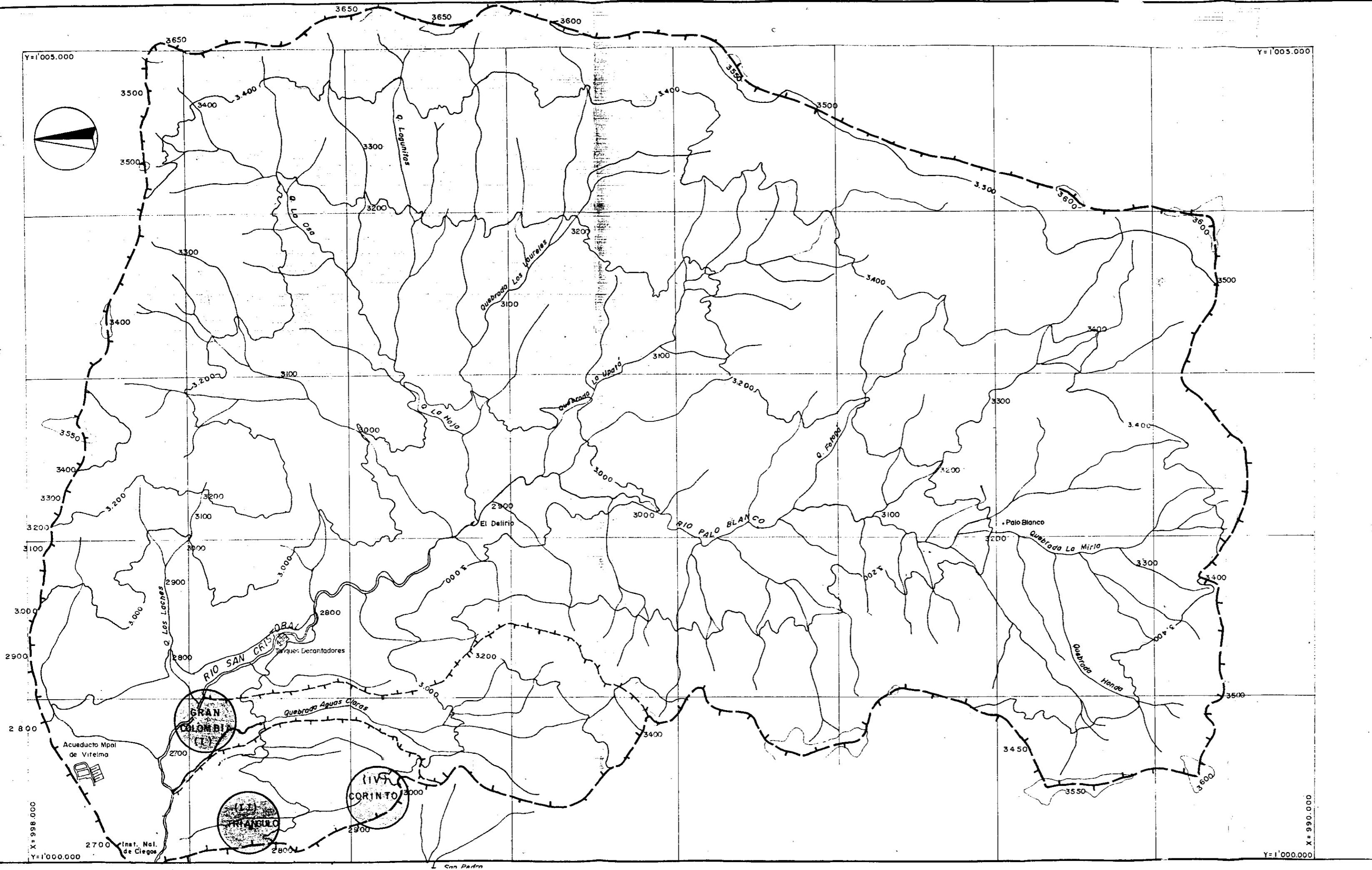
CUENCA ALTA Y MEDIA
DEL RÍO SAN CRISTÓBAL

CONVENCIONES

ABRIL 1986

FIGURA Nº 4.1

ESCALA 1:20.000



DISTRITO ESPECIAL DE BOGOTÁ
SECRETARÍA DE OBRAS PÚBLICAS

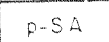
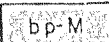
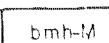
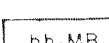
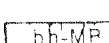
ESTUDIO GEOLÓGICO Y GEOTÉCNICO DE LOS BARRIOS
GRAN COLOMBIA-EL TRIANGULO-CORINTO Y RAMAJAL

CUENCA ALTA Y MEDIA
DEL RÍO SAN CRISTÓBAL

MAPA ECOLÓGICO DE LA CUENCA DEL RÍO SAN CRISTÓBAL
ZONAS DE VIDA, ISOYETAS Y SUB-CUENCA
DE LA QUEBRADA AGUAS CLARAS

CONVENCIONES

FORMACIONES VEGETALES

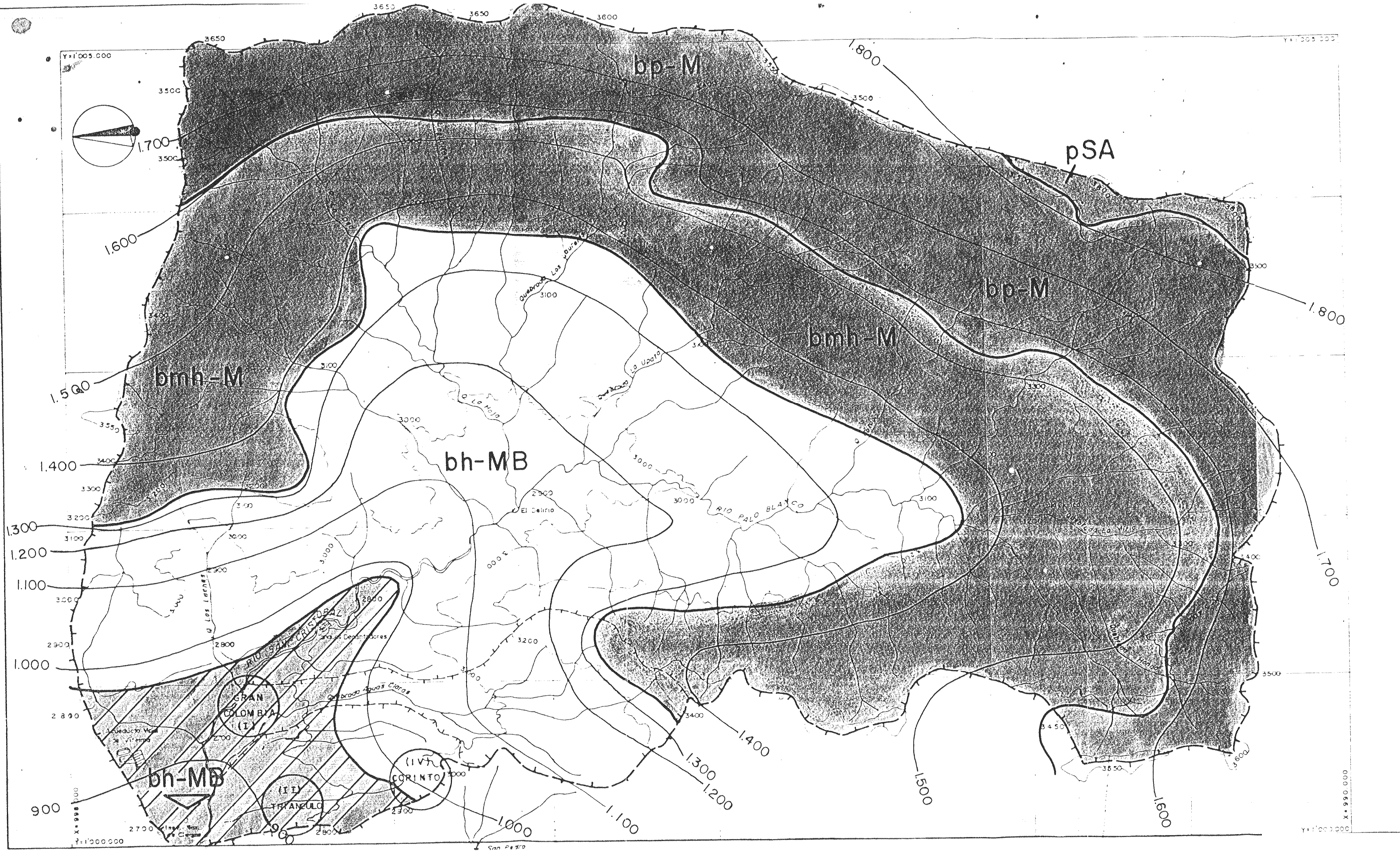
-  Páramo Sub-Andino
-  Bosque pluvial montano
-  Bosque muy húmedo montano
-  Bosque húmedo montano bajo
-  Bosque húmedo montano bajo (Transición cálida)

ABRIL 1989

FIGURA Nº 4.4

ESCALA 1:20.000

iscaya
S.A.



DISTRITO ESPECIAL DE BOGOTA
SECRETARIA DE OBRAS PUBLICAS

ESTUDIO GEOLOGICO Y GEOTECNICO DE LOS BARRIOS
GRAN COLOMBIA-EL TRIANGULO-CORINTO Y RAMAJAL

MAPA GEOLOGICO

CONVENCIONES

SUCESION ESTRATIGRAFICA

Qs		Formación Sabana y Aluvi6n del río San Crist6bal
Qc		Coluviones
TB		Formaci6n Bogot6 niveles arenosos.
Tc		Formaci6n Arenisca del Cacho
Tg		Formaci6n Guaduas
KG		Rocas del Grupo Guadalupe indiferenciadas

Buzamiento

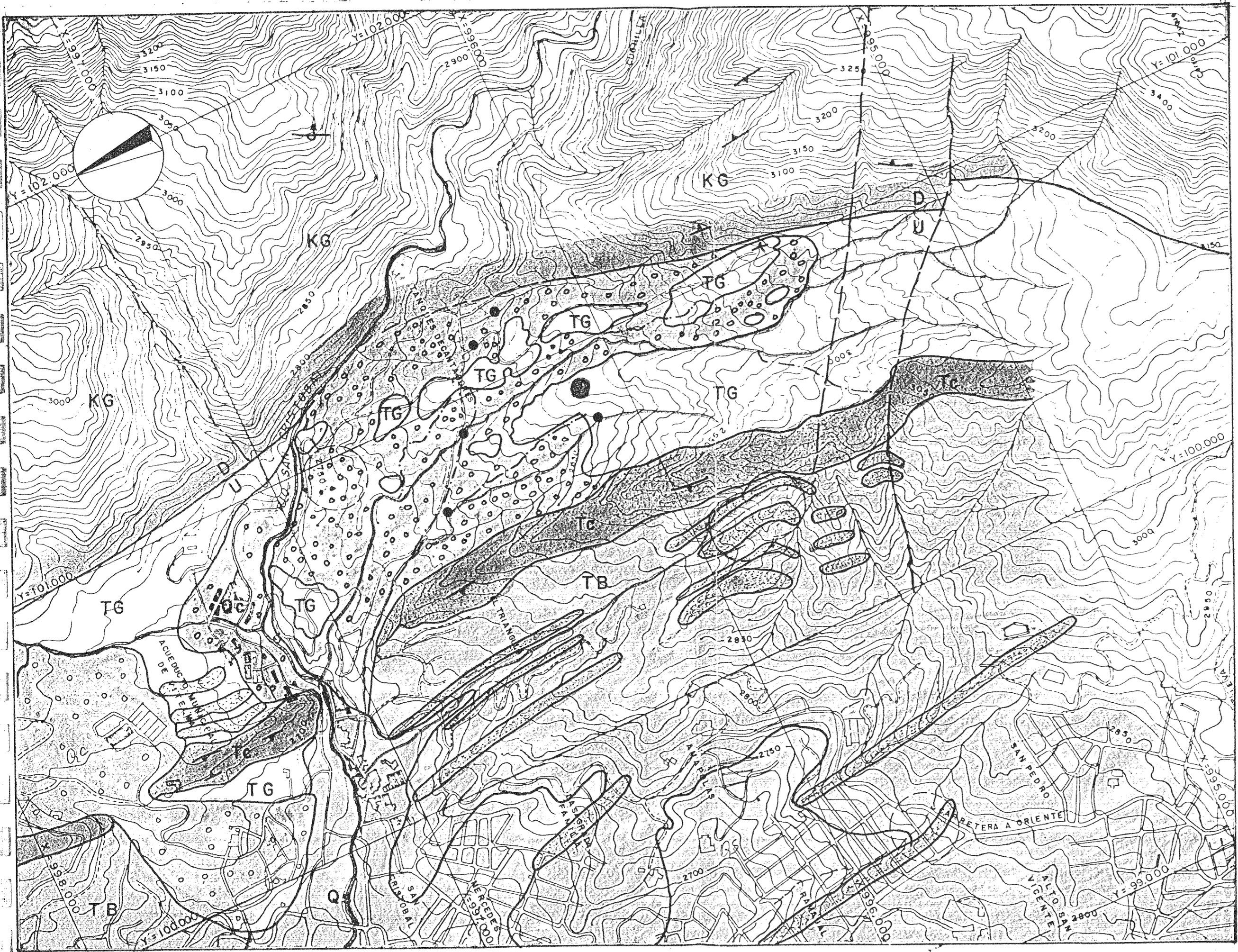
Inversi6n

Falla de cabalgamiento

U= Bloque levantado

D= Bloque hundido

ABRIL 1.988
FIGURA N° 5.1
ESCALA 1 10.000

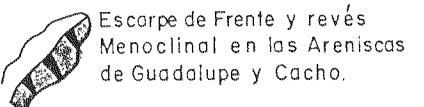
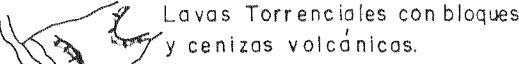
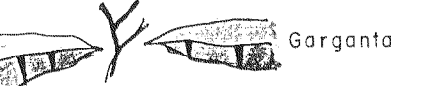
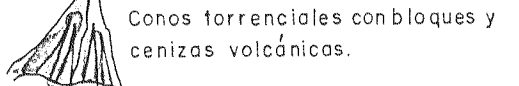
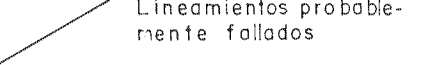
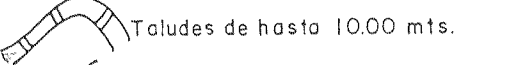
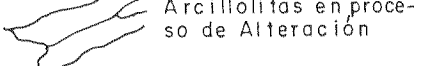
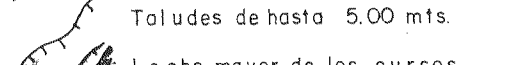


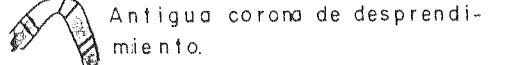
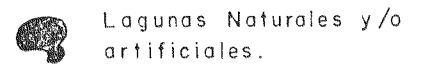
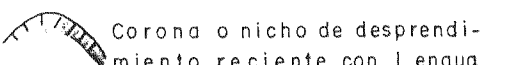
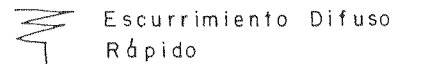

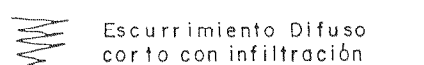


DISTRITO ESPECIAL DE BOGOTÁ
SECRETARÍA DE OBRAS PÚBLICAS

ESTUDIO GEOLÓGICO Y GEOTÉCNICO DE LOS BARRIOS
GRAN COLOMBIA-EL TRIANGULO-CORINTO Y RAMAJAL

MAPA GEOMORFOLÓGICO

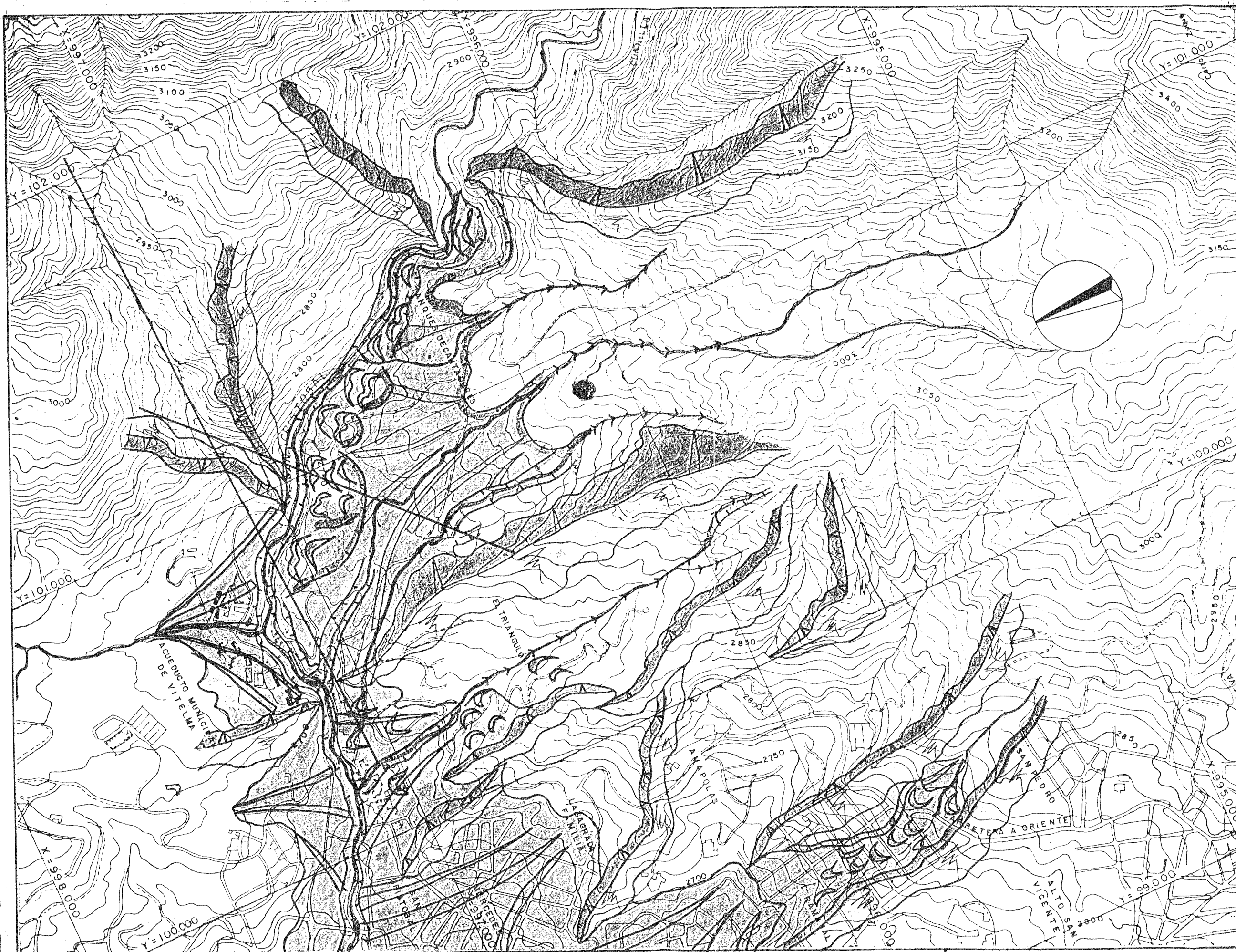
CONVENCIONES.

GEOMORFOLOGÍA	
FORMAS ESTRUCTURALES	FORMAS DE ACUMULACIÓN
 <p>Escarpe de Frente y revés Menoclinal en las Areniscas de Guadalupe y Cacho.</p>	 <p>Lavas Torrenciales con bloques y cenizas volcánicas.</p>
 <p>Garganta</p>	 <p>Conos torrenciales con bloques y cenizas volcánicas.</p>
 <p>Lineamientos probable- mente fallados</p>	 <p>Taludes de hasta 10.00 mts.</p>
 <p>Arcillolitas en proce- so de Alteración</p>	 <p>Taludes de hasta 5.00 mts.</p>
	 <p>Lecho mayor de los cursos de agua TORRENTES.</p>
HIDRODINÁMICA	MORFODINÁMICA-EROSIÓN
 <p>Cursos de Agua TORRENTES</p>	 <p>Antigua corona de desprendi- miento.</p>
 <p>Lagunas Naturales y/o artificiales.</p>	 <p>Corona o nicho de desprendi- miento reciente con Lengua</p>
 <p>Escurrimiento Difuso Rápido</p>	 <p>Socavación en el talud del lecho mayor de las lavas o los conos TORRENTIALES</p>
 <p>Escurrimiento Difuso corto con infiltración rápida.</p>	

ABRIL 1988

FIGURA Nº 6.1

ESCALA 1:10.000



DISTRITO ESPECIAL DE BOGOTÁ
SECRETARÍA DE OBRAS PÚBLICAS

ESTUDIO GEOLÓGICO Y GEOTÉCNICO DEL BARRIO GRAN COLOMBIA

ESQUEMA GENERAL DE LOCALIZACIÓN
DE LOS DEPOSITOS DE LA GRAN COLOMBIA

CONVENCIONES

- ++++ Límite del depósito de lava torrencial (Proveniente de la Quebrada La Pichosa)
- Depósito graviloso
- Aluvión proveniente del Río San Cristóbal.
- Grieta alineada.
- ⊕ Apique para toma de muestras en geomorfología.
- A B Dirección de los cortes de los esquemas.

ABRIL 1988









FIGURA Nº 6.2

ESCALA 1:1.300 Aprox.



MAPA GEOLOGICO

CONVENCIONES

- | | | | |
|---|-------------------------------|---|---|
|  | Aluvión del Río San Cristóbal |  | Cabecera de deslizamiento Talud o grieta. |
|  | Coluvión |  | Lengua de deslizamiento |
|  | Formación Guaduas |  | Salido de agua |
|  | Bloque de Arenisca |  | Possible dirección de flujo de agua. |
|  | Zona pantanosa | | |

ABRIL 1988

FIGURA Nº 7.1

ESCALA 1:1.300 Aprox.



MAPA GEOMORFOLÓGICO

CONVENCIONES

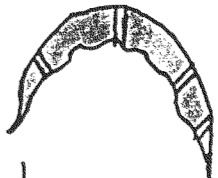
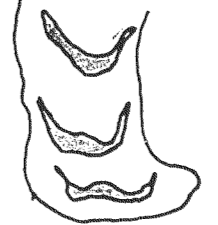
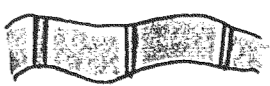


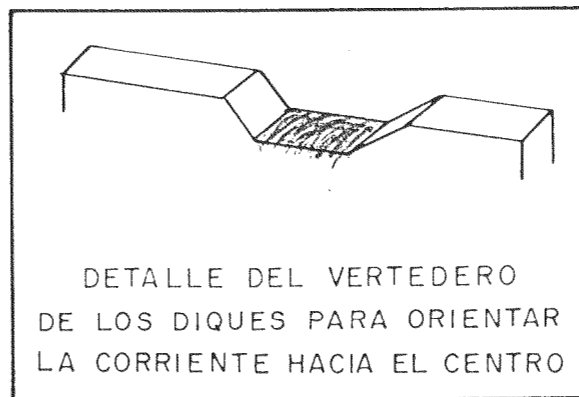
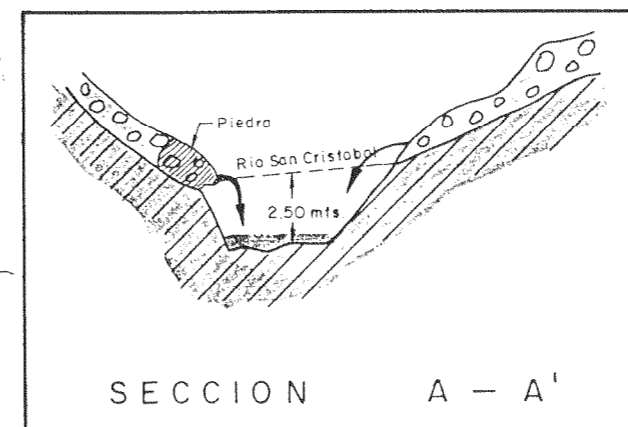
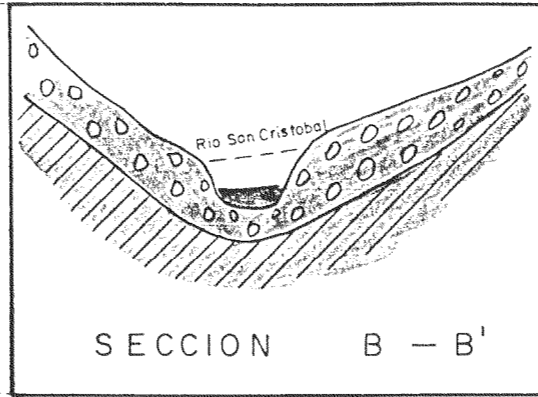
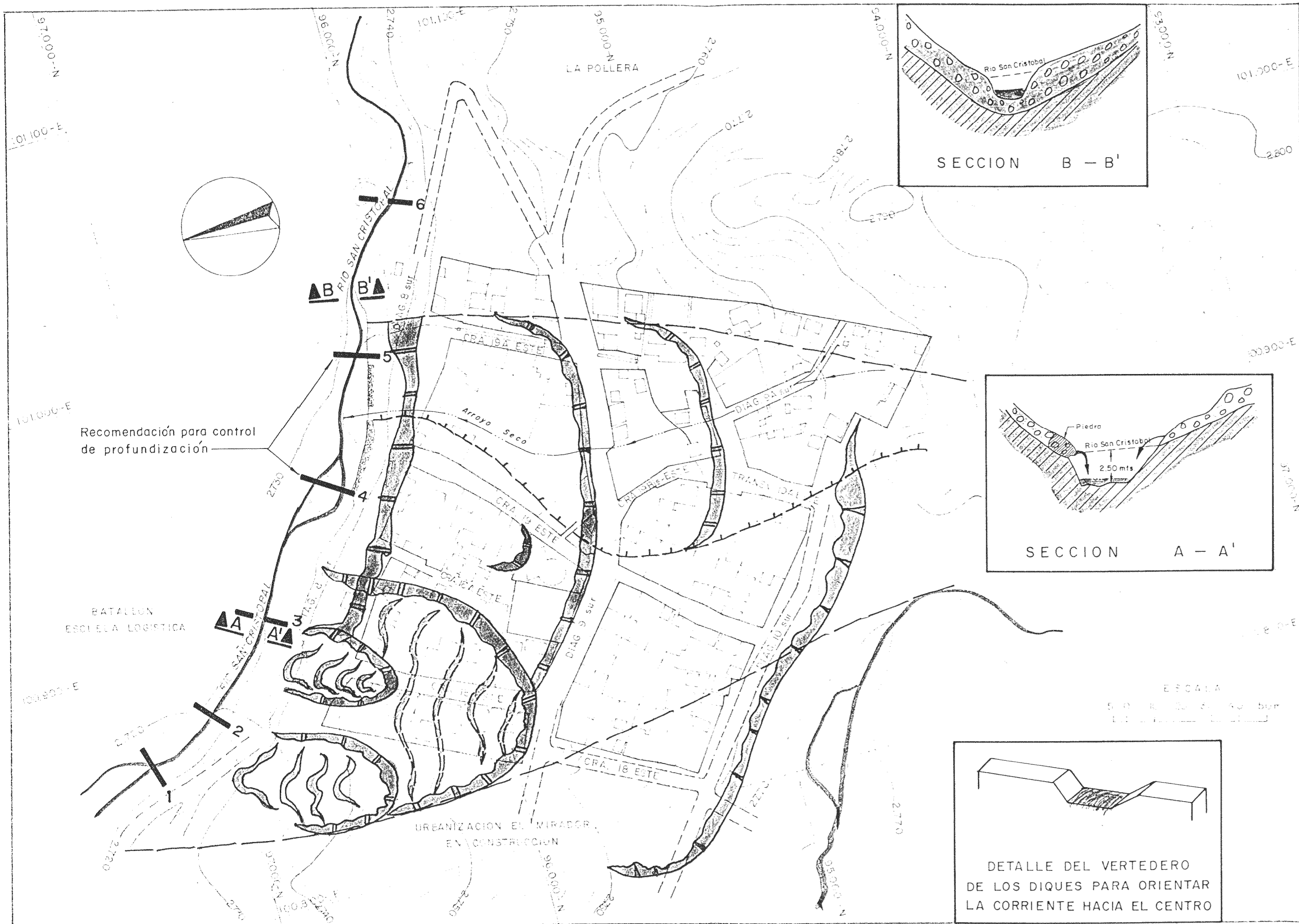
-  Coronas (Nichos) de desprendimiento Tolud.
-  Lengua de desprendimiento
-  Talud inferior frente al Río San Cristóbal
-  Grietas de desprendimiento
-  Divisoria de aguas dentro de la zona afectada.

FIGURA N° 7.7

ABRIL 1.988

ESCALA 1:1300 Aprox



DISTRITO ESPECIAL DE BOGOTÁ
SECRETARÍA DE OBRAS PÚBLICAS

ESTUDIO GEOLÓGICO Y GEOTÉCNICO DEL BARRIO GRAN COLOMBIA

LOCALIZACIÓN DE MANANTIALES, PERFILES
PERFORACIONES, BARRENAMIENTOS, APIQUES
Y ZONAS PANTANOSAS

CONVENCIONES

- 1 — 3 Línea de Corte
- BP-3 Barrenamientos
- PT-1 Perforación
- 12 Manantial
- * Pantano

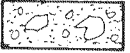
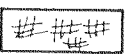

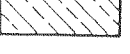
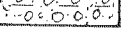
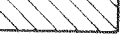
ABRIL 1988

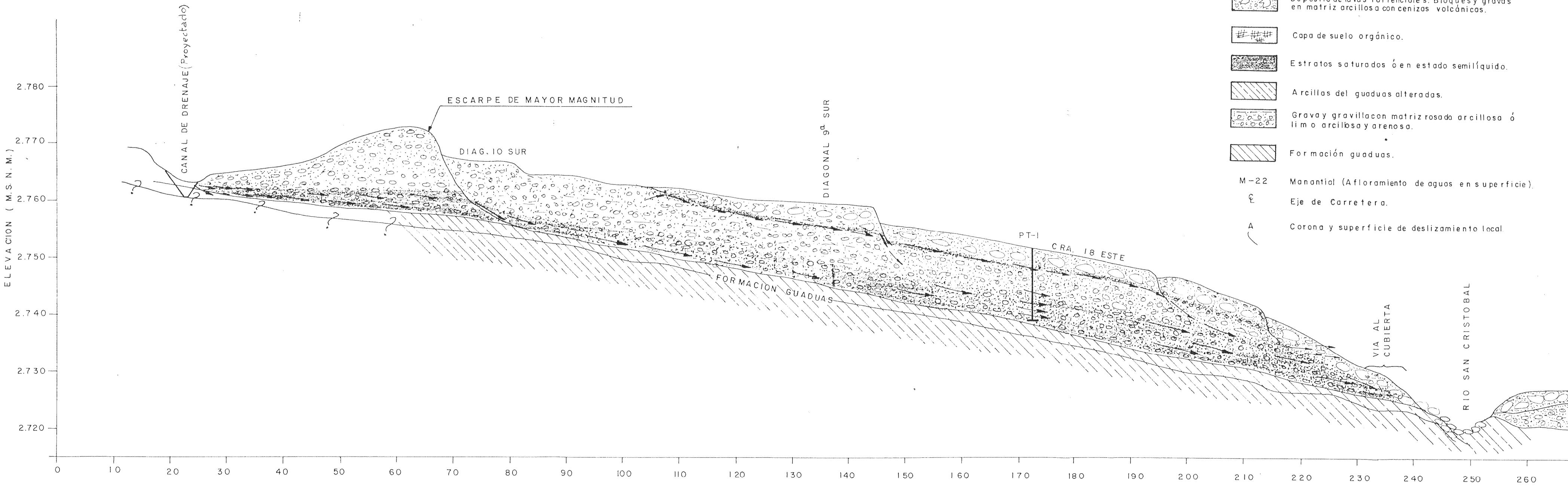
FIGURA Nº 7.8

ESCALA 1:1.300 Aprox.




CONVENCIONES

- A, B, C, etc. Coronas de deslizamientos locales.
- PT Perforaciones con taladro.
- BP Barrenos de perforación manual.
-  Depósito de lavas torrenciales. Bloques y gravas en matriz arcillosa con cenizas volcánicas.
-  Capa de suelo orgánico.
-  Estratos saturados ó en estado semifluido.
-  Arcillas del guaduas alteradas.
-  Grava y gravilla con matriz rosada arcillosa ó limo arcillosa y arenosa.
-  Formación guaduas.
- M-22 Manantial (Afloramiento de aguas en superficie).
- ⊕ Eje de Carretera.
- A Corona y superficie de deslizamiento local.



PERFIL A-A'
ESCALA 1:500

DISTRITO ESPECIAL DE BOGOTA SECRETARIA DE OBRAS PUBLICAS		ESTUDIO GEOLOGICO Y GEOTECNICO DEL BARRIO GRAN COLOMBIA	FIGURA Nº
		PERFIL GEOLOGICO A-A'	7.9