CLASIFICADO

ALCALDIA MAYOR
DE BOGOTA D.C.

Fondo de Prevención
ATENCIÓN DE EMERGENCIAS

HIDROTEC LTDA
BOGOTÁ,COLOMBIA

ESTUDIOS Y DISEÑOS DE ESTABILIDAD DE TALUDES, CONTROL DE EROSIÓN Y *MANEJO DE AGUAS* PARA LA ESTABILIZACIÓN DE DIFERENTES SITIOS EN SANTAFE DE BOGOTÁ

INFORME FINAL SECTOR 3.5 SAN MARTÍN DE LOBA

AGOSTO DE 1998

000001
E 241,5

ALCALDÍA MAYOR DE SANTA FE DE BOGOTÁ

FONDO PARA LA PREVENCIÓN Y ATENCIÓN DE EMERGENCIAS FOPAE

ESTUDIOS Y DISEÑOS DE ESTABILIDAD DE TALUDES CONTROL DE EROSIÓN Y MANEJO DE AGUAS PARA LA ESTABILIZACIÓN DE DIFERENTES SITIOS EN LA CIUDAD DE SANTA FE DE BOGOTÁ

INFORME FINAL
SECTOR 3.5 SAN MARTÍN DE LOBA
DOCUMENTO 51-IF-05-01

CONCURSO 04 GRUPO 03
CONTRATO No. 1314-113-1997

AGOSTO DE 1998

IDROTEC LTDA.
INGENIEROS CONSULTORES

ESTUDIOS Y DISEÑOS DE ESTABILIDAD DE TALUDES CONTROL DE EROSION Y MANEJO DE AGUAS PARA LA ESTABILIZACION DE DIFERENTES SITIOS EN LA CIUDAD DE SANTA FE. GRUPO 3

INFORME FINAL

SECTOR 3.5 SAN MARTÍN DE LOBA

INDICE

		Pág.
REGISTRO DE REVISION DE DOCUMENTO		
1.	**INTRODUCCIÓN**	1
2.	**MARCO GENERAL**	**4**
2.1	ACTIVIDADES REALIZADAS	4
2.2	INFRAESTRUCTURA Y SERVICIOS	5
2.3	LA COMUNIDAD ANTE EL PROBLEMA Y PLANES DE LA UPES	6
3.	**ESTUDIOS BÁSICOS**	**8**
3.1	GEOLOGÍA DE SUPERFICIE	8
3.1.1	Síntesis Histórica	8
3.1.2	Estratigrafía	9
3.1.3	Tectónica	12
3.1.4	Sismicidad	13
3.2	GEOMORFOLOGÍA	14
3.3	ASPECTOS GEOTÉCNICOS	15
3.3.1	Exploración del Subsuelo	15
3.3.2	Ensayos de Laboratorio	16
3.3.3	Características de Subsuelo	16
3.4	ANÁLISIS DE ESTABILIDAD	20
3.4.1	Análisis Cinemático	20
3.4.2	Análisis del Bloque Crítico	22
3.4.3	Recomendaciones	24
3.5	ASPECTOS HIDROLÓGICOS	24
3.5.1	Generalidades	24
3.5.2	Precipitación Media	25
3.5.3	Precipitación Máxima	27

3.5.4 Caudales Máximos 28
3.6 USOS DEL SUELO 33

4. DIAGNÓSTICO 34

5. PLANTEAMIENTO DE ALTERNATIVAS DE SOLUCIÓN 37

6. PREDIMENSIONAMIENTO DE OBRAS Y DISEÑOS TÍPICOS 39

7. RECOMENDACIONES URBANÍSTICAS 40

7.1 PROCEDIMIENTO DE PLANEACION URBANA **40**
7.1.1 La Infraestructura Social 41
7.1.2 Sistemas de Movimiento y Espacio Publico Urbano 42
7.1.3 Componentes del Medio Ambiente 43
7.1.4 Redes de Servicios Públicos 43
7.2 ALTERNATIVA PLANTEADA **44**
7.2.1 Etapas de Desarrollo **44**
7.2.2 Variables de Diseño 45
7.2.3 Internas 45
7.2.4 Externas 45

8. CANTIDADES DE OBRA Y PRESUPUESTO ESTIMADOS 46

9. CRONOGRAMA DE OBRAS Y SEÑALAMIENTO DE PRIORIDADES 48

10. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES 49

ANEXOS

ANEXO No. 1 RESULTADOS ENSAYOS DE LABORATORIO Y CARTERAS DE LEVANTAMIENTO ESTRUCTURAL

ANEXO No. 2 HIDROLOGÍA

ANEXO No. 3 REGISTRO FOTOGRÁFICO

LISTA DE FIGURAS

FIGURA No. 1.1 LOCALIZACION GENERAL

FIGURA No. 3.1 TRINCHERA T-1

FIGURA No. 3.2 MODELO GEOTÉCNICO SAN MARTÍN DE LOBA – CORTE A' – A'

FIGURA No. 3.3 INVESTIGACIÓN DEL SUBSUELO

FIGURA No. 3.4 DIAGRAMA POLAR DE DATOS ESTRUCTURALES

FIGURA No. 3.5 ENVOLVENTES DE FAMILIAS DE DISCONTINUIDADES – PROYECCIÓN ESTEREOGRÁFICA

FIGURA No. 3.6 ENVOLVENTES DE FAMILIAS DE DISCONTINUIDADES – PROYECCIÓN PLANA

FIGURA No. 3.7A ANÁLISIS DE FRECUENCIA – INTERVALO DE CONTEO 5%

FIGURA No. 3.7B ANÁLISIS DE FRECUENCIA – INTERVALO DE CONTEO 10%

FIGURA No. 3.8A FAMILIAS PROMEDIO DE DISCONTINUIDADES

FIGURA No. 3.8B CARACTERÍSTICAS GENERALES DE LAS FAMILIAS PROMEDIO DE DISCONTINUIDADES

FIGURA No. 3.9 ESTIMACIÓN DE LOS PARÁMETROS DE HOEK Y BROWN Y ENVOLVENTE EQUIVALENTE DE MOHR – ARENISCA

FIGURA No. 3.10 ESTIMACIÓN DE LOS PARÁMETROS DE HOEK Y BROWN Y ENVOLVENTE EQUIVALENTE DE MOHR - LIMOLITA

FIGURA No. 3.11 ANÁLISIS CINEMÁTICO FALLA PLANAR Y EN CUÑA - LADERAS N19E/62SE Y N27E/62SE

FIGURA No. 3.12 ANÁLISIS CINEMÁTICO FALLA PLANAR Y EN CUÑA - LADERAS N22E/45SE, N25E/37SE Y N32E/38SE

FIGURA No. 3.13 ANÁLISIS CINEMÁTICO FALLA PLANAR Y EN CUÑA - LADERAS N34W/48NE, N41W/50NE Y N44E/51SE

FIGURA No. 3.14 ANÁLISIS DE FALLA CUNEIFORME – CUÑA I_{32}

FIGURA No. 3.15 ANÁLISIS DE FALLA POR VOLTEO - LADERAS N34W/48NE Y N41W/50NE

FIGURA No. 3.16 ANÁLISIS DE FALLA POR VOLTEO - LADERAS N19E/62SE Y N27E/62SE

FIGURA No. 3.17 ANÁLISIS DE BLOQUE CRÍTICO – LADERA N27E/62SE

FIGURA No. 3.18 ANÁLISIS DEL BLOQUE CRÍTICO – LADERA N41W/50NE

FIGURA No. 3.19 ANÁLISIS DEL BLOQUE CRÍTIO – LADERA N10W/52NE

FIGURA No. 3.20 ANÁLISIS MODAL PARA LAS JPs DEL MACIZO ROCOSO

FIGURA No. 3.21 SERIES MENSUALES DE PRECIPITACIÓN ESTACIÓN VIVERO VENADO DE ORO

FIGURA No. 3.22 ISOYETAS MEDIAS MENSUALES MULTIANUALES

FIGURA No. 3.23 CURVAS DE INTENSIDAD - FRECUENCIA Y DURACION PARA EL BARRIO SAN MARTIN DE LOBA

FIGURA No. 4.1 SECTORIZACIÓN ZONA DE ESTUDIO

LISTA DE TABLAS

TABLA No. 3.1 ENSAYOS DE CARGA PUNTUAL - SECTOR MALVINAS

TABLA No. 3.2 ENSAYOS DE CARGA PUNTUAL -SECTORES MIRADOR DE MARRUECOS Y GRAN CHAPARRAL

TABLA No. 3.3 ENSAYOS DE CARGA PUNTUAL - SECTORES VOZ DE ALERTA Y PLAYÓN PLAYITAS

TABLA No. 3.4 ANÁLISIS CINEMÁTICO DE FALLA PLANAR Y EN CUÑA LADERAS: N12E/45SE Y N44E/49SE

TABLA No. 3.5 ANÁLISIS CINEMÁTICO DE FALLA POR VOLTEO – LADERAS N12E/45SE Y N44E/49SE

TABLA No. 3.6 ANÁLISIS CINEMÁTICO DE FALLA PLANAR Y EN CUÑA LADERAS: N41W/50NE Y N10W/52NE

TABLA No. 3.7 ANÁLISIS CINEMÁTICO DE FALLA POR VOLTEO – LADERAS N41W/50NE Y N10W/52NE

TABLA No. 3.8 DATOS DE IDENTIFICACIÓN DE LAS ESTACIONES DE PRECIPITACIÓN EN EL ÁREA DE ESTUDIO

TABLA No. 3.9 PERÍODOS DE REGISTRO DE LAS ESTACIONES DEL ÁREA DE ESTUDIO

TABLA No. 3.10 VALORES ANUALES DE LA PRECIPITACIÓN EN LAS ESTACIONES

TABLA No. 3.11 VALORES DE PRECIPITACIÓN MENSUAL MULTIANUAL

TABLA No. 3.12 PARÁMETROS DISTRIBUCIÓN DE TORMENTAS

TABLA No. 3.13 VALORES DE INTENSIDAD MÁXIMA PARA DIFERENTES PERÍODOS DE RETORNO

TABLA No. 3.14 CÁLCULO DEL COEFICIENTE DE ESCORRENTÍA

TABLA No. 3.15 VALORES DE INTENSIDAD MÁXIMA - DURACIÓN DE 5 MINUTOS

TABLA No. 3.16 CAUDALES MÁXIMOS

TABLA No. 8.1 CANTIDADES DE OBRA Y PRESUPUESTO APROXIMADO ALTERNATIVA 1

TABLA No. 8.2 CANTIDADES DE OBRA Y PRESUPUESTO APROXIMADO ALTERNATIVA 2

TABLA No. 9.1 CRONOGRAMA DE EJECUCIÓN DE OBRAS

LISTA DE PLANOS

PLANO No. 1 MAPA BASE

PLANO No. 2 GEOLOGÍA Y GEOMORFOLOGÍA

PLANO No. 3 USOS ACTUALES DE LA TIERRA

PLANO No. 4 MAPA DE PENDIENTES

PLANO No. 5 SOLUCIONES PROPUESTAS ALTERNATIVA 1 - SECTORES PARA DESARROLLO URBANO PERFILES TÍPICOS

PLANO No. 6 SOLUCIONES PROPUESTAS ALTERNATIVA 1 - DISTRIBUCIÓN ESPACIAL PERFILES TÍPICOS

PLANO No. 7 SOLUCIONES PROPUESTAS ALTERNATIVA 2 - DISTRIBUCIÓN ESPACIAL PERFILES TÍPICOS

PLANO No. 8 ESQUEMAS TÍPICOS DE OBRAS Y ESTRUCTURAS

REGISTRO DE REVISIÓN DE DOCUMENTO

- **LISTA DE DISTRIBUCIÓN**

Copias de este documento han sido entregadas a las siguientes dependencias del FOPAE e HIDROTEC LTDA. Todas aquellas observaciones que resulten de su revisión y aplicaciones, deben ser informadas al Director del Proyecto para proceder a ejecutar sus modificaciones.

ÁREA O DEPENDENCIA		No. DE COPIAS
Copia No. 1	FOPAE	1
Copia No. 2	Interventoría	1
Copia No. 3	Biblioteca Hidrotec (Original)	1

- **ÍNDICE DE MODIFICACIONES**

ÍNDICE REVISIÓN	CAPÍTULO MODIFICADO	FECHA DE MODIFICACIÓN	OBSERVACIONES
0			Versión Inicial
1		12/08/98	Observaciones Interventoría
2			
3			

- **ESTADO DE REVISIÓN Y APROBACIÓN**

TITULO DOCUMENTO : INFORME FINAL SECTOR 3.5 SAN MARTÍN DE LOBA DOCUMENTO No. : 51-IF-05-01					
APROBACIÓN	NUMERO DE REVISIÓN		0	1	2
	RESPONSABLE ELABORACIÓN (JEFE DE GRUPO)	NOMBRE:	A. GUTIÉRREZ	A. GUTIÉRREZ	
		FIRMA:			
		FECHA:	98-06	98-08-12	
	CONTROL CALIDAD (ASEGURAMIENTO CALIDAD)	NOMBRE:	C. MORALES	C. MORALES	
		FIRMA:			
		FECHA:	98-06	98-08-12	
	Vo. Bo. DIRECTOR PROYECTO	NOMBRE:	G. TORRES	G. TORRES	
		FIRMA:			
		FECHA:	98-06	98-08-12	

1. INTRODUCCIÓN

En desarrollo del Contrato de Consultoría No. 1314 - 113 - 1997, suscrito entre el FONDO PARA LA PREVENCIÓN Y ATENCIÓN DE EMERGENCIAS E HIDROTEC LTDA, INGENIEROS CONSULTORES cuyo objeto es el de realizar los Estudios y Diseños de Estabilidad de Taludes y Control de Erosión y Manejo de aguas para la Estabilización de diferentes sitios en la ciudad de Santa Fe de Bogotá, Grupo 03, se presenta en el siguiente Informe Final correspondiente al sector 3.5 San Martín de Loba.

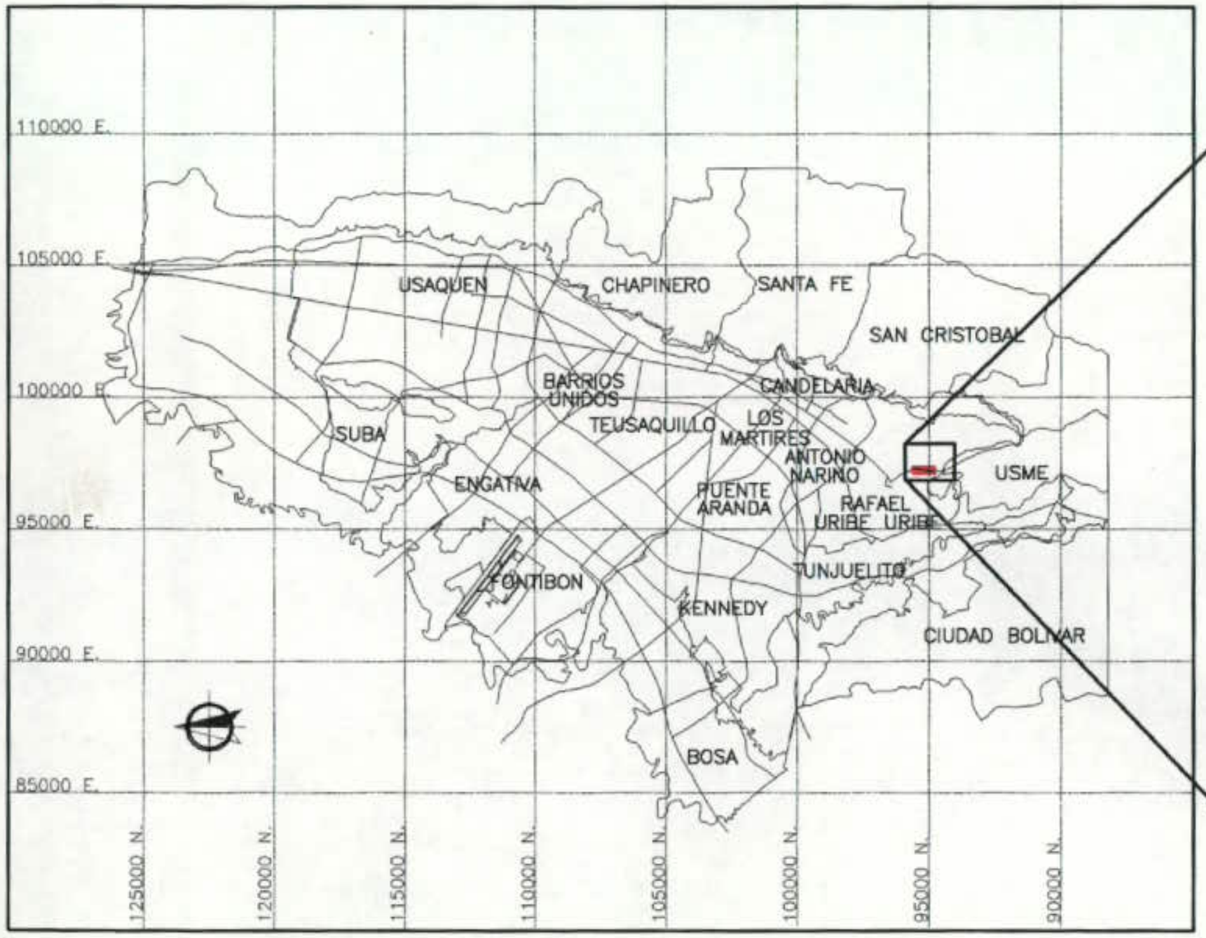
San Martín de Loba – Malvinas se establecen en la estribación oriental del Cerro de Las Guacamayas, en la localidad de San Cristóbal, al suroriente del Distrito Capital (Figura No. 1.1). Ocupan la mayor parte de la contrapendiente estructural del cerro, en un marco social deprimido, resultado del pulso invasor subnormal. Están limitados al oriente y sur por los cursos de las quebradas Las Mercedes y Chiguaza, principales expresiones del deterioro ambiental de la zona, pues en la actualidad sirven como colectores a cielo abierto, y receptores locales de basuras y escombros.

La malla vial de la zona, integrada por un conjunto irregular de calles y carreras pavimentadas pero con una superficie de rodadura en mal estado, descubre un esquema urbanístico desordenado, resultado de la fuerza invasora. Las calzadas son pequeñas y los corredores no tienen una clara direccionalidad. En general, las vías periféricas desembocan en la Avenida Caracas o en la Carrera 10ª, que se constituyen en los principales cinturones de comunicación con el resto de la ciudad.

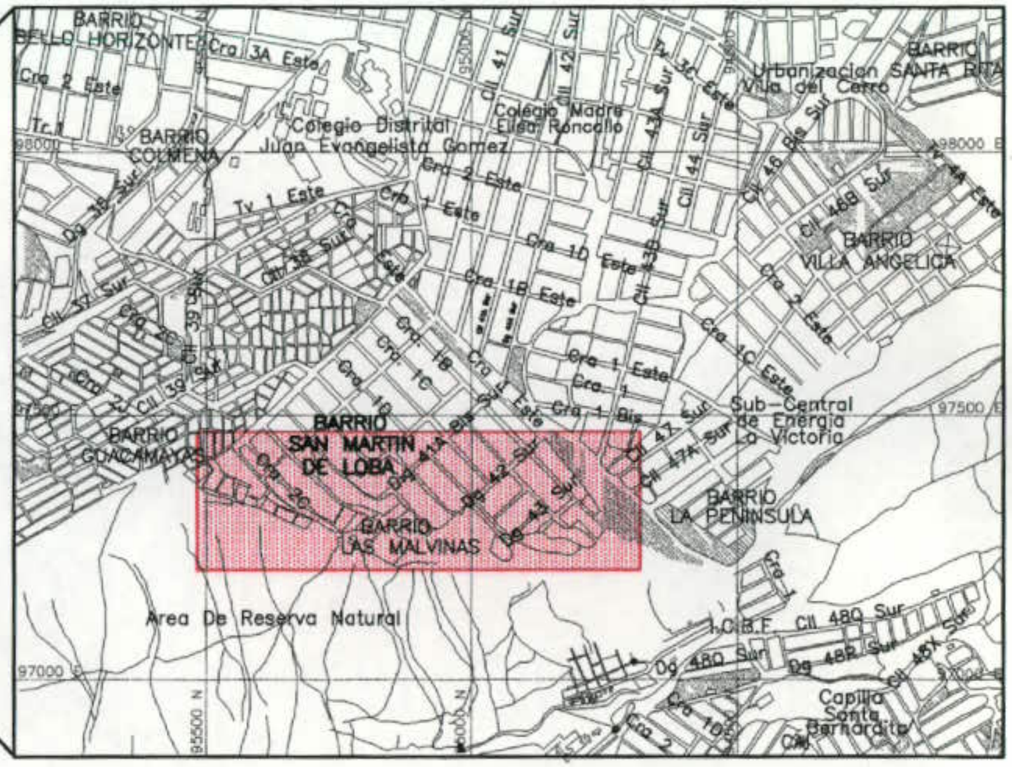
Contrario al panorama de las zonas periféricas, Malvinas no cuenta con red vial, el desplazamiento en el barrio emplea pequeños espacios que a fuerza de uso se han convertido en caminos peatonales. Obviamente, la falta de espacio público deja al descubierto el grado de hacinamiento de los moradores, y la deficiente, por no mencionar escasa, cobertura de servicios básicos.

San Martín de Loba y Malvinas están poblados de manera muy disímil. Mientras el primero ocupa la parte baja de la ladera y posee un planteamiento de desarrollo consolidado, con viviendas, casi en su totalidad, de sistema estructural aporticado, líneas de agua blancas, sistema de alcantarillado y vías pavimentadas (pavimento rígido). Malvinas, por su parte, está desarrollada en la franja más agreste y pendiente de la ladera, con casas de lata, madera y cartón, sin sistemas de acueducto y alcantarillado, y donde su contexto desordenado es tan sólo el más patente pulso de la colonización como "Invasión".

De la misma forma como poseen características de crecimiento tan diferentes, los dos barrios también presentan ambientes geotécnicos claramente diferenciables, pero con una cualidad similar, la contrapendiente estructural del cerro. Malvinas, se



LOCALIZACION EN BOGOTA



BARRIO SAN MARTIN DE LOBA

UPES-FOPAE

IDROTEC INGENIEROS CONSULTORES

ESTUDIOS Y DISEÑOS DE ESTABILIDAD DE TALUDES CONTROL DE EROSION Y MANEJO DE AGUAS PARA LA ESTABILIZACION DE DIFERENTES SITIOS EN LA CIUDAD DE SANTA FE DE BOGOTA – GRUPO No. 3

BARRIO SAN MARTIN DE LOBA
LOCALIZACION GENERAL

FIGURA No. 1.1

000011

loc-smla.DWG

entalla en un potente banco de arenisca friable, de más de 60 m de espesor, moderadamente fracturado, meteorizado en superficie, y con posibilidad de falla por bloques. San Martín de Loba, está cimentada en una secuencia estrictamente arcillosa, cubierta especialmente por depósitos de ladera; las pendientes son suaves y están destinadas a uso urbano.

El objetivo general de este proyecto es servir de instrumento en la planificación integral del sector, bajo el marco de la Prevención de Desastres. Así, en la concepción se contempló la realización de estudios básicos de Geología, Hidrología y Geotecnia, y el planteamiento de alternativas de solución.

El estudio geológico se realizó a escala 1:1.000 y 1:2.000, con especial énfasis en la elaboración de un modelo estratigráfico aproximado de la ladera, y a la investigación de los aspectos estructurales que incluyeron la medición en campo de rumbos y buzamientos de los planos de discontinuidad.

El estudio Geotécnico pretendió la caracterización de los materiales que conforman la zona de estudio y, el análisis general de estabilidad de las diferentes familias de taludes que constituyen la contrapendiente estructural. La Evaluación de estabilidad contemplo, entre otros aspectos: la determinación de las familias promedio de discontinuidades y sus características modales (espaciamiento, persistencia, relleno, etc.), el análisis cinemático de los modos probables de falla de las laderas, el empleo del concepto del cono de fricción para el estudio de las cuñas críticas, y la implementación de la teoría del bloque crítico en la definición de las unidades de material rocoso.

Dentro del presente informe y de los anexos que lo acompañan se hace un recuento de las investigaciones realizadas, los análisis efectuados y las conclusiones a que se llegó en cada uno de los diferentes aspectos de estudio.

Cabe resaltar, como algunas de las más importantes conclusiones, por una parte el aceptable grado de estabilidad de la zona de estudio, y por otra, el arrogante y desmedido patrón intervencionista. Es el hombre quien da lugar al deterioro general de la zona. Su acción, sin un marco planificado, en la expansión de la frontera urbanizable es el forjador de los problemas en el sector, y el responsable del deterioro de la calidad de vida.

La terminología adoptada para el estudio se basa en las definiciones propuestas por Varnes (1984) y, citadas por Van Westen (1996), González (1990), Cortés (1990), Montero y Otros (1996). A continuación se describen los términos relevantes utilizados en el desarrollo del proyecto:

- **Susceptibilidad.** Algo que está potencialmente dispuesto a modificarse o a evolucionar ante eventuales circunstancias naturales o antrópicas.

- **Amenaza natural (H).** Es la probabilidad de ocurrencia de un fenómeno potencialmente dañino, para un período específico de tiempo y para un área determinada.

Montero y otros citando a Hartlen y Viberg (1988), destacan que la amenaza puede expresarse de manera cuantitativa, en términos de valores espaciales y temporales de probabilidad, o de manera cualitativa sin dar valores absolutos de amenaza. En el primer caso se trata de amenaza absoluta, y en el segundo de amenaza relativa.

- **Vulnerabilidad (V).** Susceptibilidad de los elementos a sufrir daño por la magnitud de un fenómeno.

  Se puede descomponer en Exposición (**E**) y Resistencia (**S**), (**V=E/S**).

- **Riesgo (R).** Significa el número esperado de pérdidas de vidas humanas, personas afectadas, daños a propiedades, u obstrucciones de la actividad económica producto de un fenómeno natural.

Aunque por definición el término deslizamiento representa un tipo de fenómeno de remoción en masa, que ocurre a lo largo de una superficie de rotura bien definida, en este trabajo se empleará en forma genérica para representar cualquier tipo de movimiento en masa. De igual manera, se usarán los términos movimiento en masa, falla de taludes, procesos de inestabilidad y deslizamientos como sinónimos.

2. MARCO GENERAL

2.1 ACTIVIDADES REALIZADAS

En éste capítulo se da cuenta, en forma condensada, de las actividades realizadas durante el estudio para la evaluación de los principales factores de índole geológico y geotécnico que influyen en el comportamiento y estabilidad de la contrapendiente estructural. Éstos se presentan a continuación en manera alguna, ordenadas, partiendo de la evaluación de información y concluyendo en la exploración del subsuelo, sin incluir la etapa de análisis propiamente dicha, puesto que ella está contemplada en los estudios básicos, donde se considera adquieren su mayor relevancia.

Pocos proyectos se han llevado a cabo para estudiar las condiciones generales del subsuelo en el área urbana del barrio. En este sentido, es explicable que la evaluación de información se haya focalizado en el análisis del informe "Estudio Geológico y Geotécnico de Varios Barrios", Capítulos 1, 2 y 3, Junio/1988, realizados por Interdiseños Ltda., insuficiente para los objetivos del proyecto.

Como parte de la investigación geológica y geotécnica se desarrollaron actividades de fotointerpretación sobre pares esteroscópicos del año de 1990, correspondientes al vuelo R - 1131 fotos números 3183 a 3186, escala 1:5.000. Se obtuvo información cartográfica del IGAC, en escala 1: 2.000 de 1981, con base en aerofotos de 1977. Así mismo, del Mapa Digital de Santa Fe de Bogotá, se obtuvieron las planchas L - 49C y L - 59A en escala 1: 1.000, y La UPES - FOPAE suministró información cartográfica en medio magnético. Estos últimos elementos cartográficos se tomaron para la elaboración del mapa base, donde se representaron los resultados de los levantamientos geológicos y geomorfológicos, así como el planteamiento de alternativas de solución.

Complementariamente se realizó el reconocimiento de campo. Con él se definieron algunos aspectos geológicos, geomorfológicos y geotécnicos. Se determinaron sitios de afloramientos tanto de material rocoso como de suelo residual, a partir de los cuales se evaluaron aspectos estratigráficos y elementos estructurales, como por ejemplo grado de fracturamiento y orientación de los sistemas de discontinuidades. En el numeral 3.3 se trata con algún detalle estos tópicos.

2.2 INFRAESTRUCTURA Y SERVICIOS

San Cristóbal es la tercera localidad con el porcentaje más alto de necesidades básicas insatisfechas, cerca del 40 % de la población se encuentra en esta situación. En cifras absolutas es después de Ciudad Bolívar la que concentra el mayor número de pobres de toda la ciudad (DAMA, 1994).

Los barrios El Triángulo, Corinto, Amapolas, La Flora, Juan José Rondón, La Esperanza, Villa Diana, San Pedro, El Bosque y Malvinas, localizados en las partes altas de la localidad no posee servicios públicos (acueducto, alcantarillado, recolección de basuras); la falta de estos hace que sus habitantes descarguen los residuos sólidos y líquidos en el piedemonte o a los cauces de las quebradas contaminando sus aguas y creando focos de infección, que son la principal causa de morbilidad y mortalidad de la población.

En la parte baja de la alcaldía menor se encuentran los barrios más antiguos, entre ellos San Martín de Loba, que se abastecen de agua potable del tanque de Vitelma, pero la calidad de este servicio es deficiente debido a la proliferación de urbanizaciones piratas que causan daños a las redes principales de abastecimientos con las acometidas clandestinas.

La cobertura del servicio de Acueducto es parcial, la mejor dotación se encuentra hacia las vías troncales como la Avenida Caracas y la Avenida Villavicencio. Algunos de los habitantes de las zonas altas de la vertiente oriental toman parcialmente el agua de la conducción Regadera Vitelma, otros no cuentan con esta alternativa y se abastecen con agua proveniente de las cabeceras de los cuerpos de agua.

En resumen, Malvinas y San Martín de Loba son, a pesar de su extrema vecindad, el reflejo invertido de calidad de vida (en la localidad). Mientras el primero adolece de servicios públicos, el segundo se sirve del sistema Vitelma, cuenta con una red de alcantarillado en expansión actualmente, gracias a la canalización de las quebradas Chiguaza y Mercedes, y un período de servicio de recolección de basuras atendido por una compañía privada.

Como uno de los elementos de solución en el mejoramiento de la calidad de vida para las comunidades futuras y marginales actuales, la Empresa de Acueducto y Alcantarillado de Bogotá, mediante el plan "Red Sistema El Dorado" (en etapa de prediseño) pretende atender las necesidades de agua potable de una gran parte del sur de la ciudad capital en las localidades de Ciudad Bolívar, Usme, Rafael Uribe Uribe y San Cristóbal, hasta el año 2025. Para cumplir este objetivo se formuló un esquema preliminar de planeamiento sobre el que se determinaron las líneas de

expansión urbana, las redes de servicios y la localización de los puntos de almacenamiento.

La zona plana de la localidad tiene un buen servicio a nivel de red vial y transporte, pero en el piedemonte y las partes altas el servicio es muy deficiente pues actualmente no hay vías de acceso.

2.3 LA COMUNIDAD ANTE EL PROBLEMA Y PLANES DE LA UPES

La más clara demostración de la relación entre los pobladores del barrio y su centro de habitación, se encuentra en el texto "La Vida es un Cuento - Historia de Poblamiento del Barrio Malvinas", escrito por Lucía Torres de Várela (habitante del barrio) como parte del proyecto "Educación Ambiental y Apropiación de Espacios Públicos" - Convenio Alcaldía Local de San Cristóbal - Corporación Talaber, de cuyo texto se extraen los siguientes párrafos.

"Eso que se lleva dentro, no se dejó vencer por todas esas tragedias y acontecimientos, al contrario, hizo que la gente despertara y tomara conciencia de sus propias necesidades. Que sacarán ventaja, del hecho de no pagar arriendo, ni servicios, empezando a construir sus ranchitos en material (unos con sus propios medios, otros con ayuda de entidades). Se unieron para tratar de mejorar el terreno y evitar que se siguiera deteriorando y ocasionara en el futuro una tragedia peor".

Los hechos trágicos a los que hace referencia la autora corresponden a la emergencia ocurrida una noche de inicio de noviembre en el año de 1986 (durante un invierno). Un flujo de tierra (rellenos) en el tercer sector causa la pérdida de algunas viviendas y la reubicación de por lo menos nueve familias.

Pero el cariño, el arraigo y la razón de pertenencia no sólo radican en su fervor por mantenerse en la ladera. Estos van más allá de la sola necesidad de poseer un espacio donde construir una vivienda, contemplan el anhelo de una vida digna para ellos y sus herederos, como lo refiere la historia:

"El progreso ha sido lento, pero con mucho esfuerzo y dedicación se han conseguido varias cosas: mejorar el jardín infantil, construir el salón comunal, un centro social múltiple, una casa juvenil que cuenta con los recursos necesarios para abrir opciones a los jóvenes, con o sin problemas de drogadicción, un vivero que dispone de diversidad de árboles y arbustos, para suplir la necesidad de reforestación en el barrio y sus alrededores.

11 años después de aquella accidentada noche del 86 y con 6.800 habitantes, la gente continuó aferrada, cada vez con más amor a esa ¡hermosa loma! que un día

(¿o noche?) los acogió en sus entrañas, como una madre acoge y ampara a sus hijos".

Recientemente, durante el inicio y final del año 1996, se presentaron cuatro (4) emergencias en el segundo (II) sector del barrio. Sus consecuencias fueron la pérdida de 10 predios y el propósito de reubicación de sendas familias. La UPES mediante conceptos técnicos fechados el 26 de agosto de 1997 expresa abiertamente la necesidad de relocalizar las familias de las señoras Yuli Camacho, Matilde Naranjo Vargas, Blanca Liliana García, Blanca Elizabeth Bautista y Berenice Anganay; y de los señores: Carlos Henrys Téllez, Germán Ardila, Matías Poloche Azoca y Ángel Alirio Garzón, ubicadas entre la carrera 2 y carrera 2c con la calle 43. Estos últimos hechos cierran la estela de desastres en el barrio Malvinas desde su fundación en el año 1982 hace 16 años. La mayor parte de ellos provocados durante épocas invernales, en depósitos antrópicos (rellenos).

3. ESTUDIOS BÁSICOS

El barrio Las Malvinas está situado al sureste de Bogotá sobre las estribaciones orientales de una pequeña, pero empinada, Serranía denominada Guacamayas, que hace parte del límite sur de la zona plana de la ciudad (Plano No. 1). El barrio tiene su origen en los comienzos de la década del 80 y nace como una invasión. Está limitado al este por la Quebrada Las Mercedes y al occidente por la cima del cerro.

La serranía, sobre parte de la cual está construido el barrio, corresponde a los afloramientos de la formación Regadera la cual está constituida en su totalidad por rocas detríticas pertenecientes al Terciario más superior, que se depositó discordante sobre rocas más antiguas, principalmente sobre las arcillolitas de la Formación Bogotá. Hacia la parte baja de la serranía se observa un depósito coluvional de pie de ladera, antiguo, bastante compacto y sobre el que se han desarrollado suelos orgánicos hasta de 40 cm de espesor. Botaderos de materiales y basura, y depósitos de escombros arrancados de las laderas para hacer las pequeñas explanaciones de las viviendas, tapizan sectores importantes de la ladera.

Estructuralmente la serranía de Guacamayas pertenece al flanco oriental del sinclinal de Usme - Tunjuelito que se hunde bajo los sedimentos de la Sabana justamente al terminar la serranía nombrada y que tiene amplia expresión hacia Usme y el sur de Usme. Siguiendo casi el núcleo de este sinclinal, corre el río Tunjuelito que ha dejado un amplio y espeso cono de deyección que constituye una fuente muy importante de materiales.

3.1 GEOLOGÍA DE SUPERFICIE

3.1.1 Síntesis Histórica

La Sabana de Bogotá, constituye una unidad estructural localizada sobre la Cordillera Oriental Colombiana, la cual es considerada como un Terreno de basamento continental acrecionado al Escudo de la Guayana en el periodo Jurásico. Durante el periodo Cretácico la Sabana de Bogotá fue el centro de una extensa cuenca de sedimentación marina, que alcanzó espesores hasta de 12.500 m en su parte central. En el periodo Terciario el mar Cretácico se retira y se desarrollan una serie de anticlinorios y sinclinorios sobre los cuales tiene lugar una depositación de sedimentos tipo continental con espesores mayores en los sinclinorios y con acuñamientos hacia los flancos de los anticlinorios. A finales del Terciario y comienzos del Cuaternario se presenta un periodo de tectogénesis

elevándose la cordillera actual como resultado de los esfuerzos compresionales de la denominada orogenia Andina.

La región de la Sabana, como consecuencia de la orogenia, se erige como un "horts" que se eleva sobre sus zonas adyacentes por medio de fallas inversas quedando limitada al oeste, por el Valle Medio del Magdalena y al este, por los Llanos Orientales. En su zona central se forman pliegues anticlinales estrechos y fallados y sinclinales amplios en cuyas depresiones se depositaron sedimentos fluviales y lacustres en una larga cuenca que se extiende desde la región de Nazaret, al sur, hasta las inmediaciones de Paz de Río y Jericó, al norte, con una longitud de unos 250 Km. Los sedimentos depositados en esta cuenca, forman hoy las extensas terrazas planas de la región sabanera que están limitadas por cerros en donde afloran los sedimentos cretáceos y algunos terciarios, plegados.

Hacia la parte suroriental de Bogotá la zona plana de Sabana está limitada por estribaciones no muy elevadas formadas principalmente por sedimentos Terciarios que se elevan paulatinamente hacia el sur y dan paso al Páramo de Sumapaz. En el inicio de estas estribaciones se encuentra la serranía de Guacamayas en donde se localiza el barrio Las Malvinas.

3.1.2 Estratigrafía

La serranía de Guacamayas está formada por rocas detríticas del la formación Regadera del Terciario superior. Esta formación descansa en contacto discordante erosional sobre arcillolitas de la formación Bogotá (INGEOMINAS, 1988) de la cual se observan algunos afloramientos menores en la parte baja del barrio. Coluviones antiguos cubren parte de la ladera de la serranía. No sobra advertir que en toda la ladera son muy comunes los botaderos de basuras y los depósitos de escombros arrancados del las laderas del cerro y arrojados sobre los taludes (Véase Plano No. 2).

- **Formación Bogotá. (Teb)**

La formación se ha subdividido en dos conjuntos: El conjunto inferior consta de areniscas cuarzosas, feldespáticas, gris - verdosas, de grano fino que alternan con bancos de arcillolitas varicoloreadas; este conjunto puede alcanzar un espesor de unos 620 m. En el conjunto superior aparecen arcillolitas gris oscuras, verdes y marrones, con un espesor superior a los 100 m.

- **Formación Regadera (Tpr)**

En forma general está constituida por areniscas de cuarzo, feldespáticas, con fragmentos líticos; de tonos gris claros, con abundante matriz arcillosa, e intercalaciones de arcillolitas de color gris claro a oscuro, blandas y plásticas, que se presentan hacia el techo de la secuencia. La formación puede alcanzar un espesor de 360 m.

Una sucesión obtenida en el extremo sur de la serranía y que forma la parte más afectada por la urbanización es la siguiente, descrita de la base hacia el techo (Plano No. 2):

- Lutitas gris-oscuras a verdosas, compactas, homogéneas, con algo de fracturación concoidea. Espesor visto 1,50 m.
- Cubierto 4 m.
- Arenisca de grano grueso a conglomerática con abundantes guijos de cuarzo lechoso redondeados, color rojizo, feldespática, ferruginosa, algo friable. Espesor 1,20 m.
- Limolita amarillenta con abundantes concreciones de limonita en especies de grumos. Espesor 0,20 m.
- Arenisca de tonos rosados, de grano grueso, feldespática, con estratificación interna plana paralela, algo friable. En la parte media del banco un nivel de limolita blanca a gris clara, de unos 20 cm. Espesor 1,60 m.
- Arenisca en un potente banco capas en forma de lentejones formadas por un seudoestratificación; de grano grueso, muy feldespática, con abundante cemento ferruginoso, con cintas y láminas ferruginosas formado figuras caprichosas o paralelas a la estratificación. Se observa estratificación gradada con niveles conglomeráticos hacia la base de las capas, con abundantes guijos de cuarzo lechoso redondeado hasta de 1 cm de diámetro. en parte la arenisca es friable. Espesor 8,0 m.
- Arenisca ferruginosa, de grano grueso, de tonos rojizos, en capas delgadas de 20 y 30 cm. Espesor 1,0 m.
- Arcillolita morada a gris clara, formando un lente que se acuña en menos de 10 m. Espesor 3,0 m.
- Arenisca amarillenta a gris clara, de grano grueso, feldespática, en sectores con abundante cemento ferruginoso que la hace muy compacta, dura, resistente. se observan abundantas láminas y cintas de limonita de color carmelita oscura muy duras; con abundantes oquedades hasta de 10 cm, producto de la disolución de nódulos ferruginosos y de fragmentos líticos; en capas muy gruesas mayores de 1 m de espesor. Hacia la base se observa laminación ferruginosa gruesa y hacia el techo estratificación cruzada. Espesor 7,0 m.
- Arenisca de grano muy grueso, con sectores conglomeráticos con guijos de cuarzo lechosos redondeado hasta de 4 cm de diámetro; con cantos de arenisca

y arcilla (líticos) que dejan oquedades al meteorizarse. La arenisca tiene abundante cemento ferruginoso, y presenta cintas y láminas de limonita muy dura rojiza oscura. Espesor 2,0 m.

- Arenisca de grano grueso, de tonos rojizos a morados, feldespática, con guijos de cuarzo lechoso redondeados, y abundantes cintas de limonita rojiza oscura muy dura. La arenisca presenta abundante cemento ferruginoso que le da dureza. Espesor 1,50 m.
- Arenisca de grano medio a grueso de tonos verdosos y rojizos; feldespática; con abundante cemento ferruginoso que le da dureza. En partes se observa laminación muy gruesa no paralela, muy ondulada, que da formas de capas replegadas. Espesor 2,40 m.
- Arcillolitas algo limosas, gris claras, muy alteradas, con abundantes cintas de limonita paralelas a la estratificación. Espesor 0,20 m.
- Arenisca de grano grueso, feldespática, en capas de 0,30 m, lenticulares, con sectores conglomeráticos; con abundantes guijos de arcilla blanca (líticos), hasta de 5 cm de diámetro mayor, aplanados. Se observan cintas de limonita paralelas a la estratificación. La arenisca es de tonos rosados, friable y presenta estratificación cruzada. Espesor 2,20 m.
- Limolita gris muy clara en parte muy arcillosa, lenticular, con fractura concoidea y con abundantes cintas de limonita. Espesor 1,80 m.
- Arenisca blanca amarillenta, en partes de tonos morados y rojizos; de grano grueso a muy grueso, con estratificación cruzada en sets no paralelos; friable, de resistencia media, muy feldespática y con abundante matriz arcillosa. Presenta especies de lentes conglomeráticos con estratificación cruzada. En los planos de estratificación se observa abundante mica. Se presenta en bancos muy gruesos con planos de estratificación muy cerrados. Espesor 5,50 m.
- Arenisca de tintes verdosos, de grano grueso, muy arcillosa, con guijos de arcillolita (líticos) blanca hasta de 3 cm, feldespática, friable. Espesor 2,50 m.
- Arenisca de color blanco a blanco - amarillento, de grano grueso a muy grueso, en partes conglomerática; feldespática, con abundante cemento ferruginoso que le da compactación; en capas algo lenticulares con espesores de 30 y 40 cm en la base y de más de 1 m en el techo. Espesor 2,80 m.
- Arenisca de color gris claro a blanco amarillento; de grano grueso; feldespática; con abundante cemento ferruginoso, en capas algo lenticulares. Espesor 12,0 m.
- Suelo residual con un horizonte amarillento en la parte basal de unos 0,70 m de espesor, superpuesto por un horizonte rojizo de 0,80 m y con una capa vegetal gris muy oscura en la parte más superior, de 0,40 m de espesor. Espesor 1,90 m.

El espesor medido de esta secuencia es de 62 m, y sobre ella está construido gran parte del barrio.

- **Depósito coluvial (Qc)**

Es un depósito de pie de monte, formado por bloques (hasta 1,50 m de diámetro), cantos y guijos de arenisca ferruginosa, angulares, flotando en una matriz de tonos rojizos, limo arenosa, ferruginosa, bastante compacta. El cono puede alcanzar espesores hasta de 4 m. El coluvión es antiguo y sobre él se han desarrollado algunos suelos grises - oscuros, hasta de 0,30 m de espesor. En sectores el cono se ve muy cementado.

El depósito tiene importancia hacia el sur del barrio principalmente en un sector no intervenido, pero en el área construida se observan algunos remanentes que adquieren importancia hacia la parte norte.

- **Botaderos y depósitos de escombros (Qb)**

Muy importante a señalar, es la presencia en el área construida de depósitos de escombros (e), provenientes de las excavaciones ejecutadas para afincar las viviendas. Son arrojados sobre las laderas y en ocasiones sirven para aumentar el área de construcción. Gran parte de las viviendas levantadas sobre la parte media y alta de la escarpa presentan esta característica. Los escombros son obviamente inconsolidados y pueden ser focos de áreas de inestabilidad, pero por fortuna no son muy espesos.

En algunos sitios se observaron, igualmente, antiguos botaderos de basura, delgados, localizados sobre la empinada ladera, que son igualmente focos pequeños de inestabilidad.

3.1.3 Tectónica

El barrio está localizado sobre el flanco oriental del sinclinal de Usme - Tunjuelito, estructura amplia con un desarrollo importante hacia el sur de Usme, extendiéndose hasta las inmediaciones del corregimiento de Nazaret sobre el páramo de Sumapaz. Hacia el norte el sinclinal se hunde por debajo del cuaternario de la Sabana. La estructura es algo asimétrica y está cortada por varias fallas transversales y limitado al W por la Falla de Mochuelo.

El flanco sobre el cual está el barrio, presenta una inclinación uniforme de unos 30 a 35° hacia el SW y se resalta como aspecto tectónico de importancia local, la discordancia marcada de la formación Regadera sobre las arcillolitas de la formación Bogotá que se observa en el mismo barrio.

3.1.4 Sismicidad

En el estudio de "Microzonificación Sísmica de Santafé de Bogotá" (1997), en cuyo interior se sintetiza toda la información geológica, sismológica, geofísica, geotécnica y neotectónica del Distrito Capital. El área de estudio cae en la Zona 1 que se describe así:

- **Zona 1 - Cerros**

Se caracteriza por la presencia de formaciones rocosas con relativa alta capacidad portante. La zona puede presentar inestabilidad por efectos de las pendientes que se ven afectadas por lluvias, aguas de escorrentía y por sismos.

Para esta zona se recomienda un espectro de diseño cuya caracterización está relacionada directamente con la composición del subsuelo en los primeros 30 a 50 m de profundidad, considerando que son los que controlan la respuesta sísmica en cada sitio.

El estudio de Microzonificación sísmica de Santafé de Bogotá da una serie de coeficientes espectrales para diseño como son: To, Periodo Inicial; Tc, periodo corto; Tl, periodo largo; Sa aceleración espectral; Am, aceleración máxima; An, aceleración nominal; Fa, factor de amplificación de la aceleración; y Fv, factor de ampliación de la aceleración en el rango de velocidades constantes. Para la zona 1 los valores considerados son:

Coeficientes	Zona 1 Cerros
To	0,20
Tc	1,00
Tl	5,00
Am	0,24
An	0,30
Fa	1,00
Fv	2,00

3.2 GEOMORFOLOGÍA

Se distinguen claramente geoformas de origen estructural - denudacional y geoformas denudacionales de acumulación. Las primeras se originan sobre las rocas sedimentarias del área que han sido plegadas y elevadas, sobre las cuales han obrado con posterioridad los fenómenos denudacionales. Las segundas están representadas por los depósitos coluviales que son en esencia depósitos de pie de ladera provenientes de la degradación de las rocas que forman la cima de la serranía. Se pueden distinguir las siguientes geoformas:

- **Escarpas**

Son áreas con pendientes muy fuertes que se inclinan en contra del sentido del buzamiento o inclinación de los estratos sedimentarios propios de las rocas detríticas de la formación Regadera. Forman gran parte del barrio en donde las pendientes sobrepasan los 70°.

- **Pendientes Estructurales**

Se señala esta geoforma que se caracteriza por tener la misma inclinación de los estratos, de tal forma que su pendiente está siempre regida por el ángulo de inclinación de estos. Generalmente tales pendientes estructurales están dadas por estratos competentes, resistentes a la erosión. En el área la mencionada geoforma está representada por la pendiente de la serranía que se opone a la escarpa en donde está construido el barrio. Es una pendiente uniforme no intervenida sino en un sector menor. Está por fuera de la zona de estudio, pero amerita que sea conservada y que se evite cualquier construcción sobre ella, pues es una zona potencialmente inestable por el sentido de la inclinación de las capas que se reitera, es el mismo de la pendiente.

- **Depósitos Coluviales**

Es una geoforma denudacional que se desarrolla hacia el pie y la parte media de la escarpa. Está constituida por los desprendimientos de la parte alta del cerro y tiene una pendiente no regular dada por la pendiente de reposo del material rodado. El coluvión tiene una matriz areno - limosa que en parte se observa muy compacta, debido a la presencia de cemento ferruginoso proveniente de las areniscas que

conforman el cerro. El depósito cubre un área importante al sur del barrio (área no intervenida) y se observa, principalmente, en sectores construidos al norte del mismo.

En el mapa Morfodinámico del convenio D.A.P.D. - INGEOMINAS (1.988), el barrio está dentro de la Zona Geomorfológica XI, que caracteriza una zona de topografía abrupta a escarpas, con pendientes entre 30 y 80°.

3.3 ASPECTOS GEOTÉCNICOS

3.3.1 Exploración del Subsuelo

El tipo de caracterización geotécnica fue en su totalidad dictaminado por las características de la zona donde se emplaza el barrio. San Martín de loba comparte en su mayor proporción la contrapendiente estructural de un potente macizo rocoso de areniscas, por espacios descubierto que permite observar la secuencia estratigráfica en trayectos importantes. Este banco, se superpone a una amplia secuencia arcillosa, recinto de la mayor parte de la infraestructura del barrio (vías, alcantarillado, unidades de vivienda organizadas y consolidadas) que limita toda posibilidad de investigación del subsuelo.

Todo este conjunto justificó la exploración directa mediante trincheras y levantamientos estructurales. Con relación al primer tópico se levanto una columna estratigráfica en él costado sur del barrio, cuya altura de investigación alcanzó los 60 m. de espesor (Figura No. 3.1), que permitió plantear buena parte del modelo geotécnico de la zona. Con el segundo tópico se pretendió facilitar la clasificación del macizo y determinar la influencia de las discontinuidades en la estabilidad de los taludes existentes.

La investigación geotécnica revelo algunos rasgos característicos de la zona. Entre otros, la presencia de niveles de arenisca con estratificación cruzada; el patrón estructural del macizo, caracterizado por el alto grado de fracturamiento y el comportamiento homogéneo de la secuencia estratigráfica (por lo menos para la Formación Regadera) en la zona alta de la ladera. Este último aspecto de especial trascendencia en la formulación del Modelo Geotécnico.

Durante el levantamiento estructural se tomó información de discontinuidades, identificando orientación, separación, abertura, tipo de relleno, rugosidad y persistencia de las familias principales y secundarias. Con estos elementos se determinaron parámetros como el índice del tamaño del bloque, el control volumétrico de diaclasas (Jv), el RQD y el JRC, importantes en el estudio del comportamiento del macizo.

FIGURA No. 3.1
REGISTRO DE TRINCHERA No. 1

PROYECTO :	1351	TRINCHERA No.	T-1
FECHA INIC:	Feb-98	FECHA TERMINO:	Abr-98
TABLA DE AGUA:		COTA DEL TERRENO :	
PROFUNDIDA	62,30 m	LOCALIZACION :	Malvinas
HOJA :	1 DE: 6	ESTACION:	

PROF. (m)	PERFIL	PERFIL DEL SUELO DESCRIPCION	OBSERVACIONES
		Capa vegetal gris muy oscura.	
1.0		Suelo residual con un horizonte amarillento en la parte basal de unos 0.70 m de espesor, superpuesto por un horizonte rojizo de 0.80 m.	
2.0			
3.0			
4.0			
5.0			
6.0		Arenisca de color gris claro a blanco amarillento; de grano grueso, feldespática, con abundante cemento ferruginoso, en capas algo lenticulares.	
7.0			
8.0			
9.0			
10.0			
11.0			
12.0			

Continúa

HIDROTEC
INGENIEROS CONSULTORES

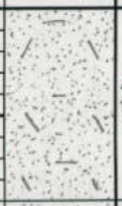
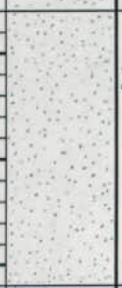
HIDROTEC LTDA. - INGENIEROS CONSULTORES

San Martin de Loba - Proyecto 1351

REGISTRO DE EXPLORACIÓN DEL SUBSUELO

FIGURA No. 3.1 (Continuación)
REGISTRO DE TRINCHERA No. 1

PROYECTO :	1351	TRINCHERA No.	T-1
FECHA INIC:	Feb-98	FECHA TERMINO:	Abr-98
TABLA DE AGUA:		COTA DEL TERRENO :	
PROFUNDIDA	62,30 m	LOCALIZACION :	Malvinas
HOJA :	2 DE: 6	ESTACION:	

PERFIL DEL SUELO			OBSERVACIONES
PROF. (m)	PERFIL	DESCRIPCION	
13.0		Arenisca de color gris claro a blanco amarillento; de grano grueso, feldespática, con abundante cemento ferruginoso, en capas algo lenticulares.	
14.0 – 16.0		Arenisca de color blanco a blanco amarillento, de grano grueso a muy grueso, en partes conglomerática; feldespática, con abundante cemento ferruginoso que le da compactación; en capas algo lenticulares con espesores de 30 y 40 cm en la base y de más de 1 m en el techo.	
17.0 – 19.0		Arenisca de tintes verdosos, de grano grueso, muy arcillosa, con guijos de arcillolita (líticos) blanca hasta de 3 cm, feldespática, friable.	
20.0 – 24.0		Arenisca blanca amarillenta, en partes de tonos morados y rojizos; de grano grueso a muy grueso, con estratificación cruzada en sets no paralelos; friable, de resistencia media, muy feldespática y con abundante matriz arcillosa. Presenta especies de lentes del tipo conglomeratico con estratificación cruzada. En los planos de estratificación se observa abundante mica. Se presenta en bancos muy gruesos con planos de estratificación muy cerrados.	

HIDROTEC
INGENIEROS CONSULTORES

HIDROTEC LTDA. - INGENIEROS CONSULTORES

San Martín de Loba - Proyecto 1351

REGISTRO DE EXPLORACIÓN DEL SUBSUELO

FIGURA No. 3.1 (Continuación)
REGISTRO DE TRINCHERA No. 1

PROYECTO :	1351	TRINCHERA No.	T-1
FECHA INIC:	Feb-98	FECHA TERMINO:	Abr-98
TABLA DE AGUA:		COTA DEL TERRENO :	
PROFUNDIDA	62,30 m	LOCALIZACION :	Malvinas
HOJA :	3 DE: 6	ESTACION:	

PERFIL DEL SUELO			OBSERVACIONES
PROF. (m)	PERFIL	DESCRIPCION	
		Igual al anterior.	
25.0		Limolita gris muy clara en parte muy arcillosa, lenticular, con fractura concoidea y con abundantes cintas de limolita.	
26.0			
27.0		Arenisca de grano grueso, feldespática, en capas de 0.30 m, con sectores conglomeráticos, lenticulares; con abundantes guijos de arcilla blanca (líticos), hasta de 5 cm de diámetro mayor, aplanados. Se observan cintas de limolita paralelas a la estratificación. La arenisca es de tonos rosados, friable y presenta estratificación cruzada.	
28.0			
29.0		Arcillolitas algo limosas, gris claras, muy alteradas, con cintas limolitas paralelas a la estratificación.	
30.0		Arenisca de grano medio a grueso de tonos verdosos y rojizos, feldespática, con abundante cemento ferruginoso que le da dureza. En partes se observa laminación muy gruesa no paralela, muy ondulada, que da formas de capas replegadas.	
31.0			
32.0		Arenisca de grano grueso, de tonos rojizos a morados, feldespática, con guijos de cuarzo lechoso redondeados, y abundantes cintas de limolita rojiza oscura muy dura. La arenisca presenta abundante cemento ferruginoso que le da dureza.	
33.0		Arenisca de grano muy grueso, con sectores conglomeráticos con guijos de cuarzo lechosos redondeados, hasta de 4 cm de diámetro; con cantos de arenisca y arcilla (líticos) que dejan oquedades al meteorizarse. La arenisca tiene abundante cemento ferruginoso, y presenta cintas y láminas de limolita muy dura, rojiza oscura.	
34.0			
35.0		Arenisca amarillenta a gris clara, de grano grueso, feldespática, en sectores con abundante cemento ferruginoso que la hace muy compacta dura y resistente. Se observan abundantes láminas y cintas de limolita de color carmelito oscuro muy duras, con abundantes oquedades hasta de 10 cm producto de la disolución de nódulos ferruginosos y de fragmentos líticos en capas muy gruesas mayiores de 1 m de espesor. Hacia la base se observa laminación ferruginosa gruesa.	
36.0			Continúa

HIDROTEC
INGENIEROS CONSULTORES

HIDROTEC LTDA. - INGENIEROS CONSULTORES

San Martín de Loba - Proyecto 1351

REGISTRO DE EXPLORACIÓN DEL SUBSUELO

FIGURA No. 3.1 (Continuación)

REGISTRO DE TRINCHERA No. 1

PROYECTO : 1351
FECHA INIC: Feb-98
TABLA DE AGUA:
PROFUNDIDA 62,30 m
HOJA : 4 DE: 6

TRINCHERA No. T-1
FECHA TERMINO: Abr-98
COTA DEL TERRENO :
LOCALIZACION : Malvinas
ESTACION:

PERFIL DEL SUELO			OBSERVACIONES
PROF. (m)	PERFIL	DESCRIPCION	
37.0		Arenisca amarillenta a gris clara, de grano grueso, feldespática, en sectores con abundante cemento ferruginoso que la hace muy compacta dura y resistente. Se observan abundantes láminas y cintas de limolita de color carmelito oscuro muy duras, con abundantes oquedades hasta de 10 cm producto de la disolución de nódulos ferruginosos y de fragmentos líticos en capas muy gruesas mayores de 1 m de espesor. Hacia la base se observa laminación ferruginosa gruesa y hacia el techo estratificación cruzada.	
38.0			
39.0			
40.0			
41.0			
42.0		Arcillolita morada a gris clara, formando un lente que se acuña en menos de 10 m.	
43.0			
44.0			
45.0		Arenisca ferruginosa de grano grueso, de tonos rojizos, en capas delgadas de 20 y 30 cm.	
46.0		Arenisca en un potente banco de capas en forma de lentejones formadas por una seudoestratificación; de grano grueso, muy feldespática, con abundante cemento ferruginoso, con cintas y láminas ferruginosas formando figuras caprichosas o paralelas a la estratificación. Se observa estratificación gradada con niveles conglomeráticos hacia la base de las capas, con abundantes guijos de cuarzo lechoso redondeado hasta de 1 cm de diámetro. En parte la arenisca es friable.	
47.0			
48.0			

Continúa

HIDROTEC INGENIEROS CONSULTORES

HIDROTEC LTDA. - INGENIEROS CONSULTORES

San Martín de Loba - Proyecto 1351

REGISTRO DE EXPLORACIÓN DEL SUBSUELO

FIGURA No. 3.1 (Continuación)
REGISTRO DE TRINCHERA No. 1

PROYECTO : 1351
FECHA INIC: Feb-98
TABLA DE AGUA:
PROFUNDIDA 62,30 m
HOJA : 5 DE: 6

TRINCHERA No. T-1
FECHA TERMINO: Abr-98
COTA DEL TERRENO :
LOCALIZACION : Malvinas
ESTACION:

PERFIL DEL SUELO			OBSERVACIONES
PROF. (m)	PERFIL	DESCRIPCION	
49.0 – 50.0 – 51.0 – 52.0 – 53.0		Arenisca en un potente banco de capas en forma de lentejones formadas por una seudoestratificación; de grano grueso, muy feldespática, con abundante cemento ferruginoso, con cintas y láminas ferruginosas formando figuras caprichosas o paralelas a la estratificación. Se observa estratificación gradada con niveles conglomeráticos hacia la base de las capas, con abundantes guijos de cuarzo lechoso redondeado hasta de 1 cm de diámetro. En parte la arenisca es friable.	
54.0 – 55.0		Arenisca de tonos rosados, de grano grueso, feldespática, con estratificación interna paralela, algo friable. En la parte media del banco aparece un nivel de limolita blanca a gris clara, de unos 20 cm.	
		Limolita amarillenta con abundantes concreciones de limolita en grumos.	
56.0		Arenisca de grano grueso a conglomerática con abundatnes guijos de cuarzolechoso redondeados, color rojizo, feldespática, ferruginosa, algo friable.	
57.0 – 58.0 – 59.0 – 60.0	?	Cubierto	

Continúa

HIDROTEC INGENIEROS CONSULTORES

HIDROTEC LTDA. - INGENIEROS CONSULTORES

San Martín de Loba - Proyecto 1351

REGISTRO DE EXPLORACIÓN DEL SUBSUELO

FIGURA No. 3.1 (Continuación)

REGISTRO DE TRINCHERA No. 1

PROYECTO : 1351
FECHA INIC: Feb-98
TABLA DE AGUA:
PROFUNDIDA 62,30 m
HOJA : 6 DE: 6

TRINCHERA No. T-1
FECHA TERMINO: Abr-98
COTA DEL TERRENO :
LOCALIZACION : Malvinas
ESTACION:

PERFIL DEL SUELO			OBSERVACIONES
PROF. (m)	PERFIL	DESCRIPCION	
	?	Cubierto	
61.0		Lutitas gris oscuras a verdosas, compactas, homogéneas, con algo de fracturación concoidea.	
62.0		Fin de la trinchera.	
63.0			
64.0			
65.0			
66.0			
67.0			
68.0			
69.0			
70.0			
71.0			
72.0			

Continúa

HIDROTEC
INGENIEROS CONSULTORES

HIDROTEC LTDA. - INGENIEROS CONSULTORES

San Martín de Loba - Proyecto 1351

REGISTRO DE EXPLORACIÓN DEL SUBSUELO

3.3.2 Ensayos de Laboratorio

La determinación de las propiedades geotécnicas de los materiales que componen la zona se llevo a cabo sobre muestras irregulares de bloque. Los testigos, básicamente areniscas de grano medio a grueso, friables, fueron sometidos a pruebas índice de peso unitario y carga puntual (Tabla No. 3.1).

Los resultados obtenidos fueron comparados con los valores reportados en otros sitios de exposición de la Formación, en un radio de 1 Km. Entre ellos se destacan los sectores: Voz de Alerta y la Fiscala, al suroccidente del cerro de las Guacamayas; y los barrios Mirador de Marruecos y Playón Playitas al noroccidente (INGEOMINAS, 1995).

Los valores del índice de carga comprendidos entre 1,0 Kg/cm^2. y 17 Kg/cm^2. (Tablas Nos. 3.1 a 3.3), dejan vislumbrar un material rocoso relativamente débil. La Arenisca exhibe valores del esfuerzo a compresión simple entre 23 Kg/cm^2 y 400 Kg/cm^2, según sea él tipo de cemento. Los bancos más duros presentan abundante cemento ferruginoso y los más débiles son principalmente friables con escaso cemento. La Arcillolita y la Limolita revelan niveles similares de esfuerzo a compresión, cercanos a los 100 Kg/cm^2, con pesos unitarios entre 1,8 ton/m^3 y 2,2 ton/m^3.

Todo ello facilitó, gracias a la aplicación de los sistemas de Hoek (1995), Bienawsky (1976) y, las teorías de Hoek & Brown (1980) y Barton (1973), una adecuada clasificación del macizo rocoso, y una estimación de los parámetros de comportamiento básico del mismo.

3.3.3 Características del Subsuelo

Con base en la investigación de campo, ensayos de laboratorio y en algunos principios básicos de la geología estructural, se elaboró un modelo (aproximado) del subsuelo para la ladera en general que destaca la secuencia estratigráfica, la disposición estructural del macizo, y el tipo de contacto entre las formaciones Regadera y Bogotá. En la Figura No. 3.2 se presenta el modelo geotécnico de la ladera estructural y la caracterización geomecánica de la zona.

A continuación se hace una breve descripción de algunas características geomecánicas de los materiales que componen la zona de estudio, haciendo énfasis en el macizo rocoso y en sus componentes principales, puesto que es el ambiente geotécnico dominante en el barrio.

TABLA No. 3.1
PROYECTO ESTUDIO GEOTECNICO FOPAE - SANTAFE DE BOGOTA
ENSAYOS DE CARGA PUNTUAL

SECTOR	MUESTRA	PESO UNIT.	P(kN)	P(kg-f)	De(cm)	Is(kg/cm^2)	F	I_{50} (kg/cm^2)	I_{prom} (kg/cm^2)	σ_{ci} (kg/cm^2)	DESCRIPCION
MALVINAS SAN MARTIN DE LOBA	E1-M7	2,01	0,39	40,000	6,000	1,111	1,086	1,206	1,003	23,071	Arenisca cuarzosa de grano medio a grueso, redondeada a subredondeada, abundante matriz arcillosa y algo de cemento ferruginoso, mica en pequeñas proporciones, algunos máficos, friable.
	E1-M7	2,01	0,36	37,000	5,350	1,293	1,031	1,333			
	E1-M7	2,01	0,18	18,000	4,400	0,930	0,944	0,878			
	E1-M7		0,10	10,000	2,700	1,372	0,758	1,040			
	E1-M7		0,20	20,000	6,000	0,556	1,086	0,603			
	E1-M7		0,30	31,000	5,900	0,891	1,077	0,959			
	E1-M8	2,01	2,25	230,000	6,300	5,795	1,110	6,430	10,744	247,111	Arenisca de grano medio a grueso, cuarzosa y feldespática con algo de mica, con abundante cemento ferruginoso.
	E1-M8	2,01	2,40	245,000	3,370	21,573	0,837	18,064			
	E1-M8	2,01	1,27	130,000	4,400	6,715	0,944	6,340			
	E1-M8	2,01	1,08	110,000	3,000	12,222	0,795	9,712			
	E1-M8	2,01	1,37	140,000	3,000	15,556	0,795	12,361			
	E1-M8		2,32	237,000	4,400	12,242	0,944	11,557			
	E1-M9	2,01	0,10	10,000	3,000	1,111	0,795	0,883	1,813	41,692	Arenisca de grano medio a grueso, cuarzosa, con abundante matriz arcillosa y feldespática, con mica abundante, en sectores con cemento ferruginoso, presenta abundantes oquedades.
	E1-M9	2,01	0,39	40,000	3,400	3,460	0,841	2,909			
	E1-M9	2,01	0,12	12,000	2,950	1,379	0,789	1,087			
	E1-M9	2,01	0,36	37,000	3,500	3,020	0,852	2,573			
	E1-M9	2,01	0,18	18,000	3,100	1,873	0,806	1,511			
	E1-M9		0,29	30,000	3,700	2,191	0,873	1,914			
SAN MARTIN DE PORRES	E9-M1	2,16	1,20	122,000	7,350	2,258	1,189	2,686	5,647	129,879	Arenisca grano fino, abundante matriz arcilosa, algo de cemento ferruginoso, color gris moteado a rojizo, feldespática con algo de mica.
	E9-M1	2,16	1,34	137,000	5,750	4,144	1,065	4,413			
	E9-M1	2,16	0,96	98,000	3,850	6,612	0,889	5,878			
	E9-M1	2,16	1,29	132,000	4,000	8,250	0,904	7,462			
	E9-M1	2,16	0,72	73,000	3,250	6,911	0,824	5,693			
	E9-M2		1,20	122,000	3,710	8,864	0,874	7,750			
	E10-M1	2,07	1,34	137,000	4,700	6,202	0,973	6,032	6,905	158,810	Arenisca de grano fino, compacta, cemento ferruginoso, matriz arcillosa con algo de mica.
	E10-M1	2,07	2,64	269,000	5,250	9,760	1,022	9,976			
	E10-M1	2,07	2,30	235,000	5,600	7,494	1,052	7,886			
	E10-M2		1,34	137,000	5,100	5,267	1,009	5,314			
	E10-M2		3,21	328,000	6,950	6,791	1,160	7,875			
	E10-M3		1,68	171,000	6,700	3,809	1,141	4,346			

TABLA No. 3.2
PROYECTO ESTUDIO GEOTÉCNICO FOPAE - SANTAFE DE BOGOTA
ENSAYOS DE CARGA PUNTUAL
SITIO: MIRADOR DE MARRUECOS.

ESTACION JP 1

MUESTRA No.	PESO UNIT.	D1(cm)	W1(cm)	W2(cm)	P(kN)	P(kg-f)	De(cm)	Is(kg/cm^2)	F	I_{50} (kg/cm^2)	I_{prom} (kg/cm^2)	σ_c (kg/cm^2)	DESCRIPCION
1	1,91	4,5	7,4	6,4	1	102,041	6,056	2,783	1,090	3,033	3,446	79,263	Arcillolita de color gris claro y rojizo. Algo meteorizada. De consistencia blanda.
		5,6	10,7	6,7	1,5	153,061	6,912	3,204	1,157	3,707			
		3,8	10,5	5,4	0,5	51,020	5,111	1,953	1,010	1,972			
		4,9	11	6,9	1,3	132,653	6,561	3,082	1,130	3,482			
		4,5	6,3	5,2	1	102,041	5,458	3,425	1,040	3,563			
3	1,99	5,3	13,6	12,5	7	714,286	9,184	8,468	1,315	11,133	16,734	384,880	Arenisca de color gris claro y amarillo. De grano fino a muy fino. Friables. De consistencia moderadamente blanda.
		4,4	11,4	5,6	6	612,245	5,601	19,515	1,052	20,538			
		3	9	5,8	4	408,163	4,707	18,424	0,973	17,929			
		5,2	8,5	6,3	6	612,245	6,458	14,678	1,122	16,470			
		4,2	7,8	6,4	5,5	561,224	5,850	16,398	1,073	17,599			

SITIO: GRAN CHAPARRAL

MUESTRA No.	PESO UNIT.	D1(cm)	W1(cm)	W2(cm)	P(kN)	P(kg-f)	De(cm)	Is(kg/cm^2)	F	I_{50} (kg/cm^2)	I_{prom} (kg/cm^2)	σ_c (kg/cm^2)	DESCRIPCION
Tr 1 - M1	1,96	4,0	12,5	8,6	2,5	255,102	6,618	5,824	1,134	6,608	4,016	92,363	Limolita de color gris verdosa con alguna oxidación, húmeda y fracturada. De consistencia blanda.
		4,5	9,3	6,4	3,6	367,347	6,056	10,018	1,090	10,920			
		4,7	8,6	5,5	1,0	102,041	5,737	3,100	1,064	3,298			
		5,6	9,8	7,4	2,0	204,082	7,264	3,868	1,183	4,576			
		4,4	10,1	6,2	0,5	51,020	5,894	1,469	1,077	1,582			
Tr 1 - M2	1,98	5,1	12,7	9,0	1,5	153,061	7,645	2,619	1,211	3,170	5,212	119,870	Arcillolita de color amarillo quemado, fracturada y muy oxidada, húmeda. De consistencia blanda.
		4,9	9,4	8,8	3,0	306,122	7,410	5,576	1,194	6,655			
		5,2	16,4	7,0	1,9	193,878	6,808	4,183	1,149	4,807			
		4,0	10,2	8,6	2,0	204,082	6,618	4,659	1,134	5,286			
		4,5	7,5	5,5	1,8	183,673	5,614	5,829	1,053	6,140			
Est. - JP 1	1,97	6,8	14,1	9,9	2,5	255,102	9,258	2,976	1,319	3,927	21,985	505,663	Arenisca de grano fino de color gris claro, bien cementada, con algo de oxidación, en estratificación masiva. De consistencia moderadamente blanda.
		6,4	9,6	6,9	8,0	816,327	7,498	14,519	1,200	17,423			
		6,1	7,7	7,0	10,5	1071,429	7,373	19,707	1,191	23,471			
		4,6	7,8	6,2	8,2	836,735	6,026	23,042	1,088	25,061			
		4,0	8,1	5,6	7,5	765,306	5,340	26,834	1,030	27,641			

TOMADO DE INGEOMINAS (1996)

TABLA No. 3.3

PROYECTO ESTUDIO GEOTÉCNICO FOPAE - SANTAFE DE BOGOTA

ENSAYOS DE CARGA PUNTUAL

SITIO: VOZ DE ALERTA.

ESTACION JP-1

MUESTRA No.	PESO UNIT.	D1(cm)	W1(cm)	W2(cm)	P(kN)	P(kg-f)	De(cm)	Is(kg/cm^2)	F	I_{50} (kg/cm^2)	I_{prom} (kg/cm^2)	σ_c (kg/cm^2)	DESCRIPCION
1	2,26	3,5	9,8	6,6	1,9	193,878	5,423	6,592	1,037	6,837	5,722	131,602	Arcillolita de color gris violáceo y amarillenta. Plástica. De consistencia blanda.
		3,8	9,6	7,0	1,3	132,653	5,820	3,917	1,071	4,194			
		4,0	8,6	7,5	2,0	204,082	6,180	5,343	1,100	5,878			
		3,7	9,3	7,0	1,7	173,469	5,743	5,260	1,064	5,599			
		3,4	6,7	5,8	1,5	153,061	5,011	6,096	1,001	6,102			
2	2,07	7,1	10,8	5,4	9,5	969,388	6,987	19,858	1,162	23,085	19,023	437,518	Arenisca de color gris y amarilla. De grano fino a medio, localmente de grano grueso. Moderadamente fracturada. De consistencia media.
		5,3	10,0	5,9	4,0	408,163	6,310	10,252	1,110	11,383			
		3,5	8,7	7,3	0,6	61,224	5,704	1,882	1,061	1,997			
		4,8	10,6	7,3	11,4	1163,265	6,679	26,074	1,139	29,703			
		7,0	5,2	5,1	8,8	897,959	6,742	19,755	1,144	22,599			

SITIO: PLAYON PLAYITAS.

MUESTRA No.	PESO UNIT.	D1(cm)	W1(cm)	W2(cm)	P(kN)	P(kg-f)	De(cm)	Is(kg/cm^2)	F	I_{50} (kg/cm^2)	I_{prom} (kg/cm^2)	σ_c (kg/cm^2)	DESCRIPCION
M1 - JP1	2,06	3,8	6,8	4,4	2,0	204,082	4,614	9,586	0,964	9,246	6,990	160,771	Arenisca de color gris claro y amarillo. De grano fino a medio. Friable. Poco consolidada. De consistencia blanda.
		4,6	6,0	6,0	3,5	357,143	5,928	10,163	1,080	10,972			
		4,2	5,8	5,8	3,0	306,122	5,569	9,870	1,050	10,360			
		7,4	7,1	7,1	1,5	153,061	8,179	2,288	1,248	2,855			
		4,3	6,7	6,7	0,5	51,020	6,057	1,391	1,090	1,516			
M1-JP2	1,84	5,0	9,5	5,7	0,5	51,020	6,024	1,406	1,087	1,529	2,410	55,438	Arenisca de color gris claro y amarillo. De grano fino a medio. Muy Friable. Poco consolidada. De consistencia blanda.
		5,2	9,4	8,1	1,0	102,041	7,323	1,903	1,187	2,259			
		4,5	8,9	6,7	1,2	122,449	6,196	3,190	1,101	3,513			
		5,1	9,0	7,5	0,5	51,020	6,979	1,048	1,162	1,217			
		4,3	6,7	5,5	1,0	102,041	5,487	3,389	1,043	3,534			
M1-JP3	1,78	4,6	12,2	6,2	0,5	51,020	6,026	1,405	1,088	1,528	2,533	58,253	Arcillolita de color gris claro y oscuro, amarillenta. Algo meteorizada. Plástica. De consistencia blanda.
		4,8	8,3	4,3	1,0	102,041	5,126	3,883	1,011	3,927			
		5,0	7,6	4,1	0,5	51,020	5,109	1,955	1,010	1,974			
		3,4	11,7	3,9	0,5	51,020	4,109	3,022	0,915	2,767			
		3,2	4,8	4,8	0,5	51,020	4,422	2,609	0,946	2,469			
M2-JP3	1,63	7,2	9,2	7,4	0,5	51,020	8,236	0,752	1,252	0,941	1,531	35,211	Arenisca de color gris claro y amarillo. De grano fino a medio. Muy Friable. Poco consolidada. De consistencia blanda.
		4,8	7,9	5,0	0,5	51,020	5,528	1,670	1,046	1,747			
		4,3	7,2	4,4	0,5	51,020	4,908	2,118	0,992	2,100			
		5,0	10,2	6,1	0,5	51,020	6,232	1,314	1,104	1,451			
		4,7	8,2	6,7	0,5	51,020	6,332	1,273	1,112	1,415			

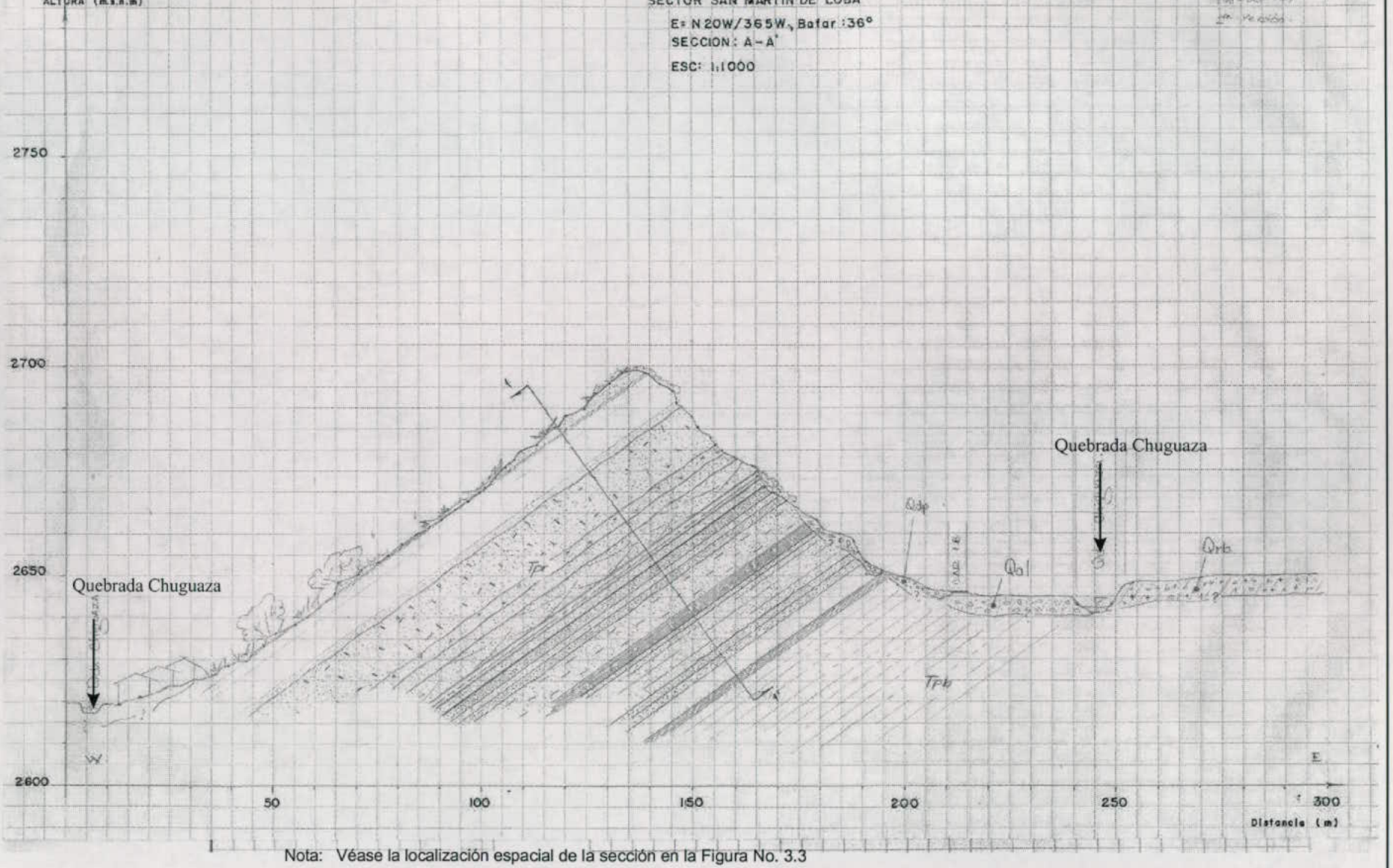
TOMADO DE INGEOMINAS (1996)

SECTOR SAN MARTIN DE LOBA

E= N 20W/365W, Bafar :36°

SECCION: A-A'

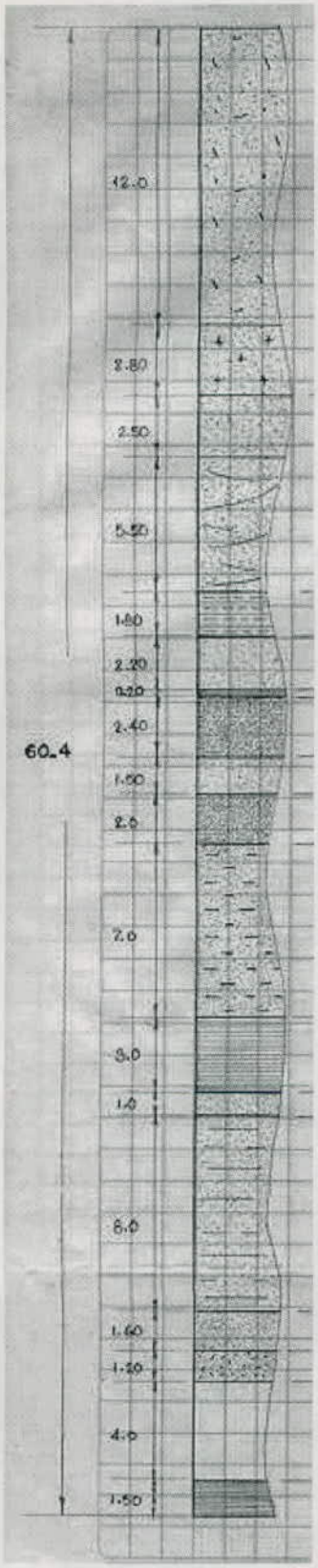
ESC: 1:1000



Nota: Véase la localización espacial de la sección en la Figura No. 3.3

UPES - FOPAE	IDROTEC LTDA. INGENIEROS CONSULTORES	ESTUDIOS Y DISEÑOS DE ESTABILIDAD DE TALUDES CONTROL DE EROSIÓN Y MANEJO DE AGUAS PARA LA ESTABILIZACIÓN DE DIFERENTES SITIOS EN LA CIUDAD DE SANTAFÉ DE BOGOTÁ. GRUPO 3	FIG. No. 3.2
		SECTOR SAN MARTIN DE LOBA - MALVINAS SECCIÓN ESTRATIGRÁFICA	REF:

000036



Arenisca de color gris claro a blanco amarillento, de grano grueso, feldespática con abundante cemento ferruginoso, en capas lenticulares. γ_T = 2,06 Ton/m³ ; Is = 10 - 19 kg/cm² ; Tc = 247 - 400 kg/cm²
Arenisca de color blanco a blanco amarillento, de grano grueso, en partes conglomerado feldespática, con abundante cemento ferruginoso, estratificación gruesa. γ_T = 2,06 Ton/m³ ; Is = 10 -19 kg/cm² ; Tc = 247 - 400 kg/cm² ; 651 = 44 - 52
Arenisca de tintes verdosos grano grueso, arcillosa, con guijos de arcillolita, feldespática friable. γ_T = 1,83 Ton/m³ ; Is = 1,0 kg/cm², Tc 23 kg/cm² ; RMR_{76} = 42
Arenisca blanca amarillenta, en partes de tonos morados y rojizos, de grano grueso o muy grueso, con estratificación cruzada, friable, muy feldespática y abundante matriz arcillosa. γ_T = 2,06 Ton/m³ ; Is = 1,8 - 3,0 kg/cm² ; Tc 40 -75 kg/cm² ; RMR_{76} = 6,61 = 42 - 50
Limolita gris, en parte muy arcillosa, lenticular, con fractura concoidea y abundantes cintas de limolita.
Arenisca de grano grueso feldespática en capas de 0,30 m, con sectores conglomeráticos, guijos de arcilla, cintas de limolita, friable, presenta estratificación cruzada.
Arcillolitas algo limosas, gris claras muy aleradas, paralelas a la estratificación.
Arenisca de grano medio a grueso, feldespática, con abundante cemento ferruginoso, se observa laminación gruesa, ondulada y no paralela.
Areniscas de grano grueso, de tonos rojizos, feldespática con guijas de cuarzo y abundantes cintas de limolita y abundante cemento ferruginoso.
Arenisca de grano muy grueso, con sectores conglomerciticos, presencia de cuarzo de abundante cemento ferruginoso, laminas de limolita muy dura.
Arenisca amarillenta a gris claro, grano grueso, feldespática, abundante cemento ferruginoso que la hace muy compacta y dura. Hacia la base se observa laminación ferruginosa y hacia el techo estratificación cruzada. γ_T = 2,06 Ton/m³ ; Is = 10 - 19 kg/cm² ; Tc 247 -400 kg/cm² ; RMR_{76} = 6SI = 44 - 52
Arcillolita morada a gris clara, formando un lente que se acuña en menos de 10 m. γ_T = 1,78 - 1,91 Ton/m³ ; Is = 2,5 - 3,5 kg/cm² ; Tc 55-80 kg/cm² ; RMR_{76} = 42
Arenisca ferruginosa, de grano grueso, tonos rojizos. Estratificación media.
Arenisca de grano grueso, con capas en forma de lentejones, formadas por una seudoestratificación, muy feldespática, abundante cemento ferruginoso, cintas y laminas ferruginosas caprichosamente ordenadas. Is = 10 - 19 kg/cm² ; Tc 247 - 400 kg/cm² ; RMR_{76} = 44 - 52
Arenisca de tonos rosados, grano grueso, feldespática, algo friable.
Arenisca de grano grueso a conglomeráfico, con guijos de cuarzo, feldespática, friable.
Cubierto
Lutita gris verdosa, homogénea con algo de fracturación concoidea.

UPES - FOPAE	IDROTEC LTDA. INGENIEROS CONSULTORES	ESTUDIOS Y DISEÑOS DE ESTABILIDAD DE TALUDES CONTROL DE EROSIÓN Y MANEJO DE AGUAS PARA LA ESTABILIZACIÓN DE DIFERENTES SITIOS EN LA CIUDAD DE SANTAFÉ DE BOGOTÁ. GRUPO 3	FIG. No 3.2
		SECTOR SAN MARTIN DE LOBA - MALVINAS SECCIÓN ESTRATIGRÁFICA -CORTE 1-1	REF:

3.3.3.1 Discontinuidades

Las discontinuidades de un macizo rocoso pueden ser descritas mediante la observación de afloramientos, núcleos provenientes de perforaciones y por métodos de fotogrametría terrestre. En este trabajo se empleo la información obtenida de afloramientos (denominados aquí estaciones de levantamiento estructural), tomando como base los procedimientos sugeridos por la Sociedad Internacional de Mecánica de Rocas, ISRM - 1981.

La medición de orientación en campo se efectúo en el marco de los afloramiento de la formación Regadera, en las cuales se obtuvieron 152 datos estructurales de familias de discontinuidades. Esto debido a la alta dispersión que se apreciaba en los patrones de diaclasamiento. No obstante, el proceso permitió comprobar, gracias a la cobertura de las estaciones estructurales, que la zona de estudio corresponde a una única región estructural.

La disposición espacial de las estaciones de levantamiento estructural se puede apreciar en la Figura No. 3.3, y el inventario de los datos obtenidos y las características de las discontinuidades asociadas a ellos están compilados en las carteras de campo (Anexo 1).

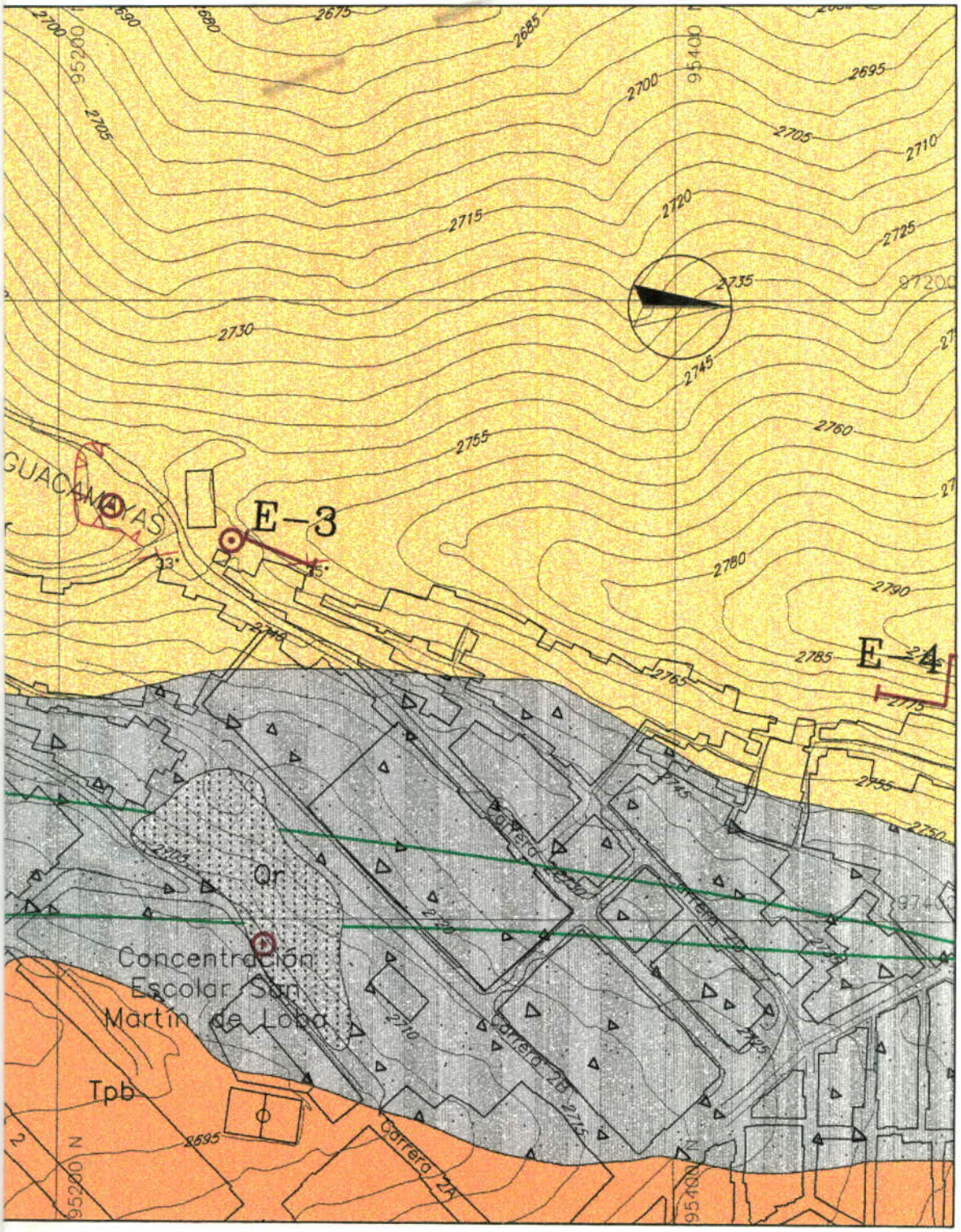
Los resultados de las mediciones se presentan mediante diagramas de polos, utilizando la red de proyección equiarial (Figura No. 3.4) y, en proyecciones hemesféricas y planas representando las envolventes de las medidas de campo (Figuras Nos. 3.5 y 3.6).

El procesamiento de los datos estructurales se llevo a cabo gracias a la aplicación del método del círculo flotante para concentraciones entre 1% y 10% (Figuras Nos. 3.7a y 3.7b). El conteo evidencia una moderada dispersión y relativamente aceptables niveles de concentración de polos; sin embargo, es posible apreciar la tendencia general de las familias de discontinuidades y definir sus envolventes, así:

Estratificación (E1)	: N08W - N27W 28SW - 45SW	Diaclasa (D3)	: N55E - N78E 60SE - 78SE
Diaclasas Principales (D2)	: N18E - N38E 50SE - 80SE	Diaclasa (D4)	: N68W - N84E 90 - 68N

y como familias promedio (Figura No. 3.8A):

Estratificación (E1):	N20W/36SW
Diaclasas Principales (D2):	N28E/65SE
(D3):	N67E/68SE
(D4):	N80W/78NE



ES-FOPAE

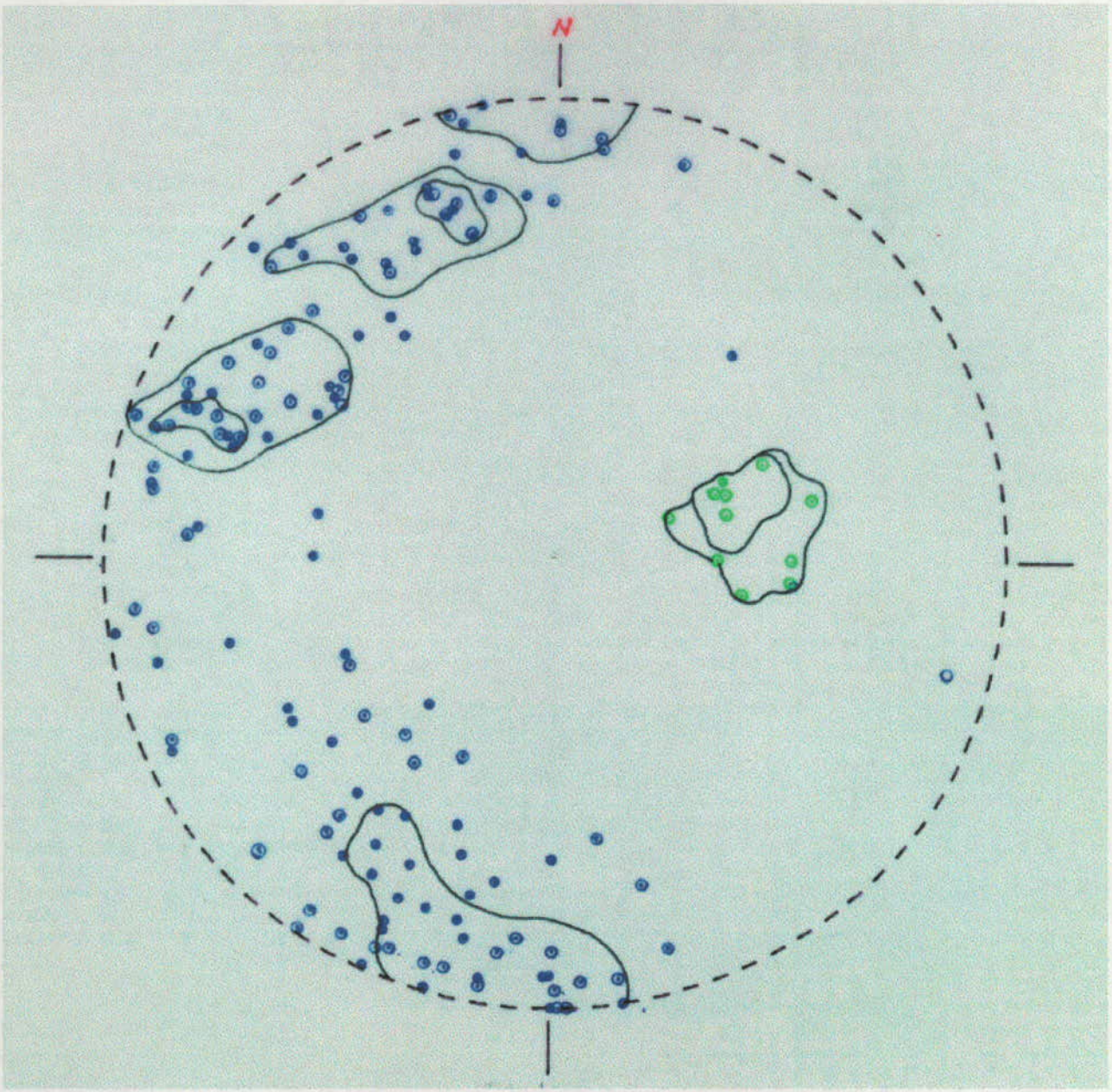
IDROTEC
INGENIEROS CONSULTORES

ESTUDIOS Y DISEÑOS DE ESTABILIDAD DE TALUDES CONTROL DE EROSION Y MANEJO DE AGUAS PARA LA ESTABILIZACION DE DIFERENTES SITIOS EN LA CIUDAD DE SANTA FE DE BOGOTA - GRUPO No.3

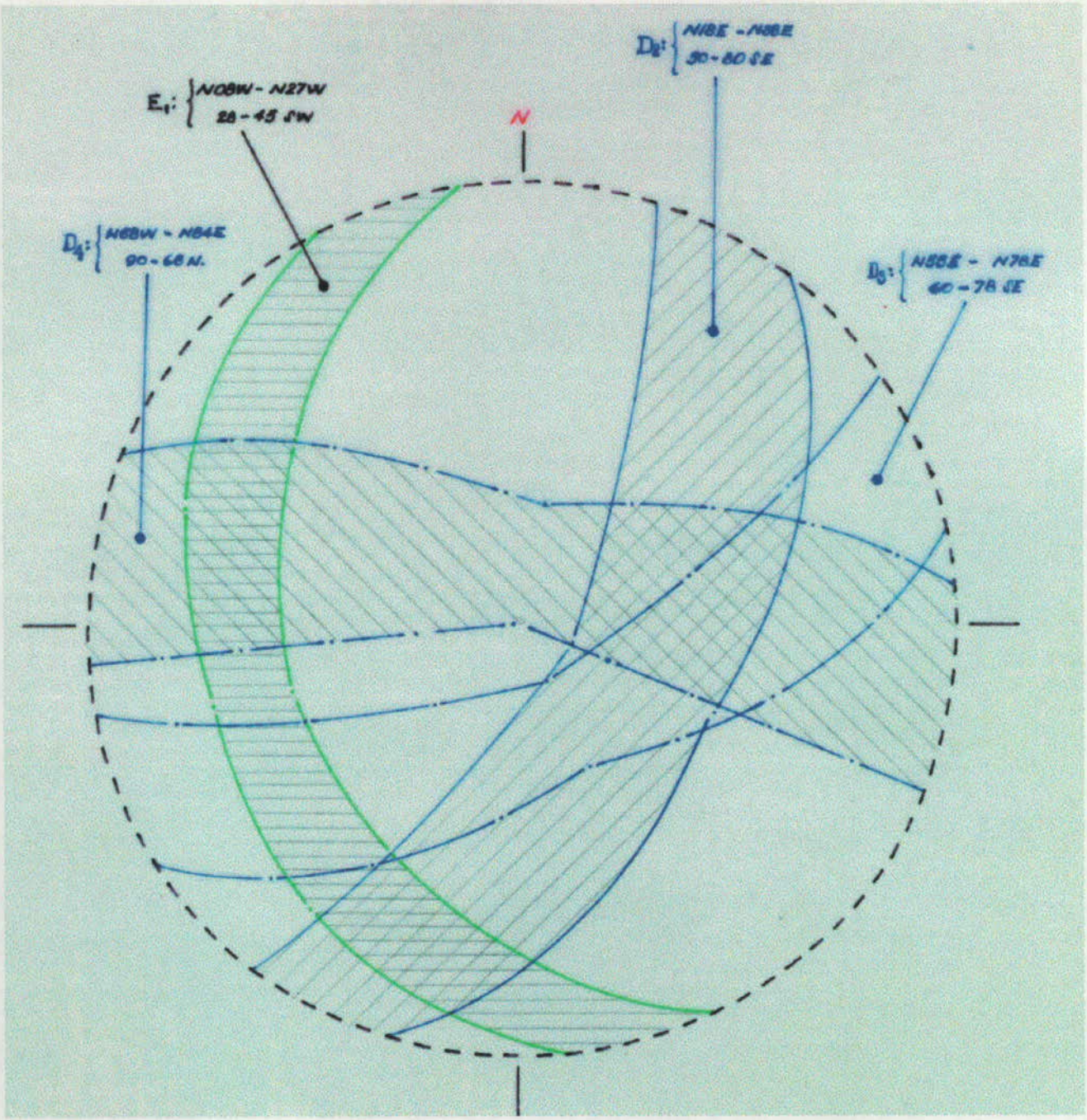
BARRIO SAN MARTIN DE LOBA
LOCALIZACION DE INVESTIGACIONES REALIZADAS

FIGURA No. 3.3

F103.DWG

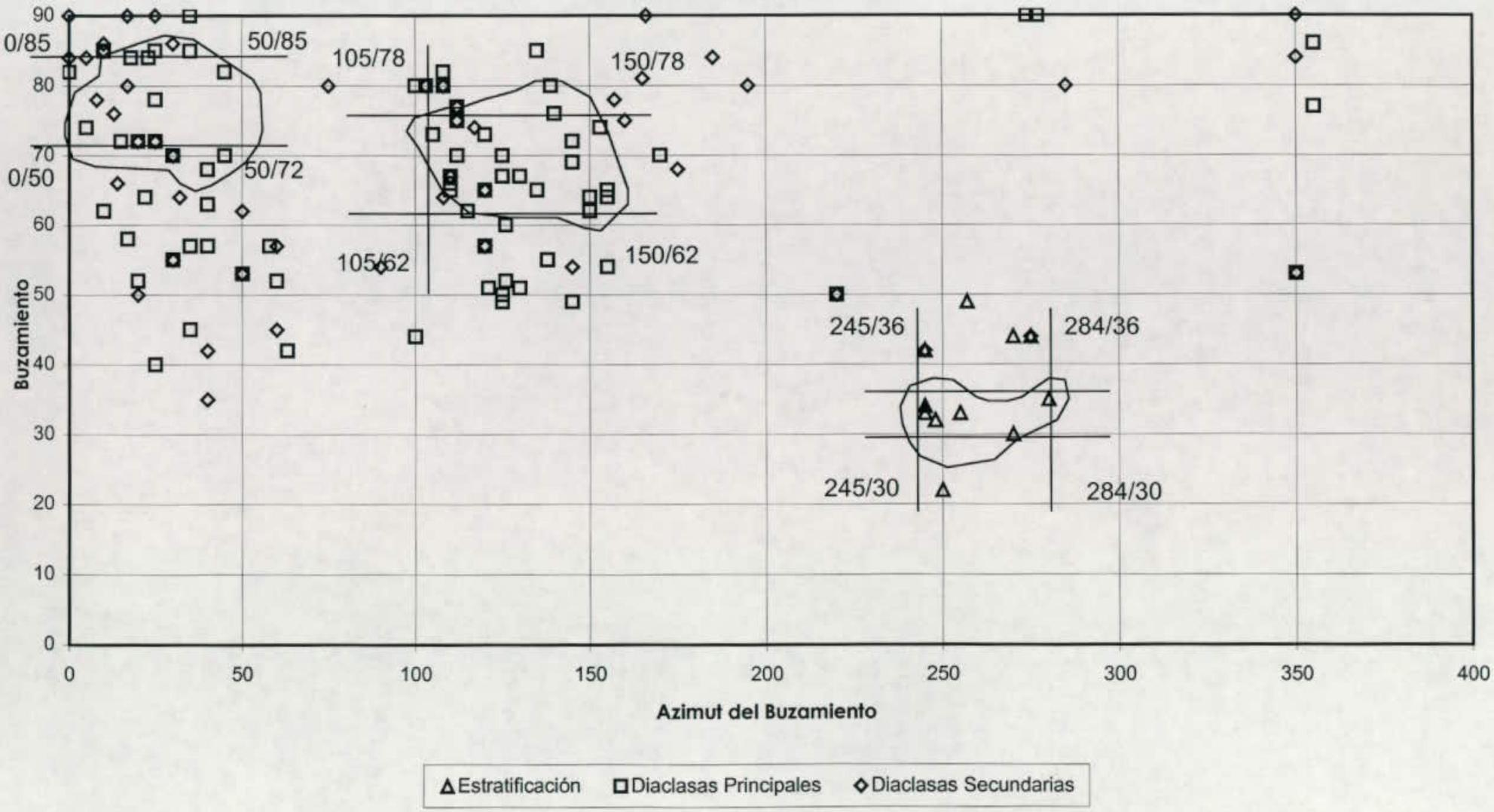


UPES - FOPAE	IDROTEC LTDA. INGENIEROS CONSULTORES	ESTUDIOS Y DISEÑOS DE ESTABILIDAD DE TALUDES CONTROL DE EROSIÓN Y MANEJO DE AGUAS PARA LA ESTABILIZACIÓN DE DIFERENTES SITIOS EN LA CIUDAD DE SANTAFÉ DE BOGOTÁ. GRUPO 3	FIG. No. 3.4
		DIAGRAMA POLAR DE DATOS ESTRUCTURALES SECTOR MALVINAS - SAN MARTÍN DE LOBA	REF:

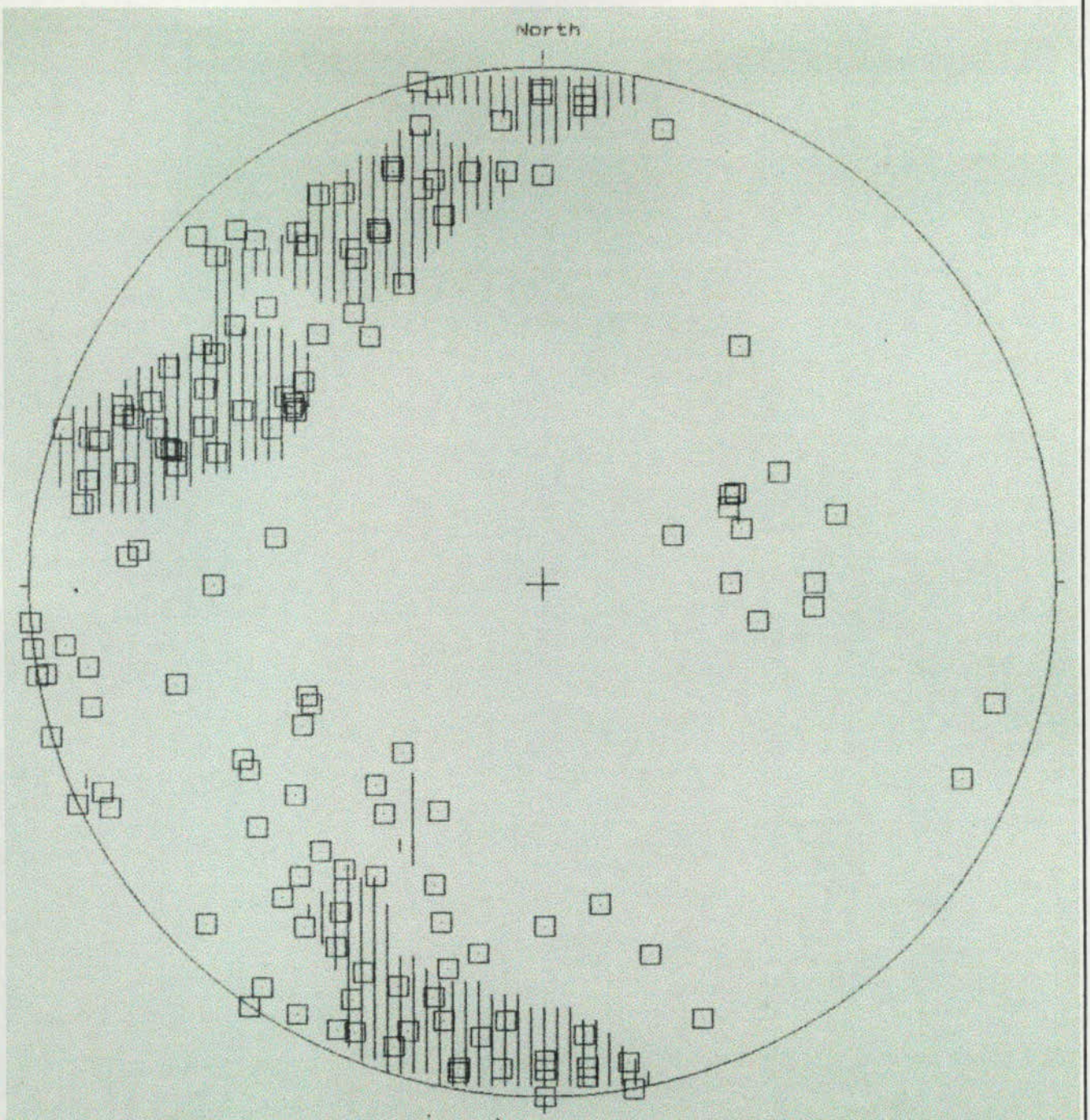


UPES - FOPAE	IDROTEC LTDA. INGENIEROS CONSULTORES	ESTUDIOS Y DISEÑOS DE ESTABILIDAD DE TALUDES CONTROL DE EROSIÓN Y MANEJO DE AGUAS PARA LA ESTABILIZACIÓN DE DIFERENTES SITIOS EN LA CIUDAD DE SANTAFÉ DE BOGOTÁ. GRUPO 3	FIG. No. 3.5
		ENVOLVENTES DE FAMILIAS DE DISCONTINUIDADES SECTOR MALVINAS - SAN MARTÍN DE LOBA	REF:

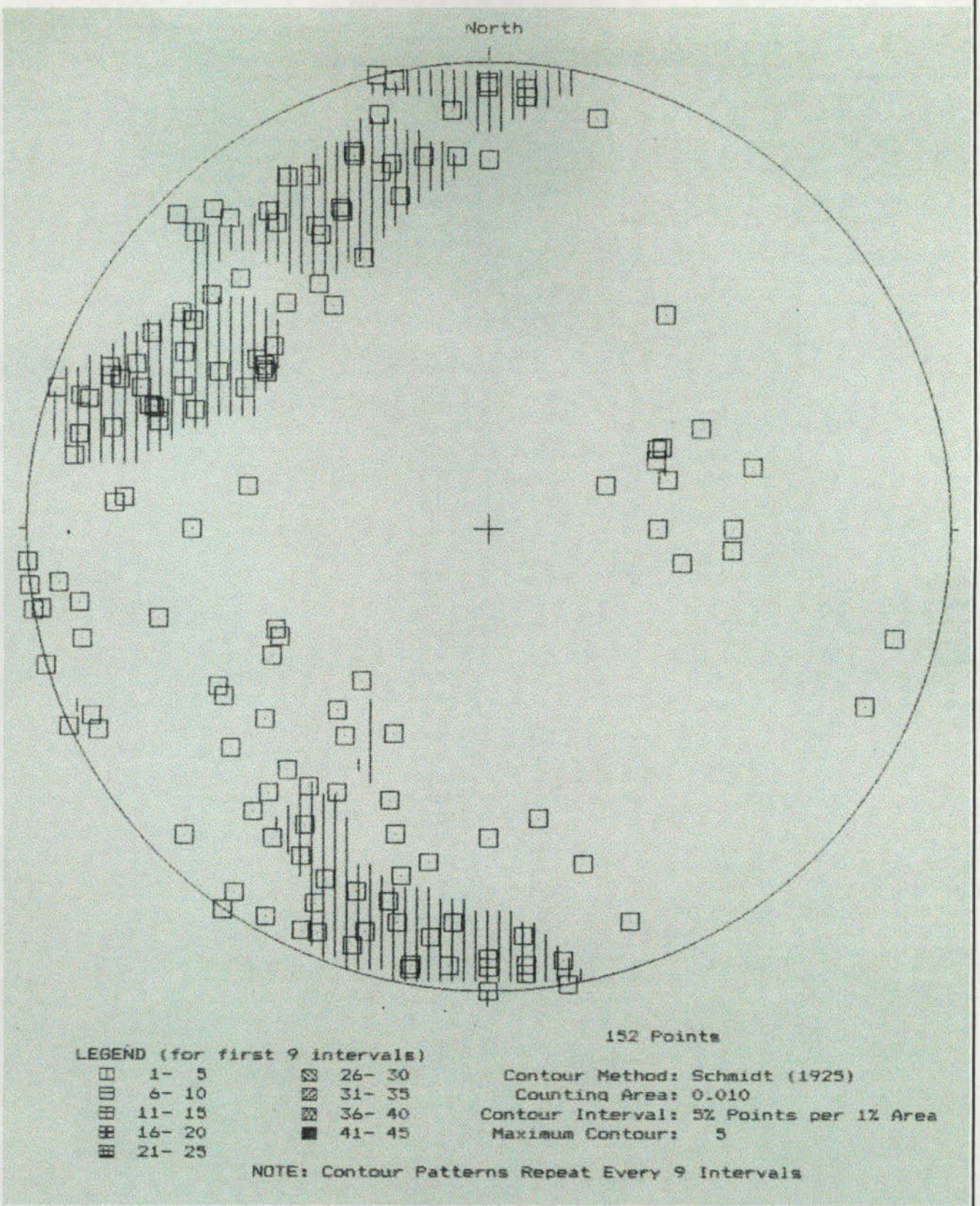
FIGURA No. 3.6
LEVANTAMIENTO DE MACIZOS ROCOSOS
San Martín de Loba



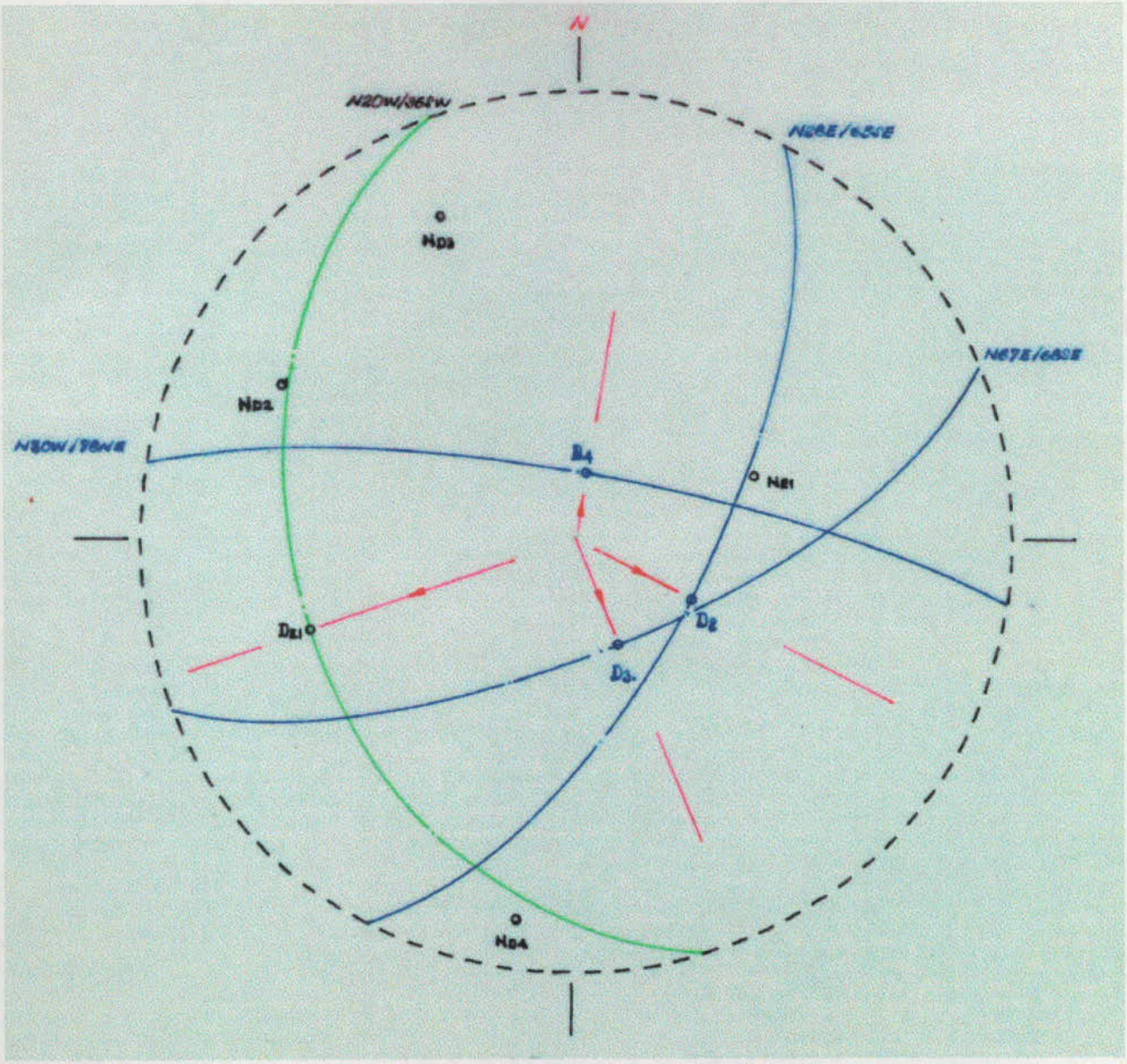
000042



UPES - FOPAE	IDROTEC LTDA. INGENIEROS CONSULTORES	**ESTUDIOS Y DISEÑOS DE ESTABILIDAD DE TALUDES CONTROL DE EROSIÓN Y MANEJO DE AGUAS PARA LA ESTABILIZACIÓN DE DIFERENTES SITIOS EN LA CIUDAD DE SANTAFÉ DE BOGOTÁ. GRUPO 3**	**FIG. No. 3.7a**
		ANÁLISIS DE FRECUENCIA - INTERVALO DE CONTEO 5% SECTOR MALVINAS - SAN MARTÍN DE LOBA	**REF:**



UPES - FOPAE	IDROTEC LTDA. INGENIEROS CONSULTORES	**ESTUDIOS Y DISEÑOS DE ESTABILIDAD DE TALUDES CONTROL DE EROSIÓN Y MANEJO DE AGUAS PARA LA ESTABILIZACIÓN DE DIFERENTES SITIOS EN LA CIUDAD DE SANTAFÉ DE BOGOTÁ. GRUPO 3**	**FIG. No. 3.7b**
		ANÁLISIS DE FRECUENCIA - INTERVALO DE CONTEO 5% SECTOR MALVINAS - SAN MARTÍN DE LOBA	**REF:**



UPES - FOPAE	IDROTEC LTDA. INGENIEROS CONSULTORES	**ESTUDIOS Y DISEÑOS DE ESTABILIDAD DE TALUDES CONTROL DE EROSIÓN Y MANEJO DE AGUAS PARA LA ESTABILIZACIÓN DE DIFERENTES SITIOS EN LA CIUDAD DE SANTAFÉ DE BOGOTÁ. GRUPO 3**	**FIG. No. 3.8a**
		FAMILIAS PROMEDIO DE DISCONTINUIDADES SECTOR MALVINAS - SAN MARTÍN DE LOBA	**REF:**

Las familias de diaclasas D2, D3 y D4 se caracterizan por presentar una persistencia modal de 3.1 m. (Figura No. 3.8B), por lo que se clasifica como media (1.5 m. a 5 m.). Espaciamiento moderado para la familia D4 (desde 0,18 m hasta 0,75 m) y espaciado para las D3 y D2 (0,13 m a 1,6 m). Aberturas desde cerradas hasta muy anchas (0 cm a 6 cm). y, el relleno es básicamente arenoso o arcilloso, aunque la familia D2 presenta rellenos arcillo-limosos (Figura No. 3.8B).

La rugosidad de las paredes de las discontinuidades en términos descriptivos puede clasificarse, de acuerdo con la ISRM (1981), como tipo VII y VIII, es decir rugosa-planar y lisa-planar, respectivamente. El grado de meteorización de las paredes (indistinto del tipo de familia) es decolorado, puesto que se observan variaciones de color entre la roca fresca y la pared asociados a constituyentes minerales como el hierro.

3.3.3.2 Macizo Rocoso

El macizo rocoso que compone la ladera está constituido por una secuencia principalmente de areniscas, con escasas intercalaciones de limolitas y arcillolitas. Las primeras corresponden a bancos entre 1,5 y 12 m de espesor conformados por areniscas de grano grueso a muy grueso, de color amarillento y feldepáticas. Presentan un índice de resistencia geológico (GSI), equivalente al $RMR_{(76)}$, que oscila entre 50 y 52.

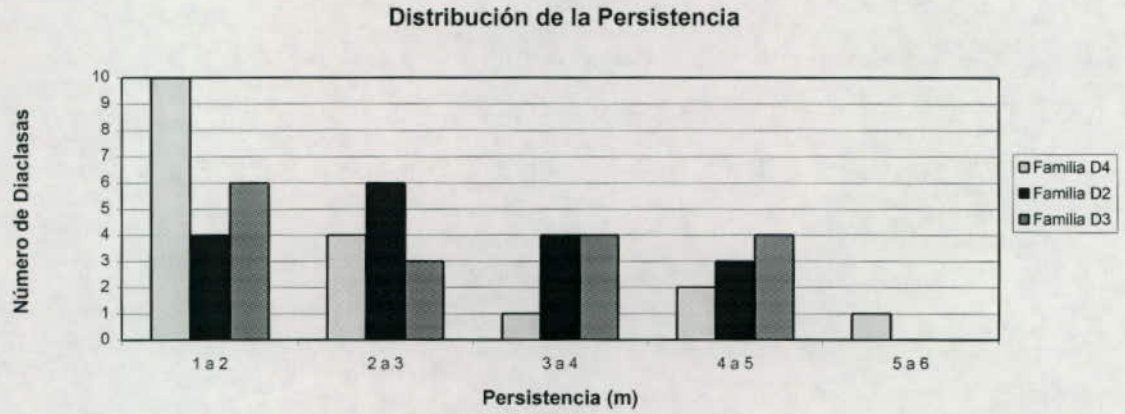
Las segundas encierran limolitas de color gris claro y arcillolitas moradas a gris claras, de estratificación delgada y baja resistencia a la compresión simple. Su índice de resistencia geológica (GSI) y por ende el RMR_{76}, varía desde 43, hasta 52, que se asocia a una mayor degradación de las superficies de discontinuidades en comparación con la arenisca.

Estos parámetros indican una masa rocosa algo alterada formada por bloques bien trabados de facetas angulares y con tres o más familias de discontinuidades de pared rugosa.

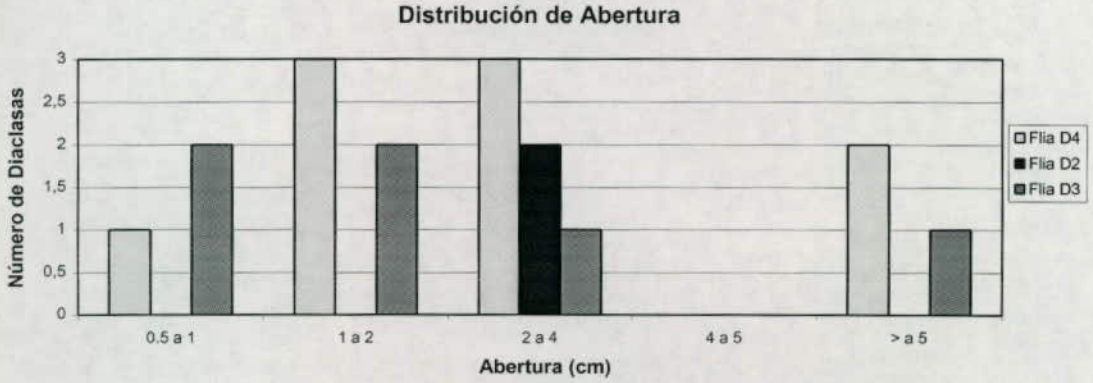
El macizo como un todo tiene apariencia tabular, donde la menor dimensión está regida por la estratificación y el espaciamiento de las demás familias de discontinuidades es muy similar. El índice de tamaño de bloque (Ib), definido por los espaciamientos modales de cada familia es del orden de 1,15, y el índice de control volumétrico (Jv) oscila entre 2,7 diaclasas/m^3 y 3,6 diaclasas/m^3, lo que representa un macizo conformado por bloques de tamaño mediano.

Uno de los factores más importantes del comportamiento del macizo es la resistencia al corte del plano potencial de falla el cual puede consistir de un plano

FIGURA No. 3.8b
CARACTERÍSTICAS GENERALES DE LAS FAMILIAS PROMEDIO DE DISCONTINUIDADES







único de discontinuidad o de una superficie compleja que involucra diversos planos de debilidad. La determinación de valores confiables de resistencia es una parte crítica del análisis de estabilidad, debido a su alta sensibilidad frente a las características geométricas del talud, y depende no sólo de los datos disponibles sino de la cuidadosa interpretación del macizo, especialmente de los mecanismos de falla.

Los procesos de inestabilidad en los taludes del área de estudio, de acuerdo con las observaciones de campo, han ocurrido a lo largo de discontinuidades preexistentes, poco o nada involucrando la roca intacta, y menos aun describiendo modos de falla combinada. Así, la mayor atención se dio a la deducción de los parámetros de resistencia al corte, especialmente el ángulo de fricción, asumiendo que ellos son constantes en la superficie potencial de falla y despreciando la contribución de las superficies laterales de desprendimiento.

Finalmente, la evaluación de la resistencia del macizo se basó en el criterio de rotura de Hoek y Brown (1980) y de resistencia (c,fi) y de la envolvente en función de esfuerzos totales; la estimación del módulo de deformación (E) y de los parámetros adimensionales m_b (que controla el grado de curvatura de la curva), *s* (controla la localización de dicha curva en el espacio) y *a*.

De esta forma, como parámetros promedios para los bancos de arenisca se obtuvieron:

Familias de discontinuidades: cuatro (4)
Peso unitario = 1,8 Ton/m³ - 2,07 Ton/m³
Índice de carga puntual = 23 kg/cm² - 400 kg/cm²
Angulo de fricción básica = 30° - 35°
RQD = 50% a 75%
JRC = 4 - 6
Jv = 2,7 m³

Y para los bancos de limolita y arcillolita:

Peso unitario = 1,78 Ton/m³ - 2.26 Ton/m³
Índice de carga puntual = 2 kg/cm² a 4 kg/cm²
Ángulo de fricción básica = 27° - 33°
RQD = 50 a 75%
JRC = 2 - 4

Las Figuras No. 3.9 y No. 3.10. muestran las envolventes de esfuerzo para los tipos básicos de material rocoso y algunos parámetros de resistencia para bajos niveles de esfuerzos.

FIGURA No. 3.9

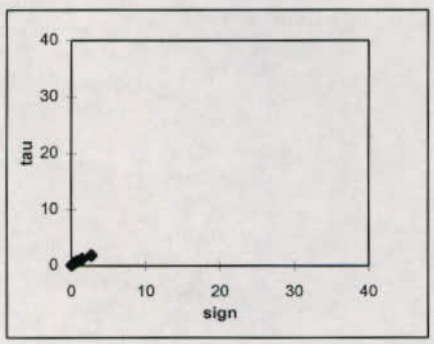
ESTIMACION DE LOS PARAMETROS DE HOEK-BROWN Y ENVOLVENTE EQUIVALENTE DE MOHR

ADAPTADO DE HOEK, 1994

SECTOR MALVINAS SAN MARTÍN DE LOBA

DATOS: GSI = 52 sigci (Mpa) = 3 mi= 19 ARENISCA

RESULTADOS
mb/mi = 0,18
mb = 3,422
s = 0,0048
a = 0,50
sigt= -0,004
A= 0,9
B= 0,67
E = 1943



MAL1HOEK.XLS

Angulo de friccion y cohesion para diferentes esfuerzos normales :

σn =	3	MPa
τ =	1,96	MPa
ϕ =	23,6	degrees
c =	0,65	MPa
σn =	10	MPa
τ =	4,39	MPa
ϕ =	16,4	degrees
c =	1,46	MPa

sig3	sig1	ds1ds3	sign	snd	tau	X	Y	XY	X^2	Taucalc
0,01	0,42	13,68	0,04	0,04	0,10	-1,46	-0,99	1,44	2,12	0,11
0,02	0,56	10,63	0,07	0,07	0,15	-1,19	-0,83	0,98	1,41	0,16
0,05	0,77	8,09	0,13	0,12	0,23	-0,91	-0,64	0,59	0,83	0,24
0,09	1,10	6,12	0,23	0,23	0,35	-0,64	-0,46	0,29	0,41	0,36
0,19	1,59	4,66	0,44	0,43	0,54	-0,37	-0,27	0,10	0,13	0,54
0,38	2,35	3,60	0,80	0,80	0,81	-0,10	-0,09	0,01	0,01	0,82
0,75	3,53	2,84	1,47	1,47	1,22	0,17	0,09	0,01	0,03	1,22
1,50	5,43	2,31	2,69	2,68	1,80	0,43	0,26	0,11	0,18	1,83
					Sums	-4,06	-2,94	3,54	5,12	

FIGURA4.XLS

FIGURA No. 3.10

ESTIMACION DE LOS PARAMETROS DE HOEK-BROWN Y ENVOLVENTE EQUIVALENTE DE MOHR

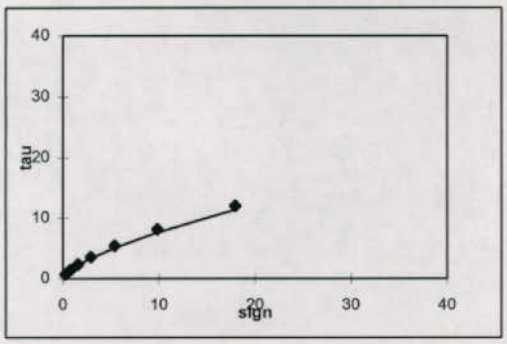
ADAPTADO DE HOEK, 1994

SECTOR MALVINAS SAN MARTÍN DE LOBA

DATOS: GSI = 52 sigci (Mpa) = 20 mi= 19 ARENISCA

RESULTADOS

mb/mi = 0,18
mb = 3,422
s = 0,00483
a = 0,50
sigt= -0,028
A= 1,7
B= 0,67
E = 5018



MAL2HOEK.XLS

Angulo de friccion y cohesion para diferentes esfuerzos normales :

σn =	3	MPa
τ =	3,42	MPa
ϕ =	37,5	degrees
c =	1,12	MPa
σn =	10	MPa
τ =	7,68	MPa
ϕ =	27,2	degrees
c =	2,54	MPa

sig3	sig1	ds1ds3	sign	snd	tau	X	Y	XY	X^2	Taucalc
0,08	2,78	13,68	0,26	0,23	0,68	-0,63	-0,17	0,11	0,40	0,67
0,16	3,71	10,63	0,46	0,43	1,00	-0,36	0,00	0,00	0,13	0,99
0,31	5,14	8,09	0,84	0,82	1,51	-0,09	0,18	-0,02	0,01	1,47
0,63	7,31	6,12	1,56	1,54	2,32	0,19	0,37	0,07	0,03	2,23
1,25	10,60	4,66	2,90	2,87	3,57	0,46	0,55	0,25	0,21	3,37
2,50	15,65	3,60	5,36	5,33	5,42	0,73	0,73	0,53	0,53	5,07
5,00	23,55	2,84	9,82	9,80	8,14	0,99	0,91	0,90	0,98	7,60
10,00	36,20	2,31	17,92	17,90	12,03	1,25	1,08	1,35	1,57	11,36
					Sums =	2,53	3,65	3,20	3,86	

FIGURA4.XLS

3.3.3.3 Suelos

Corresponden a niveles de suelo residual, producto de la meteorización de los bancos arenisca y a depósitos de laderas recientes. Los primeros se encuentran dispersos en toda la zona de estudio, están conformados por material arenoso limoso a limo orgánico con espesores medidos hasta de 1,5 m. Los segundos se emplazan en la franja oriental de la ladera y corresponden a bloques de arenisca y limolita en matriz arenosa.

Debido a la constitución de los suelos en la zona, su caracterización geotécnica fue limitada y se concentró en su ubicación especial y en la determinación de características geométricas como la profundidad de desarrollo.

3.4 ANÁLISIS DE ESTABILIDAD

En el análisis de estabilidad de taludes en roca, tal vez, el factor más importante a ser considerado es el patrón geométrico de las componentes del macizo. La relación geométrica entre las discontinuidades y la orientación del talud determinará si parte de él está libre de deslizarse o caer.

Por tanto, la evaluación de estabilidad se enfocó al análisis direccional de los modos de falla a lo largo de los planos de debilidad estructural y a la determinación del modo probable de falla, a partir de la aplicación del análisis cinemático, el concepto del cono de fricción y la teoría del bloque crítico.

Para el análisis cinemático, se consideró en forma conservativa, como ángulo de fricción de los planos de discontinuidad Ø ~ 30°, puesto que representa el modelo más desfavorable para la ladera.

3.4.1 Análisis Cinemático

En este análisis se evaluaron los modos probables de falla para múltiples orientaciones de las laderas naturales. Se consideraron en el cuerpo central de la zona de estudio, diez familias de taludes naturales agrupadas en dos grandes abanicos. El primero con orientaciones entre N12E/45SE y N44E/47-51SE, constituye el grupo más amplio. Y enmarca las laderas al sur de la primera torre de transmisión eléctrica y los taludes entre la segunda y tercera torre. El segundo grupo, desde la N10W/52NE hasta N41W/50NE, involucra una pequeña franja en inmediaciones de la primera torre, pero al norte de ella.

Bajo las condiciones de las laderas naturales antes mencionadas, las cuales representan las superficies libres de movilización, y del patrón estructural reseñado en el numeral 3.3.3.1, el análisis cinemático revela que para las laderas orientadas al NE no existe posibilidad de falla planar. Este modo de falla no puede tener lugar, puesto que la inclinación del plano de debilidad estructural crítico, N28E/65SE, es superior al de las laderas (Figuras Nos. 3.11 y 3.12). De igual manera, el patrón geométrico de la discontinuidad, condiciona la máxima inclinación a la que pueden cortarsen los taludes a su propio buzamiento para impedir el deslizamiento a lo largo de ésta.

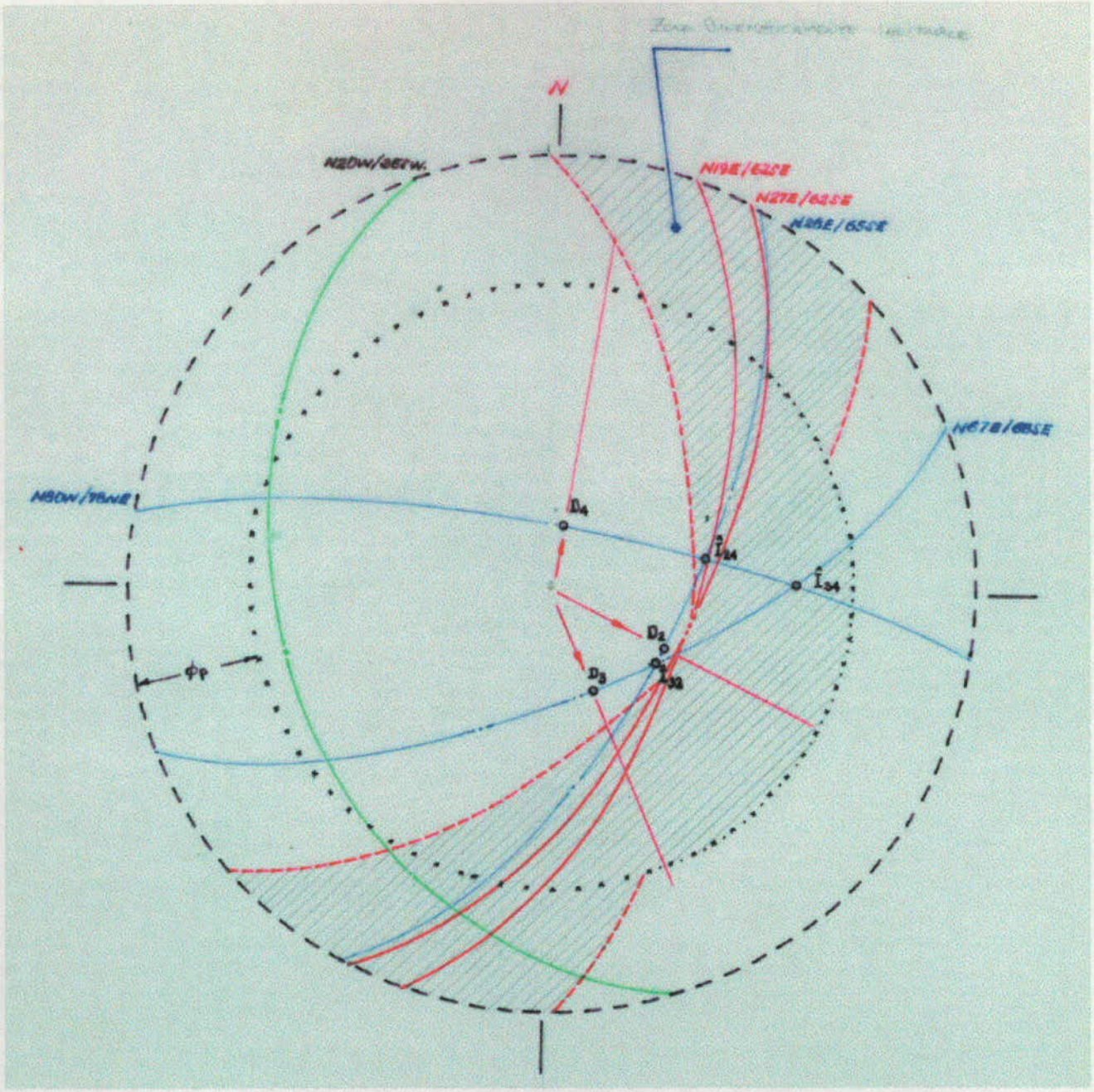
La posibilidad de falla en cuña, para estas superficies, está restringida únicamente a la intersección de las diaclasas D3 y D4. No obstante, el análisis cuneiforme, considerando un ángulo de buzamiento de 30° para los planos de discontinuidad y despreciando el papel del agua y el efecto sísmico, indica un grado de estabilidad aceptable, con un factor de seguridad de 1.6. La condición de equilibrio límite, F.S=1.0, sólo podría alcanzarse sí el ángulo de fricción de los planos se reduce drásticamente hasta los 20° (Figura No. 3.14). Valor muy pequeño, al considerar el tipo de material en estudio.

Las laderas con rumbo al NW, no evidencian configuración de falla planar o en cuña (Figura No. 3.13). Estos mecanismos están restringidos dado que los planos de debilidad estructural se encuentran dispuestos casi ortogonalmente a las superficies libres, o en sentido contrario a ellas. Es decir, las diferencias entre los azimuts de buzamiento de las diaclasas y las laderas oscila desde los 90° hasta los 180°.

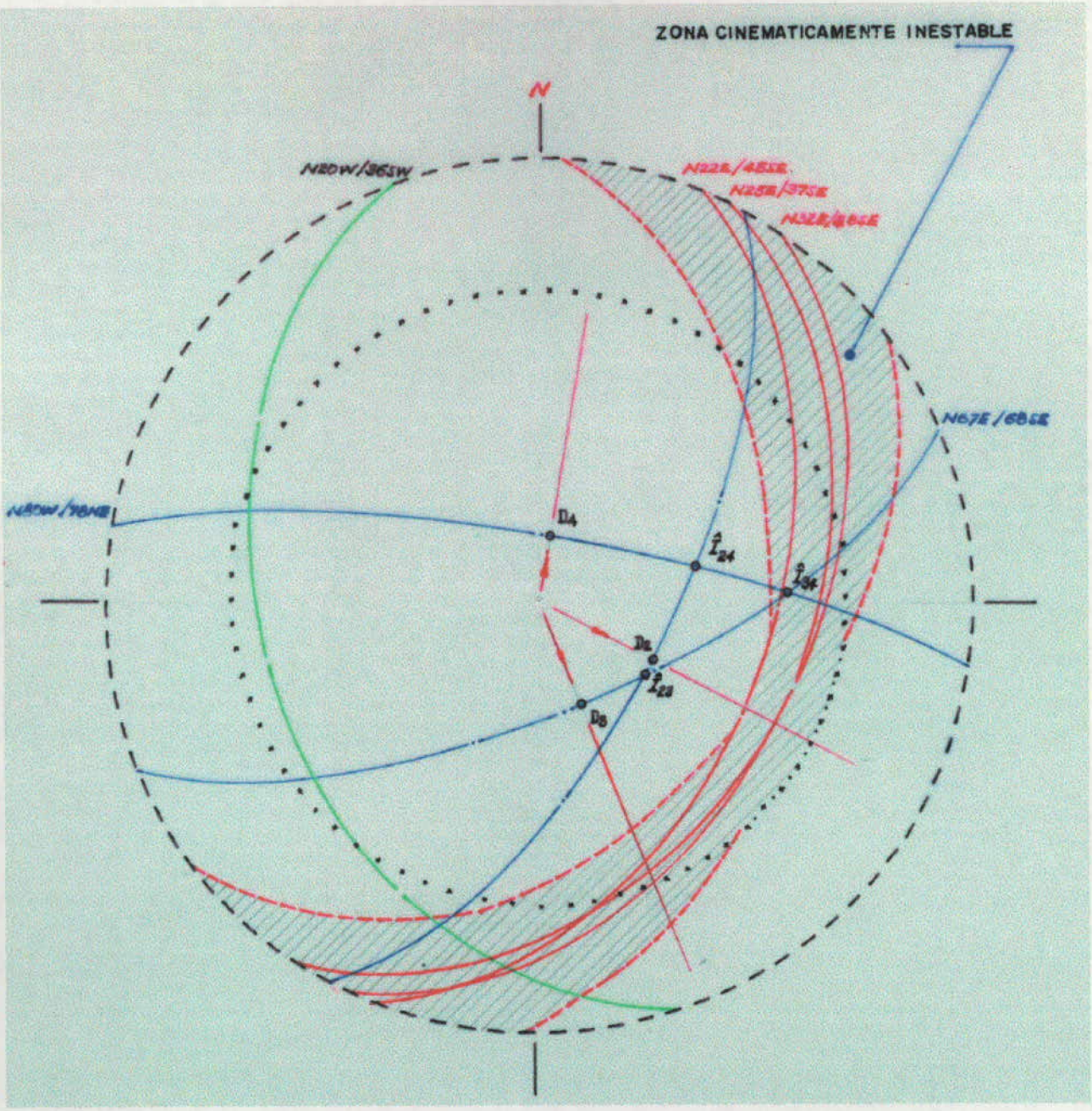
Adicionalmente, la familia de discontinuidades D4 y la cuña I24, si bien es cierto ejercen alguna influencia estructural en las laderas, sus ángulos de buzamiento son, comparativamente, muy superiores a las pendientes de dichas superficies. Esta condición impide cinemáticamente la falla sobre el plano de discontinuidad y a lo largo de la intersección de las diaclasas D2 y D4.

La posibilidad de falla por volteo es nula para todas las superficies libres estudiadas. En general, las laderas no presentan algún patrón estructural que controle la conformación de este modo de falla. Salvo, en los taludes con rumbo al NW, donde el plano de estratificación tiene alguna influencia, pues su rumbo es paralelo al de ellos. Sin embargo, la falla por volteo no puede tener lugar por los bajos valores del ángulo de buzamiento del plano de discontinuidad.

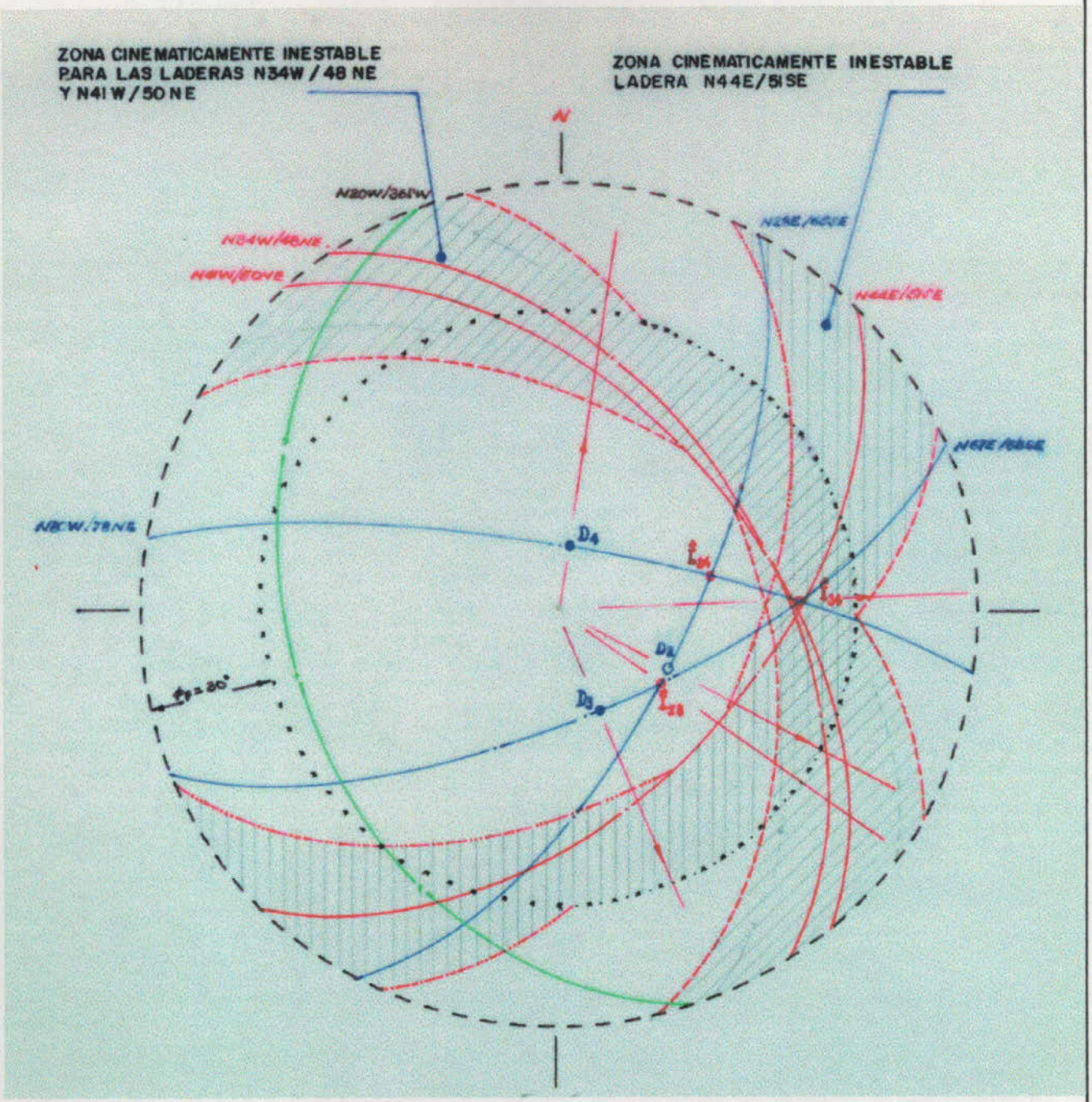
Las figuras No. 3.15 y No. 3.16 corresponden a la representación ciclográfica del análisis de falla por volteo. En ellas se destaca con achurado las regiones cinemáticamente inestables para las diferentes familias de taludes naturales, y la absoluta ausencia dentro de estas regiones de vectores normales, que simbolizan los planos de discontinuidad sobre los cuales podría darse lugar el volcamiento.



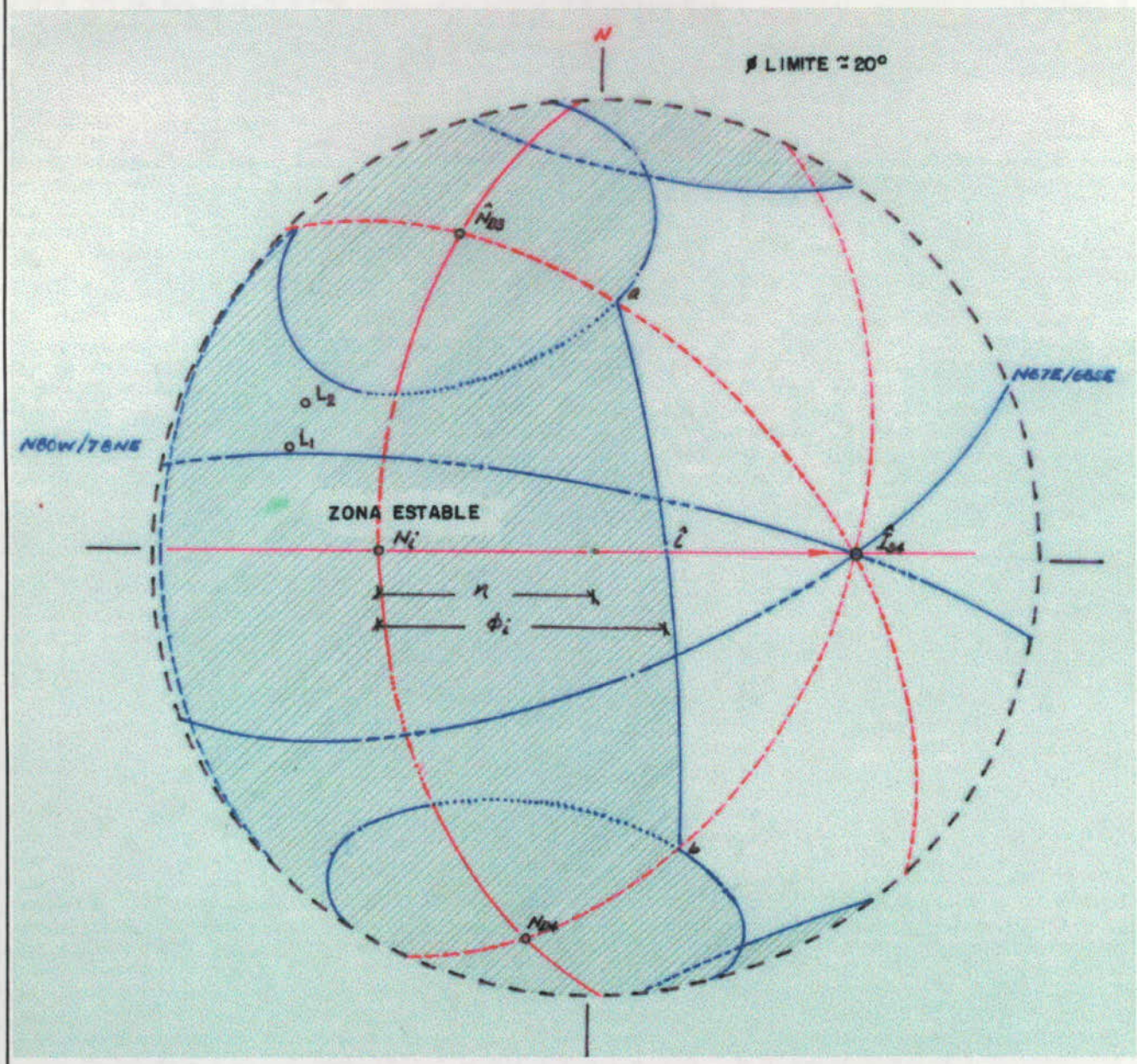
UPES - FOPAE	IDROTEC LTDA. INGENIEROS CONSULTORES	**ESTUDIOS Y DISEÑOS DE ESTABILIDAD DE TALUDES CONTROL DE EROSIÓN Y MANEJO DE AGUAS PARA LA ESTABILIZACIÓN DE DIFERENTES SITIOS EN LA CIUDAD DE SANTAFÉ DE BOGOTÁ. GRUPO 3**	**FIG. No. 3.11**
		ANÁLISIS DE FALLA PLANAR Y EN CUÑA PARA LAS LADERAS N19E/62SE Y N27E/62SE SECTOR MALVINAS - SAN MARÍN DE LOBA	**REF:**



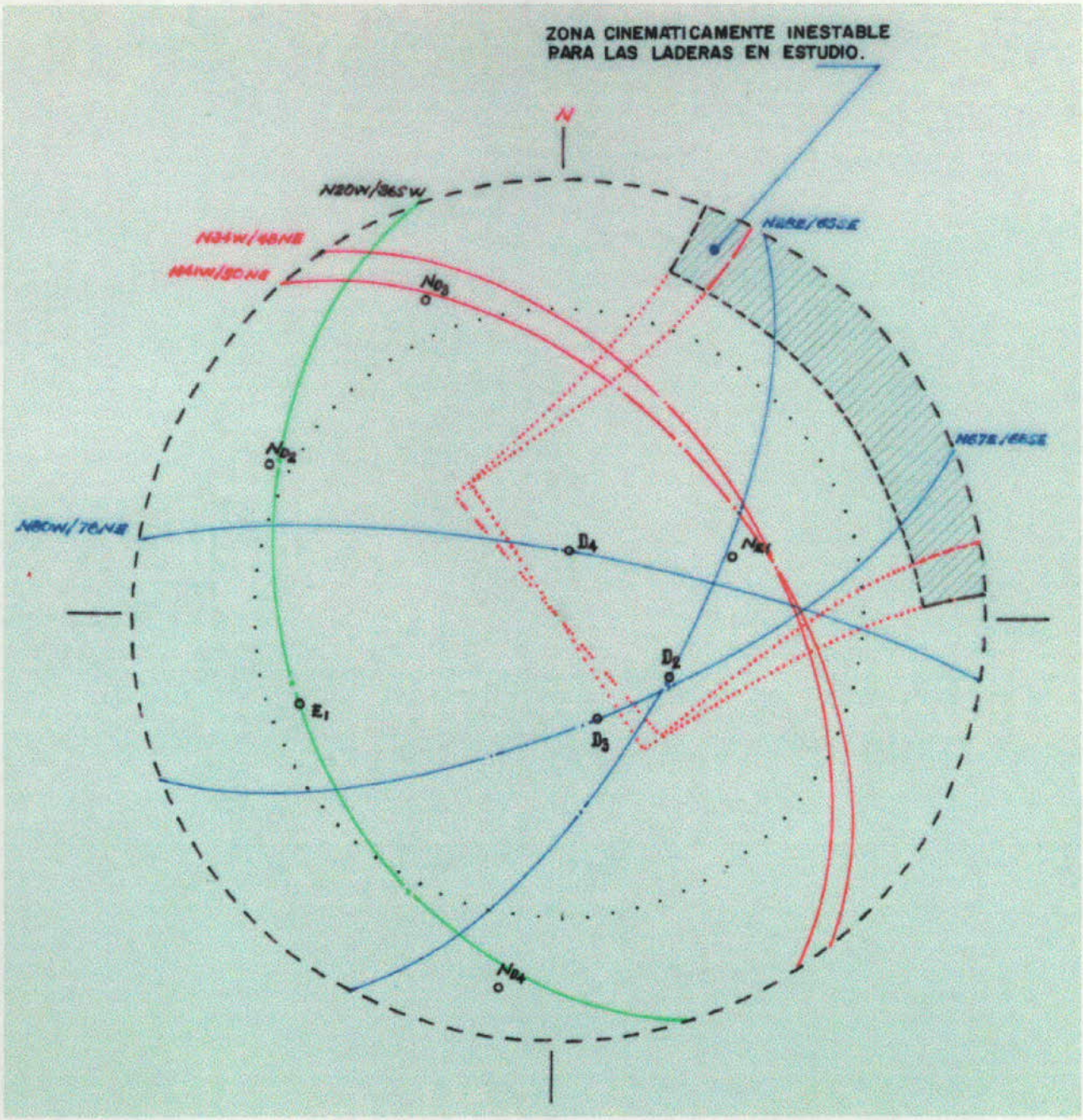
UPES - FOPAE	IDROTEC LTDA. INGENIEROS CONSULTORES	ESTUDIOS Y DISEÑOS DE ESTABILIDAD DE TALUDES CONTROL DE EROSIÓN Y MANEJO DE AGUAS PARA LA ESTABILIZACIÓN DE DIFERENTES SITIOS EN LA CIUDAD DE SANTAFÉ DE BOGOTÁ. GRUPO 3	FIG. No. 3.12
		ANÁLISIS DE FALLA PLANAR Y CUÑA LADERAS N22E45SE, N25E/37SE, N32E/38SE SECTOR MALVINAS - SAN MARTÍN DE LOBA	REF:



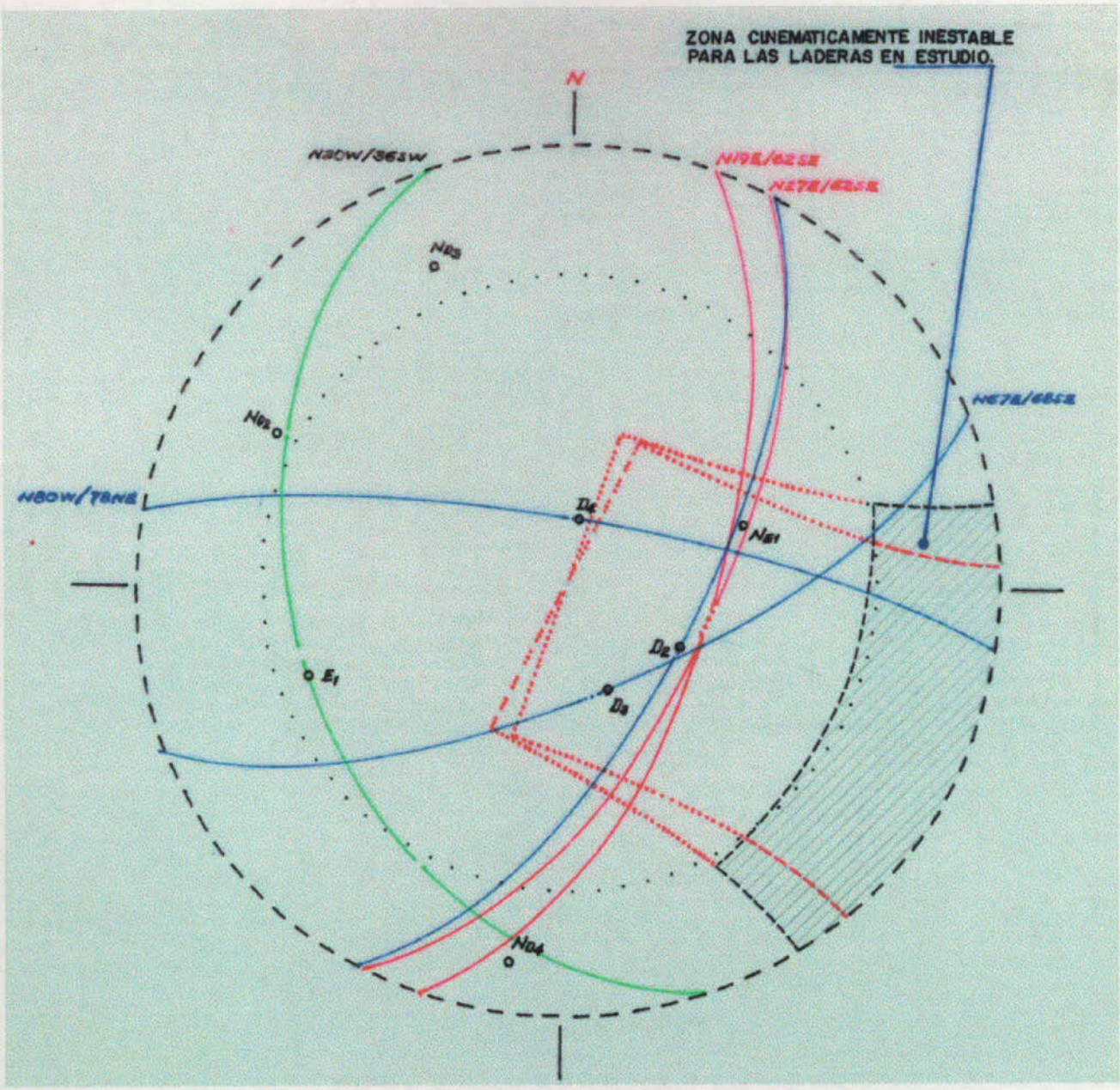
UPES - FOPAE	IDROTEC LTDA. INGENIEROS CONSULTORES	ESTUDIOS Y DISEÑOS DE ESTABILIDAD DE TALUDES CONTROL DE EROSIÓN Y MANEJO DE AGUAS PARA LA ESTABILIZACIÓN DE DIFERENTES SITIOS EN LA CIUDAD DE SANTAFÉ DE BOGOTÁ. GRUPO 3	FIG. No. 3.13
		ANÁLISIS CINEMÁTICO EN FALLA PLANAR Y EN CUÑA LADERAS N34W/48NE, N41W/50NE, N44E/51SE SECTOR MALVINAS - SAN MARÍN DE LOBA	REF:



UPES - FOPAE	IDROTEC LTDA. INGENIEROS CONSULTORES	ESTUDIOS Y DISEÑOS DE ESTABILIDAD DE TALUDES CONTROL DE EROSIÓN Y MANEJO DE AGUAS PARA LA ESTABILIZACIÓN DE DIFERENTES SITIOS EN LA CIUDAD DE SANTAFÉ DE BOGOTÁ. GRUPO 3	FIG. No. 3.14
		ANÁLISIS DE FALLA CUNEIFORME PARA LA CUÑA D3= N67E/68SE, Ø = 30° Y D4 = N80W/78NE, Ø2 = 30° EN LADERAS N19E/62SE, N27E/62SE - SECTOR MALVINAS - SAN MARÍN DE LOBA	REF:



UPES - FOPAE	IDROTEC LTDA. INGENIEROS CONSULTORES	ESTUDIOS Y DISEÑOS DE ESTABILIDAD DE TALUDES CONTROL DE EROSIÓN Y MANEJO DE AGUAS PARA LA ESTABILIZACIÓN DE DIFERENTES SITIOS EN LA CIUDAD DE SANTAFÉ DE BOGOTÁ. GRUPO 3	FIG. No. 3.15
		REPRESENTACIÓN CICLOGRÁFICA - ANÁLISIS DE FALLA POR VOLTEO PARA LAS LADERAS N34W/48NE Y N41W/50NE SECTOR MALVINAS - SAN MARTÍN DE LOBA	REF:



UPES - FOPAE	IDROTEC LTDA. INGENIEROS CONSULTORES	**ESTUDIOS Y DISEÑOS DE ESTABILIDAD DE TALUDES CONTROL DE EROSIÓN Y MANEJO DE AGUAS PARA LA ESTABILIZACIÓN DE DIFERENTES SITIOS EN LA CIUDAD DE SANTAFÉ DE BOGOTÁ. GRUPO 3**	**FIG. No. 3.16**
		REPRESENTACIÓN CICLOGRÁFICA - ANÁLISIS DE FALLA POR VOLTEO PARA LAS LADERAS N19E/62SE Y N27E/62SE SECTOR MALVINAS - SAN MARTÍN DE LOBA	**REF:**

Las Tablas Nos. 3.4 a 3.7 permiten al lector hacer una verificación más expedita de la evaluación de estabilidad y del comportamiento de las laderas, ante los modos de falla estudiados, gracias a su planteamiento en términos de proposición matemática.

Los resultados mencionados pueden entenderse como una reflejo de las condiciones de estabilidad actual, y como una muestra del comportamiento esperado de las laderas en la zona, puesto que no se observan evidencias de falla planar, en cuña, o por volteo. El fenómeno de remoción en masa más importante es la caída de bloques localizado casi exclusivamente sobre el entalle superior del cerro y en toda su extensión, producto de la pérdida gradual de resistencia en las discontinuidades por acción del agua de infiltración, o por pérdida de soporte de base y lateral.

El tamaño del bloque como se aprecia en campo y lo confirma el índice de bloque (Jv=2,7 m^3) es muy grande. Sin embargo, cabe destacar que el proceso de las laderas de límite norte presenta una mayor relevancia debido al grado de fracturamiento del macizo producto del uso de explosivos durante la explotación y al papel no menos despreciable del agua de infiltración en los planos de fracturación y diaclasamiento.

3.4.2 Análisis de Bloque Crítico

El concepto del bloque crítico introducido por Shi (1978) y Shi & Goodman (1981) se fundamenta en el principio que en una masa de rocosa formada por n discontinuidades y m superficies libres producto de excavaciones, existen teóricamente $2^{(n+m)}$ tipos de bloques de roca formados por la intersección de dichas discontinuidades.

De los bloques de roca que pueden existir sólo un número muy pequeño se encuentra como bloques finitos y un número más pequeño tiene la posibilidad de moverse hacia el espacio libre. Estos son los denominados "bloques Claves o Críticos". Una vez uno de estos bloques se mueve, otros pueden quedar libres y convertirse en bloques críticos.

Con base en lo expuesto, puede verse que se obtendrá una excavación segura si se identifican los bloques claves existentes y se aplican las medidas de soporte necesarias, o en su defecto se cambia la orientación y/o pendiente del talud, con el fin de evitar o disminuir la presencia de estos bloques.

Las Figuras Nos. 3.17 a 3.19 muestran las proyecciones estereográficas de los planos de discontinuidad, las laderas en estudio y el círculo primitivo. Las proyecciones se hicieron usando el punto inferior de la esfera como centro de proyección. Los cuatro círculos mayores y sus intersecciones dan lugar a trece (13)

triángulos esféricos que representan las Pirámides de Juntas (**JPs**); es decir los bloques de roca existentes en el macizo. La Pirámide de Excavación (**EP**) es en estos casos la región fuera del círculo principal para el azimut de buzamiento y buzamiento de la cara de los taludes, y la Pirámide de Espacio (**SP**) es el complemento de la EP, o sea el espacio interior al círculo principal de la cara del talud. Al mirar las figuras se descubre que las únicas JPs que no se interceptan con la EPs de los cortes, o que caen completamente dentro de las SPs de los mismos son los triángulos esféricos:

- JP0010, JP0000 y JP1000 para la superficie N27E/56SE
- JP0010 y JP0000 en el talud N41W/50NE
- JP0010 y JP1000 para la superficie N10W/52NE
- JP0010, JP0000 y JP1000 en el corte N12E/45SE
- JP0100, JP0000 y JP0001 para la ladera N44E/47SE

El análisis estereográfico para las dos últimas laderas no se presenta en este trabajo, puesto que como la superficie libre N27E/56SE corresponde al promedio modal de orientaciones de las laderas con rumbo al NE, se consideró apropiado, en aras de simplificar ilustrar sólo la evaluación realizada para ésta. No obstante, se mencionan sus resultados, para que el lector tenga un espectro más amplio del comportamiento del cerro de las Guacamayas, y por ende de la zona de estudio.

El estudio de los modos permisibles de deslizamiento (Análisis Modal) para las JPs con relación a las superficies libres (cortes) se puede apreciar en la Figura No. 3.20. Del análisis modal se observan las siguientes formas de deslizamiento para los bloques críticos:

- JP1000 a lo largo de la intersección de los planos 3 (N67E/68SE) y 4 (N80W/78NE).
- JP0001 por la intersección de los planos 1 (E1: N20W/36SW) y 2 (N28E/65SE).

Las pirámides JP0010, JP0000 y JP0100 son completamente estable, dado que no presenta algún tipo de modo de deslizamiento.

El patrón de deslizamiento del bloque clave JP0001, de acuerdo con el análisis cinemático, revela restricciones para su movilización. El azimut de buzamiento de la línea de intersección está fuera del rango de inestabilidad, lo que implica el desplazamiento de la cuña hacia el cuerpo mismo del macizo, por lo tanto se considera poco "probable" la falla del bloque.

Los abanicos de taludes naturales estudiados presentan bloques críticos. Sin embargo, los análisis sugieren un aceptable grado de estabilidad relativa. En conclusión, se aprecia que la falla por las discontinuidades tiene lugar por la pérdida de resistencia en las paredes, gracias a la acción del agua de infiltración, el desarrollo de presiones hidrostáticas, relajación de esfuerzos y pérdida de soporte.

TABLA No. 3.4

ANALISIS CINEMATICO DE TALUDES EN MACIZOS ROCOSOS

FALLA PLANAR Y EN CUÑA

SECTOR SAN MARTIN DE LOBA

TALUD No L1 **ORIENTACION** N12E/45SE

Plano No	*Az. de Buz.*	*Buzamiento*	*Posibilidad Cinemática*			*Posibilidad*
	ab	*b*	*b>Ø*	*|at-ab| <=20*	*b < t*	*falla planar*
E	200	36	si	no	no	no
D2	118	65	si	si	no	no
D3	157	68	si	no	no	no
D4	10	78	si	no	no	no

Cuña No						**falla en cuña**
I1	196	23	no	no	no	no
I2	231	34	si	no	no	no
I3	287	30	no	no	no	no
I4	126	65	si	no	no	no
I5	79	59	si	no	no	no
I6	89	43	si	si	no	si

D: Diaclasa
E: Estrato

Buzamiento t 45
Azimut: at 102
Friccion 30

TALUD No L2 **ORIENTACION** N44E/49SE

Plano No	*Az. de Buz.*	*Buzamiento*	*Posibilidad Cinemática*			*Posibilidad*
	ab	*b*	*b>Ø*	*|at-ab| <=20*	*b < t*	*falla planar*
E	200	36	si	no	no	no
D2	118	65	si	si	no	no
D3	157	68	si	no	no	no
D4	10	78	si	no	no	no

Cuña No						**falla en cuña**
I1	196	23	no	no	no	no
I2	231	34	si	no	no	no
I3	287	30	no	no	no	no
I4	126	65	si	si	no	no
I5	79	59	si	no	no	no
I6	89	43	si	no	no	no

MALAN1.XLS

D: Diaclasa
E: Estrato

Buzamiento t 49
Azimut: at 134
Friccion 30

TABLA No. 3.5

ANALISIS CINEMATICO DE TALUDES EN MACIZOS ROCOSOS

FALLA POR VOLTEO

SECTOR SAN MARTIN DE PORRES

TALUD No L1 **ORIENTACION** N12E/45SE

Plano No	*Az. de Buz.*	*Buzamiento*	*Posibilidad Cinemática*		*Posibilidad de*
	ab	*b*	*(at+150) < ab < (at+210)*	*t > (90-b+ø)*	*falla por Volteo*
E	200	36	no	no	no
D2	118	65	no	no	no
D3	157	68	no	no	no
D4	10	78	no	si	no

D: Diaclasa
E: Estrato

Buzamiento t 45
Azimut: at 102
Friccion 30

TALUD No L2 **ORIENTACION** N44E/49SE

Plano No	*Az. de Buz.*	*Buzamiento*	*Posibilidad Cinemática*		*Posibilidad de*
	ab	*b*	*(at+150) < ab < (at+210)*	*t > (90-b+ø)*	*falla por Volteo*
E	200	36	no	no	no
D2	118	65	no	no	no
D3	157	68	si	no	no
D4	10	78	no	si	no

MALAN2.XLS

D: Diaclasa
E: Estrato

Buzamiento t 49
Azimut: at 134
Friccion 30

TABLA No. 3.6

ANALISIS CINEMATICO DE TALUDES EN MACIZOS ROCOSOS

FALLA PLANAR Y EN CUÑA

SECTOR SAN MARTIN DE LOBA

TALUD No L3 **ORIENTACION** N41W/50NE

Plano No	*Az. de Buz.*	*Buzamiento*	*Posibilidad Cinemática*			*Posibilidad*
	ab	*b*	*b>Ø*	*|at-ab| <=20*	*b < t*	*falla planar*
E	200	36	si	no	si	no
D2	118	65	si	no	no	no
D3	157	68	si	no	no	no
D4	10	78	si	no	no	no
Cuña No						**falla en cuña**
I1	196	23	no	no	si	no
I2	231	34	si	no	si	no
I3	287	30	no	no	si	no
I4	126	65	si	no	no	no
I5	79	59	si	no	no	no
I6	89	43	si	no	si	no

D: Diaclasa
E: Estrato

Buzamiento t 50
Azimut: at 49
Friccion 30

TALUD No L4 **ORIENTACION** N10W/52NE

Plano No	*Az. de Buz.*	*Buzamiento*	*Posibilidad Cinemática*			*Posibilidad*
	ab	*b*	*b>Ø*	*|at-ab| <=20*	*b < t*	*falla planar*
E	200	36	si	no	si	no
D2	118	65	si	no	no	no
D3	157	68	si	no	no	no
D4	10	78	si	no	no	no
Cuña No						**falla en cuña**
I1	196	23	no	no	si	no
I2	231	34	si	no	si	no
I3	287	30	no	no	si	no
I4	126	65	si	no	no	no
I5	79	59	si	si	no	no
I6	89	43	si	si	si	si

MALAN3.XLS

D: Diaclasa
E: Estrato

Buzamiento t 52
Azimut: at 80
Friccion 30

TABLA No. 3.7

ANALISIS CINEMATICO DE TALUDES EN MACIZOS ROCOSOS

FALLA POR VOLTEO

SECTOR SAN MARTIN DE PORRES

TALUD No L3 **ORIENTACION** N41W/50NE

Plano No	*Az. de Buz.*	*Buzamiento*	*Posibilidad Cinemática*		*Posibilidad de*
	ab	*b*	*(at+150) < ab < (at+210)*	*t > (90-b+ø)*	*falla por Volteo*
E	200	36	si	no	no
D2	118	65	no	no	no
D3	157	68	no	no	no
D4	10	78	no	si	no

D: Diaclasa
E: Estrato

Buzamiento t 50
Azimut: at 49
Friccion 30

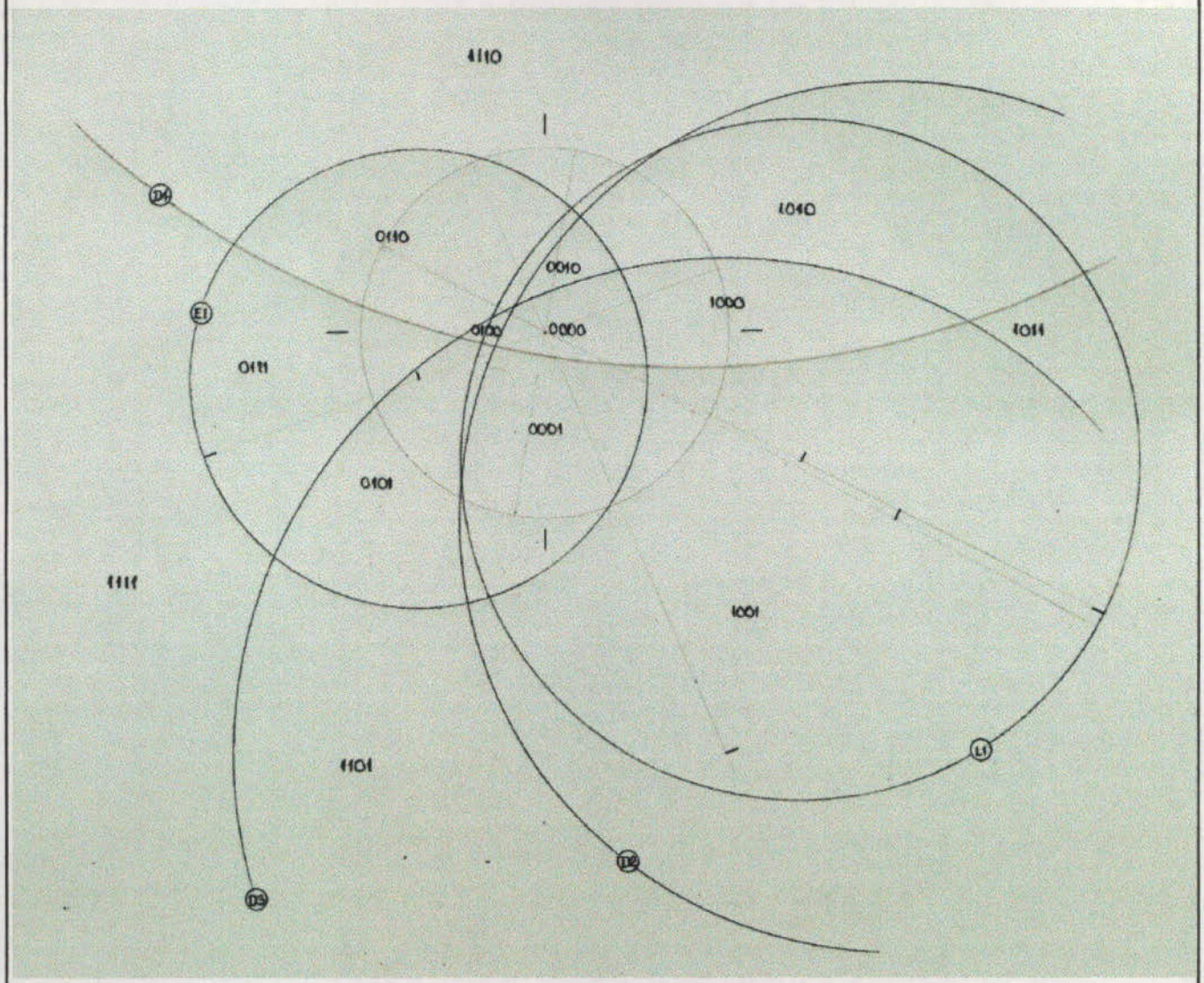
TALUD No L4 **ORIENTACION** N10W/52NE

Plano No	*Az. de Buz.*	*Buzamiento*	*Posibilidad Cinemática*		*Posibilidad de*
	ab	*b*	*(at+150) < ab < (at+210)*	*t > (90-b+ø)*	*falla por Volteo*
E	200	36	no	no	no
D2	118	65	no	no	no
D3	157	68	si	no	no
D4	10	78	no	si	no

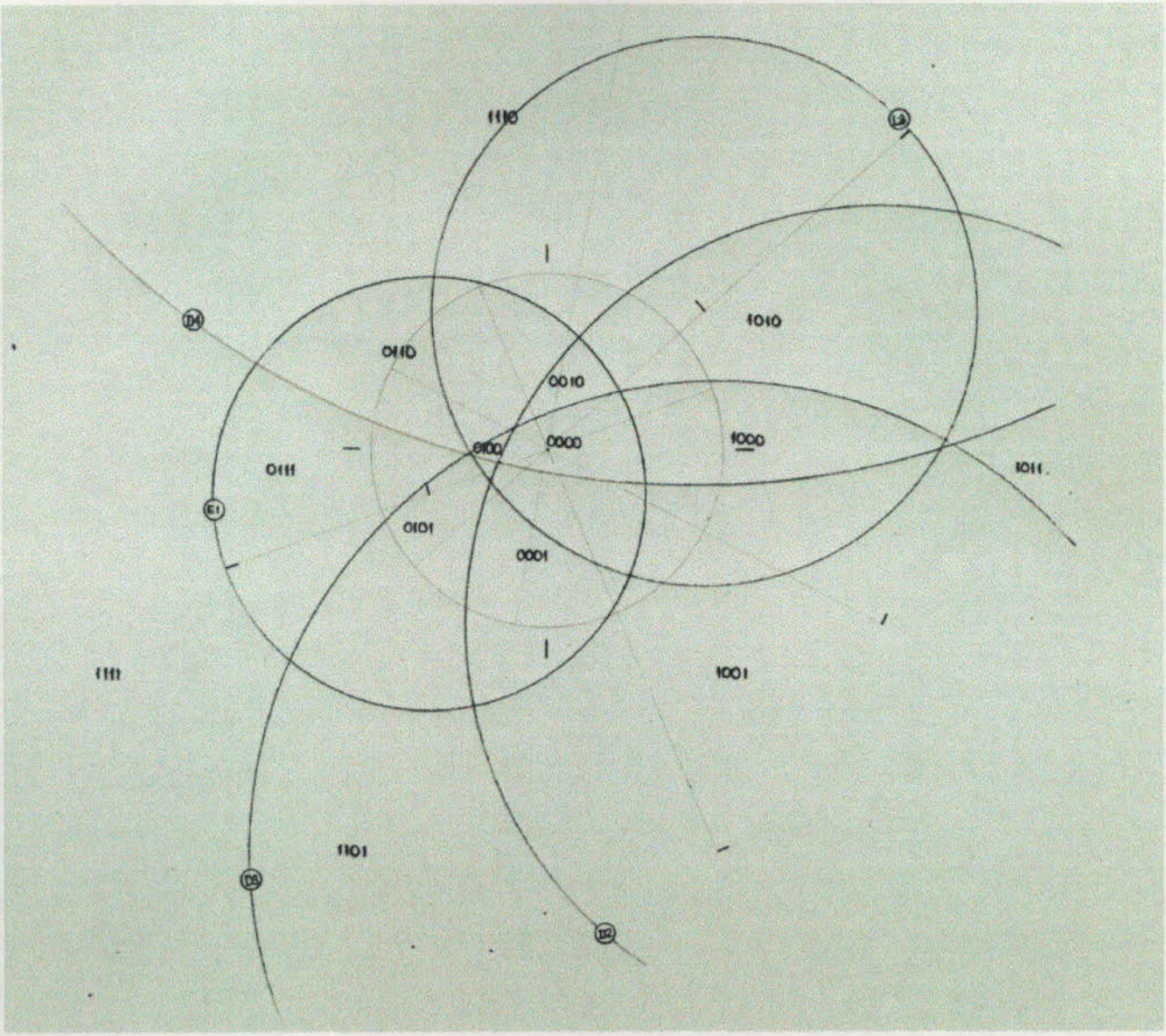
MALAN4.XLS

D: Diaclasa
E: Estrato

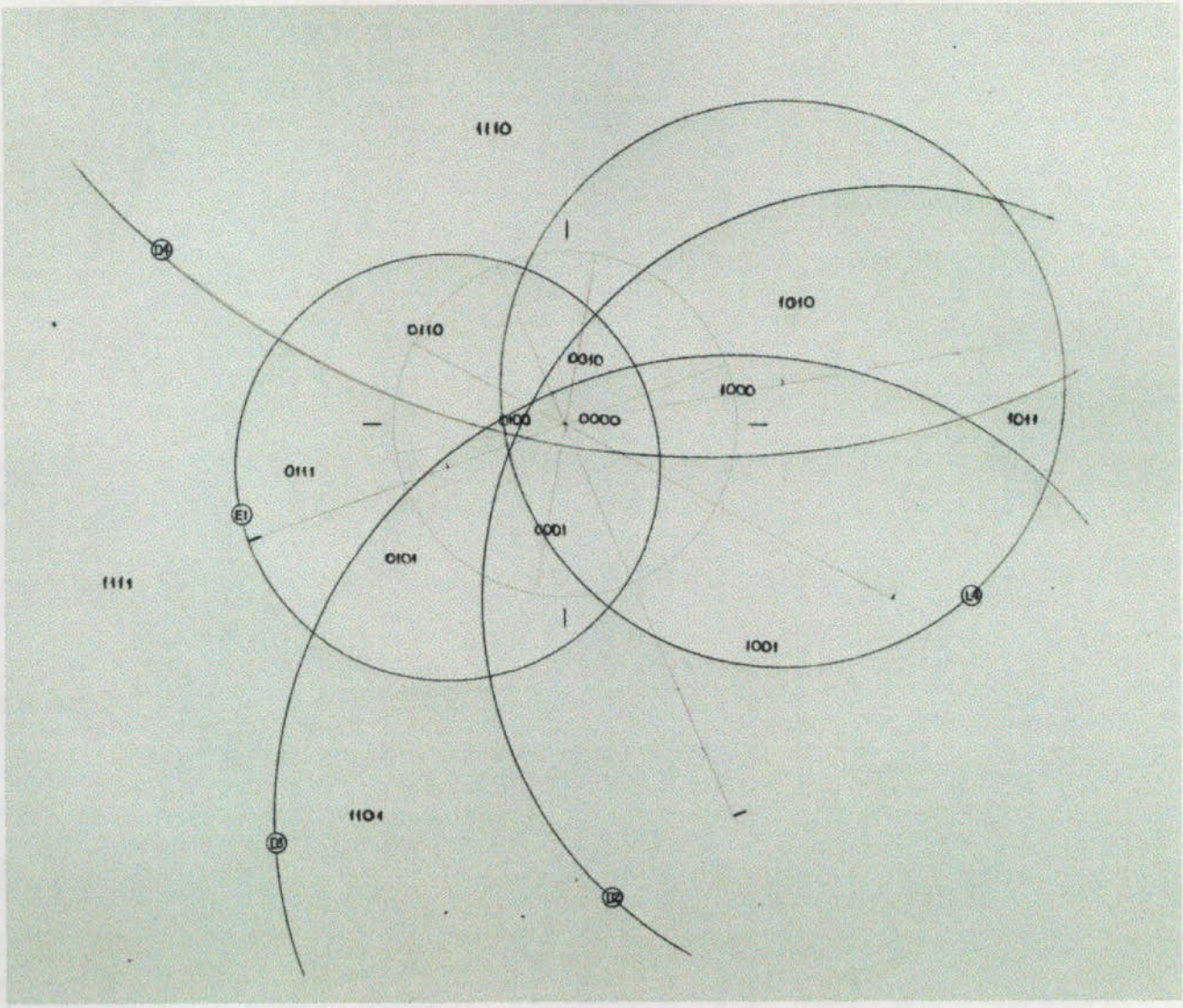
Buzamiento t 52
Azimut: at 80
Friccion 30



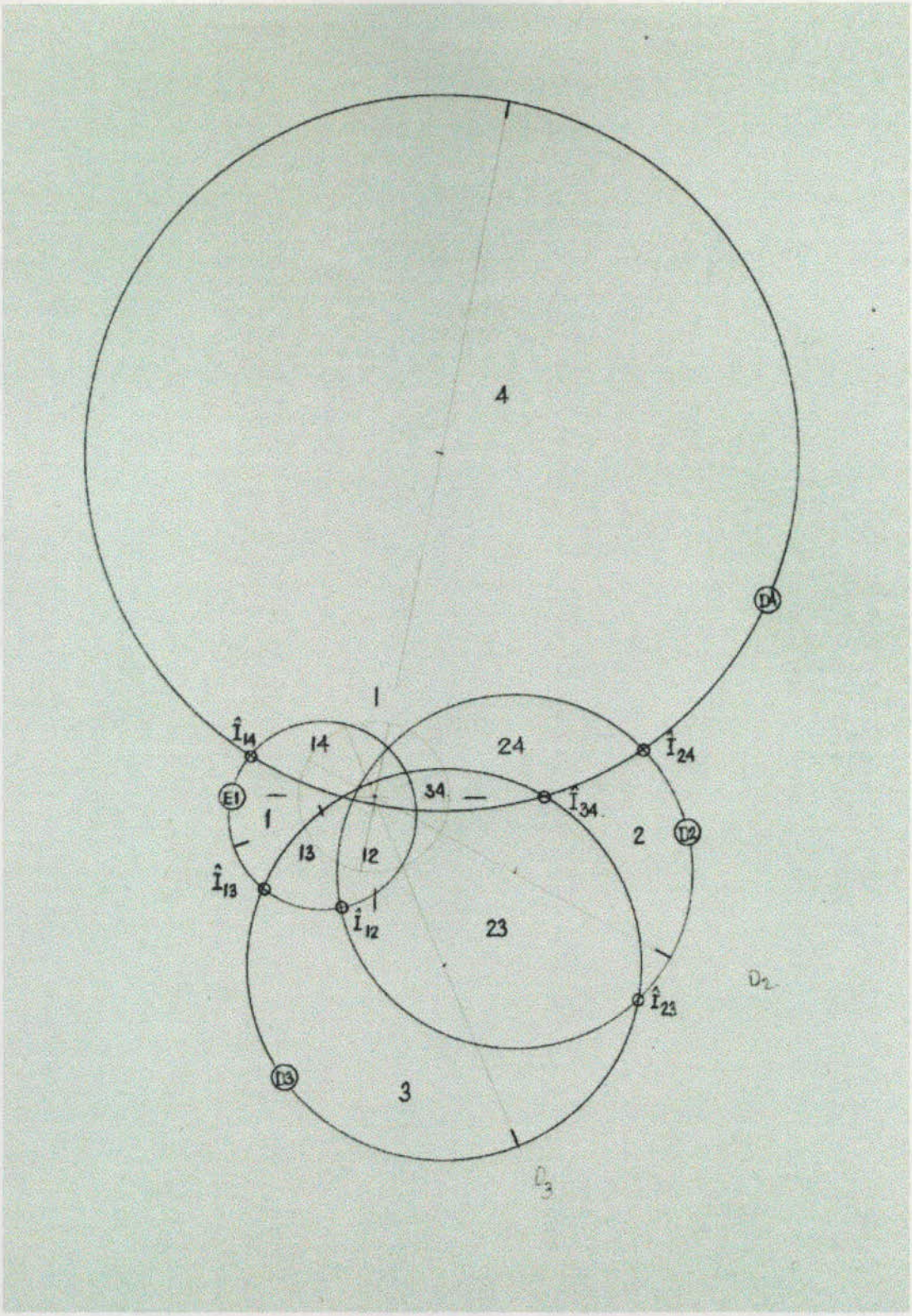
UPES - FOPAE	IDROTEC LTDA. INGENIEROS CONSULTORES	ESTUDIOS Y DISEÑOS DE ESTABILIDAD DE TALUDES CONTROL DE EROSIÓN Y MANEJO DE AGUAS PARA LA ESTABILIZACIÓN DE DIFERENTES SITIOS EN LA CIUDAD DE SANTAFÉ DE BOGOTÁ. GRUPO 3	FIG. No. 3.17
		ANÁLISIS DEL BLOQUE CRÍTICO PARA LA LADERA L1: N27E/56SE SECTOR MALVINAS - SAN MARTÍN DE LOBA	REF:



UPES - FOPAE	IDROTEC LTDA. INGENIEROS CONSULTORES	ESTUDIOS Y DISEÑOS DE ESTABILIDAD DE TALUDES CONTROL DE EROSIÓN Y MANEJO DE AGUAS PARA LA ESTABILIZACIÓN DE DIFERENTES SITIOS EN LA CIUDAD DE SANTAFÉ DE BOGOTÁ. GRUPO 3	FIG. No. 3.18
		ANÁLISIS DEL BLOQUE CRÍTICO PARA LA LADERA L3: N41W/50NE SECTOR MALVINAS - SAN MARTÍN DE LOBA	REF:



UPES - FOPAE	IDROTEC LTDA. INGENIEROS CONSULTORES	ESTUDIOS Y DISEÑOS DE ESTABILIDAD DE TALUDES CONTROL DE EROSIÓN Y MANEJO DE AGUAS PARA LA ESTABILIZACIÓN DE DIFERENTES SITIOS EN LA CIUDAD DE SANTAFÉ DE BOGOTÁ. GRUPO 3	FIG. No. 3.19
		ANÁLISIS DEL BLOQUE CRÍTICO PARA LA LADERA L4: N10W/52NE SECTOR MALVINAS - SAN MARTÍN DE LOBA	REF:



UPES - FOPAE	IDROTEC LTDA. INGENIEROS CONSULTORES	**ESTUDIOS Y DISEÑOS DE ESTABILIDAD DE TALUDES CONTROL DE EROSIÓN Y MANEJO DE AGUAS PARA LA ESTABILIZACIÓN DE DIFERENTES SITIOS EN LA CIUDAD DE SANTAFÉ DE BOGOTÁ. GRUPO 3**	**FIG. No. 3.20**
		ANÁLISIS MODAL PARA LAS JPs DEL MACIZO ROCOSO - SECTOR MALVINAS PROYECCIÓN ESTEREOGRÁFICA CON EL PUNTO FOCAL INFERIOR	**REF:**

3.4.3 Recomendaciones

Con base en lo anteriormente expuesto, se recomienda perfilar el talud principal, retirando los bloques claves en estado de equilibrio límite, éstos se podrán identificar durante la excavación de acuerdo con los lados de las discontinuidades que lo forman. Esta medida deberá acompañarse con un adecuado manejo de la escorrentía y de las aguas servidas que se vierten, hoy por hoy, en la cara del talud.

3.5 ASPECTOS HIDROLÓGICOS

3.5.1 Generalidades

En el presente capítulo se describe la información climática e hidrológica consultada y analizada con el propósito de determinar el régimen de precipitación medias, máximas y media mensual multianual. De otro lado se busca conocer las relaciones intensidad - frecuencia - duración de las lluvias máximas, requeridas para el cálculo de caudales de diseño y el dimensionamiento de las diferentes obras hidráulicas de drenaje a proyectar en la zona.

Los parámetros climáticos de temperatura, brillo solar y evapotranspiración, no se trataron en el desarrollo del proyecto porque no se consideran como factores detonantes dentro de los procesos de remoción en masa.

3.5.1.1 Área de Estudio

El Barrio San Martín de Loba, objeto del presente estudio, se encuentra ubicado en el sector Sur-oriental de Santa Fe de Bogotá, D.C., entre las cotas 2.659 m.s.n.m. y 2.701 m.s.n.m., ocupando un área de 24 ha en su contorno. La zona de estudio de estabilidad de taludes y manejo de aguas abarca un área de 2,5 ha.

Para el análisis pluviométrico mensual y anual se consideró como área de estudio una microcuenca que se extiende en 13,48 ha. Su localización y delimitación se puede ver en la Figura No. 1.1.

3.5.2 Precipitación Media

- **Información Pluviométrica**

Para el estudio de la precipitación se llevaron a cabo los siguientes pasos:

- Investigación de inventarios y mapas de entidades como, CAR, e IDEAM.
- Preselección de las estaciones de acuerdo con su ubicación en la microcuenca perteneciente a la zona de estudio, o en microcuencas aledañas.
- Selección final de las estaciones con registros históricos continuos y extensos, para esto se consideraron períodos de 20, 15, y 10 años. El nombre, características y localización de las estaciones pluviométricas consideradas se muestran en la Tabla No. 3.8.

TABLA No. 3.8

DATOS DE IDENTIFICACIÓN DE LAS ESTACIONES DE PRECIPITACIÓN EN EL ÁREA DE ESTUDIO

ENTIDAD	CÓDIGO	NOMBRE DE LA ESTACIÓN	NORTE	ESTE
IDEAM	2120558	Vivero Venado de Oro	1'001.581	1'000.105

Como se ilustra en la Tabla No. 3.9 estas estaciones tienen períodos de registros de lluvia mayores de 20 años. Con el objeto de determinar el valor de la lluvia en las estaciones representativas en condiciones hidrológicas estables a largo plazo, se consideró adecuado analizar los últimos 20 años de registro. Aunque para el conjunto de estaciones estos períodos no son cronológicamente simultáneos, con la selección de los períodos individuales mencionados se garantiza que las isoyetas corresponden a condiciones de precipitación normales en toda el área de estudio.

TABLA No. 3.9

PERÍODOS DE REGISTRO DE LAS ESTACIONES DEL ÁREA DE ESTUDIO

ENTIDAD	CÓDIGO	ESTACIÓN	AÑOS
IDEAM	2120558	Vivero Venado de Oro	1965 - 1997

- **Análisis de la Precipitación Media**

La distribución media mensual (Véase la Figura No. 3.21) de las lluvias es de forma bimodal con períodos lluviosos de abril a mayo y de octubre a noviembre, y períodos secos en los meses de diciembre a marzo y de junio a septiembre. La precipitación promedio anual asociada al barrio es de 1093 mm./año (Tabla No. 3.10), con registros mensuales desde 62 mm/año hasta 152 mm./mes (Tabla No. 3.11), con una media aritmética

En la Tabla No. 3.10 se presentan los valores multianuales, de los totales mensuales y anuales de la precipitación en todas las estaciones consideradas. Los valores mensuales son los siguientes:

TABLA No. 3.10

VALORES ANUALES DE LA PRECIPITACIÓN EN LAS ESTACIONES

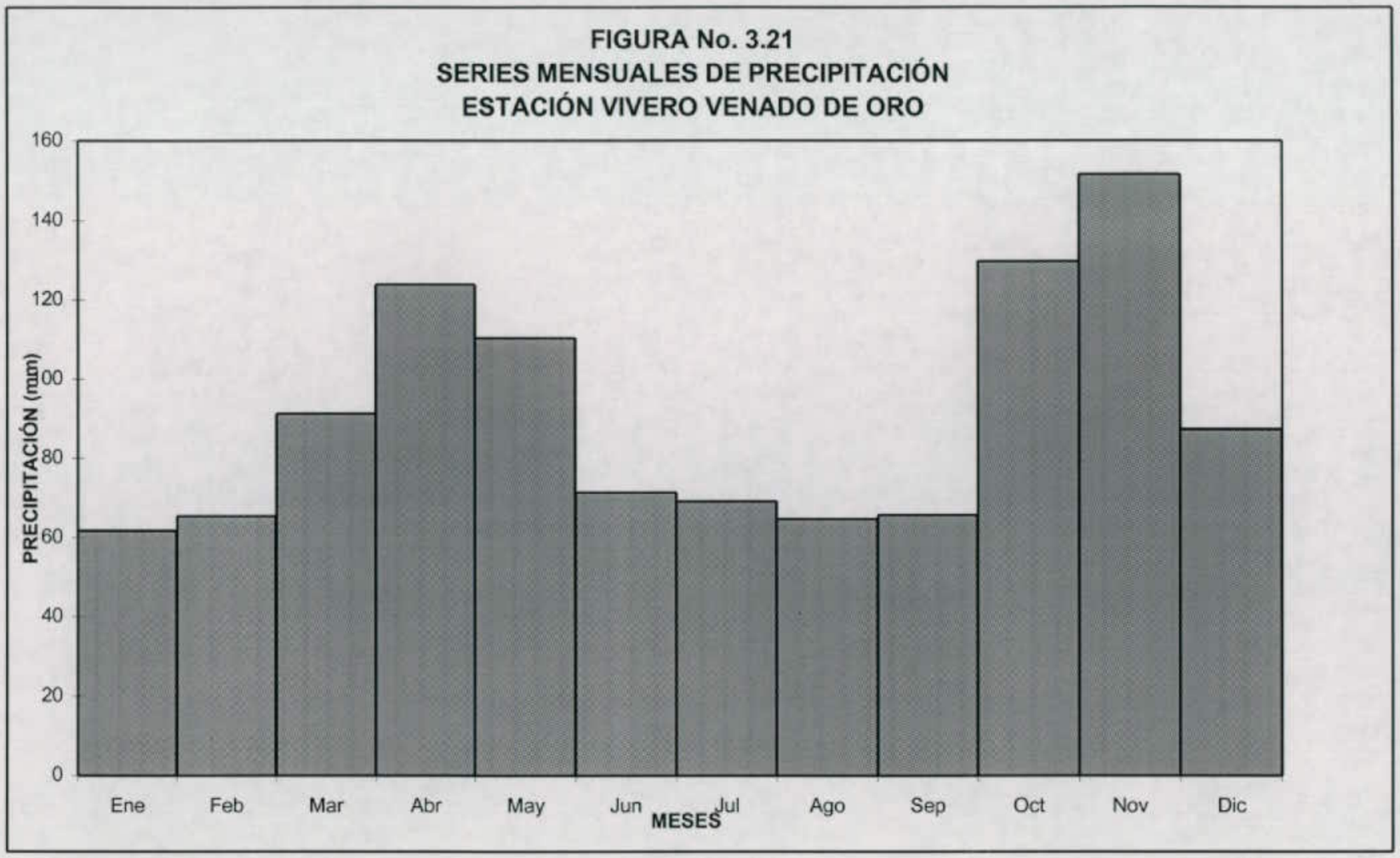
ESTACIÓN	PRECIPITACIÓN (mm/año)	PERÍODO	No. DE AÑOS
2120558	1.093	1965 - 1997	32

TABLA No. 3.11

VALORES DE PRECIPITACIÓN MENSUAL MULTIANUAL

MES	PRECIPITACIÓN MENSUAL (mm/mes)
Enero	62
Febrero	65
Marzo	91
Abril	124
Mayo	110
Junio	71
Julio	69
Agosto	65
Septiembre	66
Octubre	130
Noviembre	152
Diciembre	87
TOTAL ANUAL	**1.093**

FIGURA No. 3.21
SERIES MENSUALES DE PRECIPITACIÓN
ESTACIÓN VIVERO VENADO DE ORO



	P. SECO			P. HUMEDO		P. SECO				P. HUMEDO		P. SECO	
MESES	**Ene**	**Feb**	**Mar**	**Abr**	**May**	**Jun**	**Jul**	**Ago**	**Sep**	**Oct**	**Nov**	**Dic**	**ANUAL**
MEDIA	62	65	91	124	110	71	69	65	66	130	152	87	1.093
MÁXIMA	391	141	277	264	288	135	121	123	136	267	256	244	391
MÍNIMA	0	6	5	33	36	31	38	17	5	32	75	9	0

000072

El comportamiento de las series medias multianuales muestran una disminución poco significativa de la lluvia hacia el occidente del Barrio, y un incremento considerable hacia el oriente a medida que aumenta la altura (Figura No. 3.22).

De la evaluación de las series históricas en la estación pluviométrica, tomada como referencia, se descubre que la precipitación máxima fue registrada en el período húmedo de Abril a Mayo durante 1981. En los años subsiguientes se aprecia un marco estabilizado con valores de precipitación cercanos a la media anual, lo que hace prever que las series históricas tienen esa misma tendencia en el futuro y que los períodos secos y húmedos tienden a ser los mismos en todos los años.

3.5.3 Precipitación Máxima

En esta sección se presenta la caracterización de las precipitaciones máximas en el Barrio San Martín de Loba.

- **Relaciones Intensidad - Frecuencia - Duración**

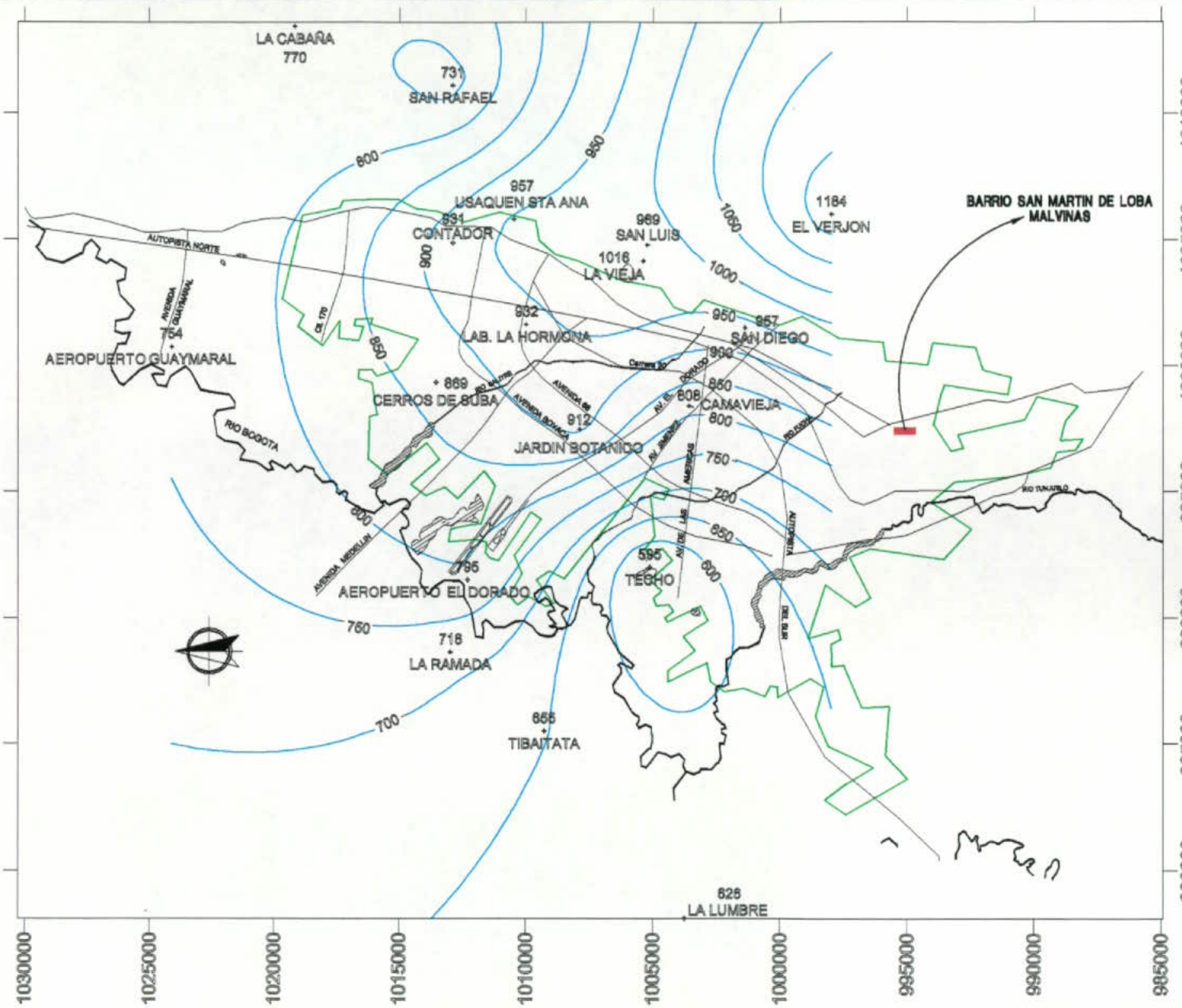
Para establecer estas relaciones necesarias para evaluar el caudal de diseño de las obras a proyectar, se utilizó el sistema de información de tormentas (SISTORM) de la EAAB (Ref.1) con el cual se determinan las ecuaciones IDF para un punto dado mediante una ecuación de la forma:

$$I\,(D, T) = C_1\,(D + Do)^{-C2}$$

Donde,

I	=	Intensidad en mm/h
D	=	Duración en minutos
T	=	Período de frecuencia en años
Do, C_1 y C_2	=	Parámetros de la ecuación

En la Tabla No. 3.12 se presentan los valores de los parámetros utilizados en la ecuación de tormentas para diferentes periodos de retorno (3, 5, 10 y 25 años) y, en la Tabla No. 3.13 y en la Figura No. 3.23 se consignan los niveles de intensidad máxima en las mismas condiciones.



UPES-FOPAE

IDROTEC
INGENIEROS CONSULTORES

ESTUDIOS Y DISEÑOS DE ESTABILIDAD DE TALUDES CONTROL DE EROSION Y MANEJO DE AGUAS PARA LA ESTABILIZACION DE DIFERENTES SITIOS EN LA CIUDAD DE SANTA FE DE BOGOTA – GRUPO No. 3

CURVAS ISOYETAS TOTALES ANUALES

FIGURA No. 3.22

ISOY.DWG

000074

ECUACION CURVAS IDF
I (mm/h)= C1(D + Do)^C2, D y Do en minutos

BARRIO SAN MARTIN DE LOBA (950,000 N; 973,000 E)

				INTENSIDAD (mm/h) PARA VARIOS TIEMPOS DE DURACION						
TR (AÑOS)	C1	Do	C2	5 MIN.	10 MIN.	15 MIN.	20 MIN.	30 MIN.	60 MIN.	120 MIN.
3	982,70	17,80	-0,81	78,07	66,49	58,15	51,84	42,86	28,89	18,18
5	941,70	13,90	-0,78	95,12	79,21	68,30	60,31	49,29	32,84	20,65
10	926,00	10,60	-0,75	117,97	95,77	81,36	71,17	57,57	38,02	23,97
25	936,30	7,80	-0,72	149,36	117,79	98,56	85,45	68,49	44,97	28,49

FIGURA No. 3.23
CURVAS DE INTENSIDAD- FRECUENCIA Y DURACION
PARA EL BARRIO SAN MARTIN DE LOBA

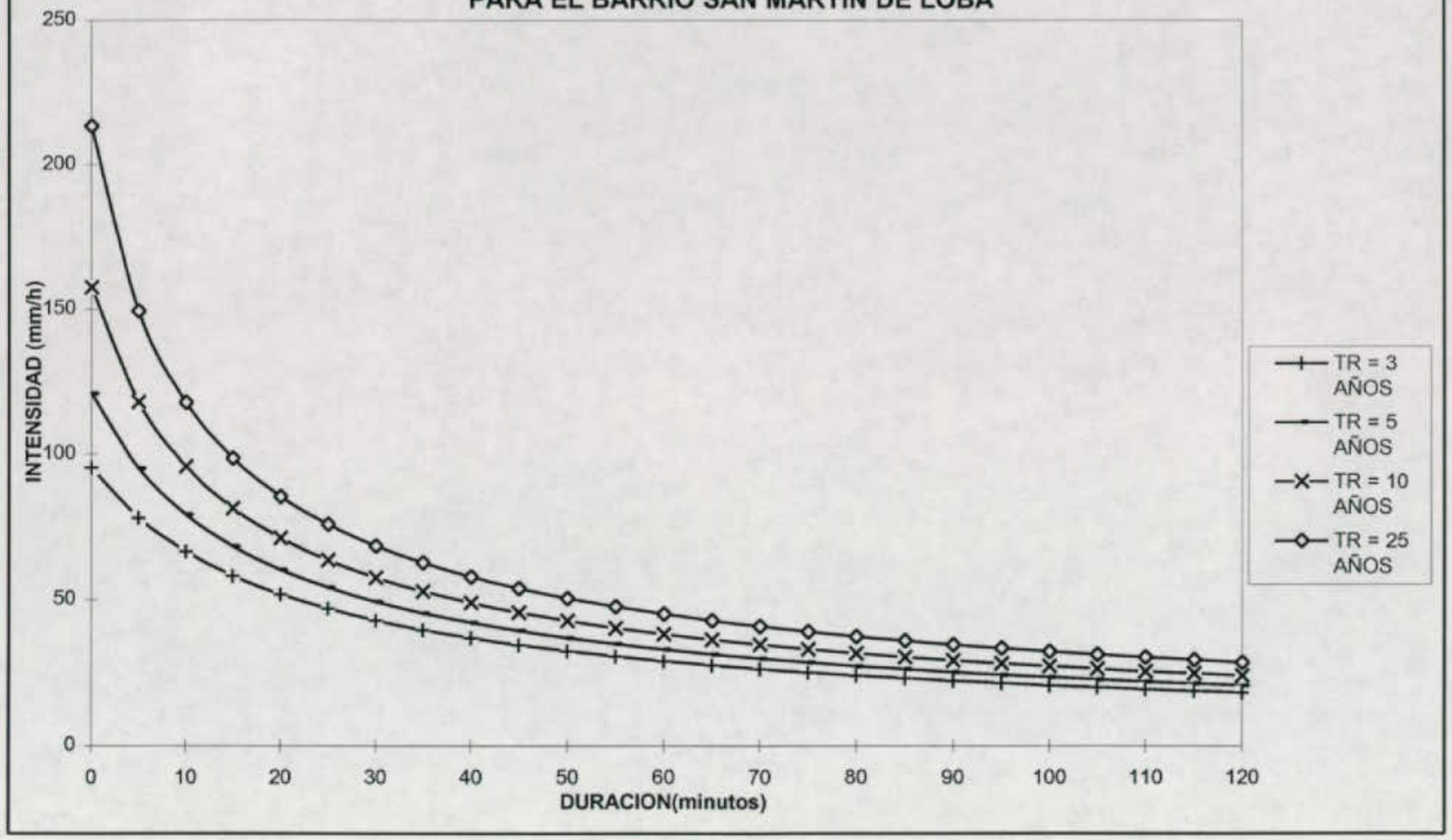


TABLA No. 3.12

PARÁMETROS DISTRIBUCIÓN DE TORMENTAS

Tr (años)	C_1	D_o	C_2
3	982,70	17,80	-0,81
5	841,70	13,90	-0,78
10	926,00	10,60	-0,75
25	936,30	7.820	-0,72

TABLA No. 3.13

VALORES DE INTENSIDAD MÁXIMA PARA DIFERENTES PERÍODOS DE RETORNO

	INTENSIDAD (mm/h) PARA VARIOS TIEMPOS DE DURACION						
TR (AÑOS)	5 MIN.	10 MIN.	15 MIN.	20 MIN.	30 MIN.	60 MIN.	120 MIN.
3	78,07	66,49	58,15	51,84	42,86	28,89	18,18
5	95,12	79,21	68,30	60,31	49,29	32,84	20,65
10	117,97	95,77	81,36	71,17	57,57	38,02	23,97
25	149,36	117,79	98,56	85,45	68,49	44,97	28,49

3.5.4 Caudales Máximos

El caudal aquí calculado se obtuvo tomando la microcuenca vertiente total, que cubre el área de estudio. Una vez definidas las áreas aferentes para cada drenaje se podrá efectuar el cálculo del caudal de transporte en forma similar.

Los caudales máximos se determinaron por medio del método racional. Éste considera que:

$$Q = C.I.A.$$

Q = Descarga estimada en un sitio determinado, en litros por segundo
C = Coeficiente de escorrentía
I = Intensidad de la lluvia en litros por segundo por hectárea para una duración igual al tiempo de concentración de la cuenca y para el período de retorno determinado
A = Área de drenaje en hectáreas.

Así, la aplicación del método implicó conocer previamente las características morfométricas de la microcuenca, tales como: área, longitud y pendiente de su cauce principal, y su tipo de cobertura vegetal para poder determinar el tiempo de concentración de la microcuenca.

A continuación se efectúa una descripción de cada una de las variables involucradas.

- **Características Morfométricas**

De acuerdo con la cartografía obtenida del IGAC, planchas escalas 1:2.000 y 1:10.000, y de las fotografías aéreas, correspondientes al vuelo R1131 en escala aproximada 1: 5.000, se delimitó la microcuenca, y se estimaron sus principales características, así:

Área de Microcuenca:	24	ha
Longitud del Cauce Principal:	0,43	km
Pendiente Promedio del Cauce:	9,77	%
Cota Superior:	2.701	m.s.n.m
Cota Inferior:	2.659	m.s.n.m

En el Mapa No. 1. se pueden apreciar las características morfológicas de la microcuenca.

- **Cobertura Vegetal**

En general la cobertura vegetal y el uso al que está destinado el suelo, constituye un factor fundamental en las condiciones de estabilidad de laderas, particularmente en lo referente a su interacción frente a los agentes climáticos como agua y viento, y su incidencia en el control sobre los procesos erosivos.

En las dos últimas décadas el área de estudio se ha caracterizado por el intenso cambio en su cobertura superficial, siendo el hombre su principal agente de transformación. Como producto de lo referenciado se presentan áreas deforestadas, rastrojo y una amplia frontera urbana (Plano No. 3).

En la Tabla No. 3.14 se presentan las principales unidades cartografiadas de cobertura y uso actual asociado a las mismas. A continuación se describen dichas unidades, destacando algunas de sus características, fundamentalmente el coeficiente de escorrentía relacionado:

1. **Bosques:** Ocupan una superficie 0,16 ha, correspondientes al 0,67 % de la microcuenca, y crecen en pendientes que van desde el 10% al 20%. Se asocia a éstos un coeficiente de escorrentía de 0,21.

2. **Rastrojos:** Cubren un área de 2,24 ha que corresponde al 9,33 % del área de la microcuenca, con pendientes del 20% en general. Se adopta para los rastrojos un coeficiente de escorrentía igual a 0,42.

3. **Potreros:** Cubren un área de 1,70 ha, la cual asciende al 7,08 % de la microcuenca y se localizan en general dentro de las zonas urbanas con pendientes fuertes, característica fundamental de toda la zona de estudio. Se toma un valor de C igual a 0,20.

4. **Zonas Urbanas:** Ocupa la mayor parte de la microcuenca con un área total de 14,82 ha, el cual equivale al 61,75 % del área total. Se adopta un valor de C de 0,90.

5. **Vías:** Se encuentran pavimentadas en su totalidad. Entre ellas suman un total de 5,08 ha, lo que corresponde al 21,17 % del área total, siendo este un cubrimiento considerable respecto de los otros usos. Para las vías se toma un coeficiente C de 0,94.

- **Coeficiente de Escorrentía**

El coeficiente de escorrentía está dado en función del tipo de suelo, de la impermeabilidad de la zona, de la pendiente del terreno y de otros factores que determinan la fracción de lluvias que se convierten en escorrentía.

De acuerdo con la diversidad en la cobertura actual de la zona de estudio, se hizo necesario ponderar dicho coeficiente, tal como se muestra en la Tabla No. 3.14.

TABLA No. 3.14

CÁLCULO DEL COEFICIENTE DE ESCORRENTÍA

TIPO DE COBERTURA	PENDIENTE	ÁREA (a) (ha)	COEFICIENTE "C"	A * C
1. Bosques	10%	0,16	0,21	0,03
2. Rastrojos	10%	2,24	0,42	0,94
3. Potreros	10%	1,70	0,20	0,34
4. Zonas Urbanas	10%	14,82	0,90	13,34
5. Vías	10%	5,08	0,94	4,78
	TOTAL	**24,00**		**19,43**

Para efectuar dicha ponderación se utilizó la siguiente fórmula:

$$C = \frac{\Sigma\, a.c}{A}$$

donde:

C = Coeficiente de escorrentía para la microcuenca
A = Área total de la microcuenca
c = Coeficiente de escorrentía para cada uno de los tipos de cobertura del suelo.
a = Área de unidad de cobertura en la microcuenca

Reemplazando en la ecuación los datos consignados en la Tabla No. 1.4, se tiene:

$$C = \frac{19{,}43}{24} = 0{,}81$$

Luego, el C obtenido es el valor a reemplazar en la fórmula racional (Q=CIA).

- **Intensidad de la Lluvia**

La intensidad de la lluvia se determinó a partir del período de retorno (ó frecuencia) y de la duración de la tormenta de diseño, (Figura No. 3.23).

Para efectos de la evaluación se consideraron períodos de retorno desde 3 hasta 25 años. Los primeros pueden asociarse a áreas tributarias menores a 3 has y los últimos para áreas tributarias de hasta 1.000 has.

El tiempo de concentración se evaluó a partir de las características de longitud y pendiente del cauce principal, mediante la fórmula de Kirpich:

$$TC = \left(\frac{0.871 * L^3}{\Delta H} \right)^{0.385}$$

En donde:

Tc = Tiempo de Concentración en horas

L = Longitud de recorrido en km = 0,43 km

ΔH = Desnivel entre la cabecera de la cuenca y el punto de desagüe en m (2.701 -2.659) = 42 m.

Luego el tiempo de concentración obtenido es :

Tc = 0,08 Horas = 5,09 minutos $\approx$ 5 minutos

Se toma el mínimo que son 5 minutos.

A continuación se muestran en la Tabla No. 3.15, los cálculos de intensidad, I (mm/hora) para períodos de retorno de 3, 5, 10 y 25 años.

TABLA No. 3.15

VALORES DE INTENSIDAD MÁXIMA - DURACIÓN DE 5 MINUTOS

Tr (años)	I (mm/Hora)
3	78,07
5	95,12
10	117,97
25	149,36

Finalmente, para cada uno de los períodos de retorno se determinó el caudal máximo de la microcuenca como se relaciona en la Tabla No. 3.16. Al observar el cuadro se revela que el caudal máximo que corre por el cauce principal de la microcuenca presenta valores elevados.

TABLA No. 3.16

CAUDALES MÁXIMOS

TR (años)	I		C	Área	Q
	mm/hora	L/seg Ha		(ha)	(L/seg)
3	78.07	216.25	0,81	24,00	4.203
5	95.12	263.48	0,81	24,00	5.122
10	117.97	326.78	0,81	24,00	6.352
25	146.36	405.42	0,81	24,00	7.881

3.6 USOS DEL SUELO

En el sector de San Martín de Loba, el uso generalizado del suelo es de área urbana. En el sector de Malvinas se identifican áreas urbanas subnormales, así como zonas de rastrojo alto y bajo, las que se desarrollan en los espacios de mayor pendiente. Se relaciona en el plano No. 3 las unidades de cobertura y uso actual identificadas, tanto en la zona de estudio como en las franjas de influencia.

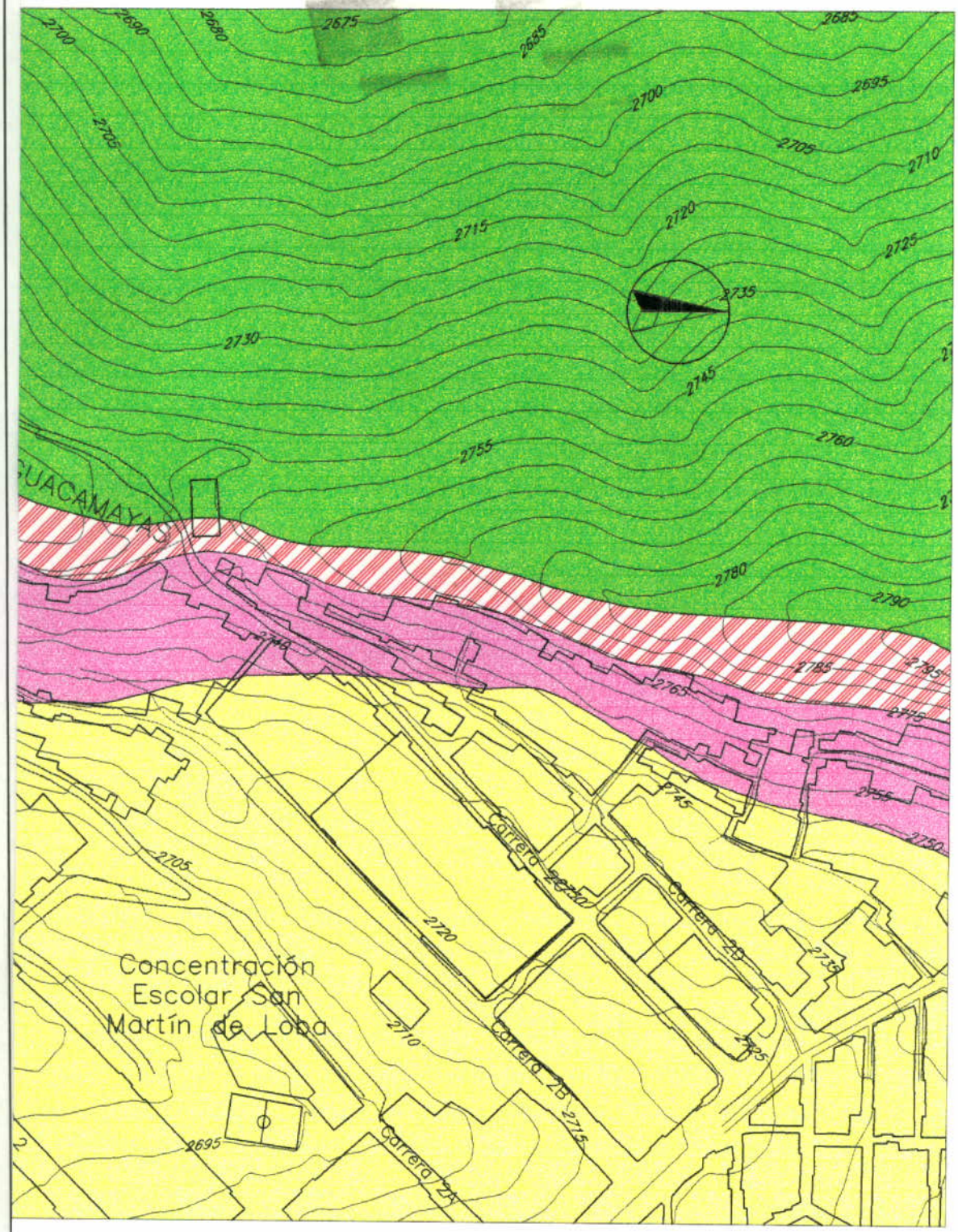
4. DIAGNÓSTICO

Con base en el mapa de Zonificación Geotécnica elaborado por el convenio D.A.P.D. - INGEOMINAS, (1988), el barrio cae dentro de la Zona III M, definida como "Zona Montañosa de "riesgo (entendido aquí como amenaza, de acuerdo con la terminología reseñada en la Introducción) medio". Igualmente, en el estudio de "Microzonificación Sísmica de Santa Fe de Bogotá" (1997), elaborado por Ingeominas y la Universidad de los Andes, para la Upes, el área de estudio clasifica en la Zona de Cerros la cual se caracteriza por la presencia de formaciones rocosas con relativa alta capacidad portante. La zona puede presentar inestabilidad por efectos de las pendientes que se ven afectadas por lluvias, aguas de escorrentía y por sismos.

Para la presentación del diagnóstico, se realizó una división del barrio atendiendo aspectos litológicos y morfológicos. Esta división no pretende remplazar la zonificación de amenaza por fenómenos de remoción en masa, tan sólo busca hacer una rápida clasificación de la zona de estudio con el fin de obtener una sencilla presentación del estado general y del comportamiento geotécnico de ésta. La evaluación de amenaza implicaría, para la escala de trabajo (Esc: 1:2.000), la aplicación continuada de un modelo de síntesis determinístico, como cualquiera de los expuestos en el numeral 3.4, para cada una de las laderas de la zona de estudio. Y con base en este análisis determinar su posibilidad de falla, expresada bien en términos de probabilidad de ocurrencia o como factor de seguridad.

Cabe destacar que aunque esta labor se encuentra contemplada en este proyecto (referido como análisis de estabilidad, numeral 3.4), no fue direccionada para los propósitos de zonificación. Por lo tanto, no se hace una presentación formal en tal sentido, pero si el lector lo requiere, cuenta con los elementos necesarios para realizarlo.

En la Figura No. 4.1 se ilustra la división zonal adoptada. El conjunto representado contempla el sector de estudio y sus áreas anexas, clasificado en cuatro (4) grandes superficies (zonas). La zona 1 cubre las expresiones de la Formación Bogotá (Tpb) y de los depósitos cuaternarios, recinto del desarrollo urbanístico del Barrio San Martín de Loba (nombre adoptado para el estudio, pero no objeto de él). Las zonas 2 y 3, hacen parte de la contrapendiente estructural del cerro de las Guacamayas, dominada por los más claros afloramientos de las areniscas de la Formación Regadera y marco receptor del pulso "invasor" del barrio Malvinas (objeto de estudio). Y, la zona 4 es la pendiente estructural del cerro, compuesta por la misma secuencia de las franjas anteriores, en un potente banco de areniscas, con más de 60 m de espesor, y cuya única cobertura está dada por pastos y pequeños arbustos.



ES-FOPAE

IDROTEC
INGENIEROS CONSULTORES

ESTUDIOS Y DISEÑOS DE ESTABILIDAD DE TALUDES CONTROL DE EROSION Y MANEJO DE AGUAS PARA LA ESTABILIZACION DE DIFERENTES SITIOS EN LA CIUDAD DE SANTA FE DE BOGOTA - GRUPO No.3

BARRIO SAN MARTIN DE LOBA
ZONIFICACION GEOTECNICA

FIGURA No
4.1

FIG4.1.DWG

En adelante se hará una breve descripción de cada zona, destacando los aspectos más relevantes de su comportamiento actual. La definición del grado actual o potencial de amenaza, vulnerabilidad, y, en el mejor de los casos, "riesgo específico" o elementos en riesgo, en ellos fue atendida con el empleo de métodos estrictamente cualitativos (análisis heurístico), sin dar un riguroso manejo a las variables involucradas. Si bien, la aplicabilidad del análisis heurístico en el caso específico, no es de gran relevancia, si lo es el grado de precisión y objetividad del mismo. Por lo tanto se debe entender la cualificación de cada zona como una primera aproximación al problema, y no como una respuesta absoluta.

La Zona No. 1 se puede catalogar de baja amenaza, por cuanto no se identifican fenómenos de remoción en masa. La problemática observada se relaciona con el arrastre y depositación de sedimentos provenientes de las partes altas, los cuales invaden y obstaculizan la operación de los sumideros, siendo necesario realizar acciones de mantenimiento periódicamente. La excepción a lo anterior se determina sobre un sector cartografiado como una zona de relleno (Qdr) conformado por escombros, suelos y algo de basura, en el cual se evidencian fenómenos de reptación y erosión; en este lugar se hincaron pilotes de madera; con esta obra y el hecho de que ya no se utiliza como botadero, ha permitido su control.

La Zona No. 2 que prácticamente corresponde a la parte urbana del barrio Malvinas, en general se clasifica cualitativamente como de moderado a alto riesgo, por las siguientes razones:

- Si bien las características geomecánicas de los diferentes materiales de fundación son aceptables a buenas, tanto los procesos constructivos, como los tipos de materiales y distribución de espacios inciden en la estabilidad interna (resistencia) de las viviendas, y reflejan su alto grado de vulnerabilidad.

  La situación es aún más patente cuando se estudia un inventario general del barrio, suministrado por el Presidente de la Acción Comunal donde se registra el número total de construcciones, el tipo de edificaciones desarrolladas y la densidad de habitantes por vivienda.

  1. El barrio está dividido en 3 sectores. El sector 1, ubicado hacía el costado norte, es el más antiguo y consta de aproximadamente 200 viviendas. El sector 2, zona central, está conformado por alrededor de 180 viviendas. En éstos, aproximadamente el 90% de las viviendas están construidas en tela asfáltica y madera, el 10% restante está conformado en materiales cerámicos de bajas especificaciones técnicas. El sector 3, costado sur, el más reciente, está constituido por aproximadamente 128 viviendas, el 95% de ellas está conformado por tela asfáltica y madera, mientras el 5% final está construido en materiales cerámicos de dudosa calidad.

2. El promedio de habitantes por vivienda es de 6 personas.

- En concordancia con lo anterior se determina que el desarrollo de toda la infraestructura de servicios, desde accesos hasta redes de acueducto y alcantarillado (pluvial y sanitario), está deficientemente distribuida y construida. Estos elementos juegan un doble papel. Por una parte evidencian una baja resistencia interna y altos niveles de exposición ante procesos de remoción en masa, que indudablemente enmarcan el preponderante grado de vulnerabilidad de la zona. Y por otra, son agentes contribuyentes en la generación de deslizamientos, que en última instancia modifican (aumentándolo) el nivel de amenaza tanto por erosión como por fenómenos de remoción en masa.

- El proceso constructivo, específicamente en lo relacionado con el movimiento de tierras, genera material sobrante normalmente depositado sobre la misma ladera, altamente susceptible a los fenómenos de remoción en masa. Este proceso es generalizado, y ha dado lugar a la formación de colmenas de depósitos, sobre los que se han fundado viviendas e instalaciones de tuberías. Periódicamente se reportan daños en ellas, como se verifica al estudiarse los conceptos técnicos que desarrolla la Upes - Fopae en Proyectos de Reubicación de Familias.

La Zona No. 3 corresponde a los sitios que presentan una pendiente natural mayor o igual a 45°. Se encuentra protegida por vegetación arbustiva, aunque también se observan sitios desprotegidos esculpidos en afloramientos de arenisca. En estos sectores se recomienda mantener y cuidar la vegetación existente, y no permitir algún tipo de construcción.

A partir de la cresta del cerro de Guacamayas y hacia el costado occidental, Zona 4, se puede considerar como Zona de Reserva, que debe ser reforestada y protegida de la incursión urbanizadora. En esta zona el buzamiento de los estratos lleva el mismo sentido de la pendiente del terreno, es así como cualquier tipo de intervención aumenta el nivel de amenaza por deslizamiento. Esta zona de reserva puede tener un área aproximada de 10 has.

5. PLANTEAMIENTO DE ALTERNATIVAS DE SOLUCIÓN

Con base en el "caótico" modelo de desarrollo del barrio, el alto grado de hacinamiento de sus pobladores y el largo proceso de consolidación del barrio (iniciado hace 16 años), se descubre que el abanico de alternativas es limitado. Es así como la Zona No. 4 queda circunscrita a la única posibilidad de determinarla como zona de reserva tanto forestal como ambiental.

La Zona No. 3, por su parte, no debe ser intervenida, y los sitios donde existe protección arbustiva se deberán proteger y mantener. Así mismo, en los afloramientos rocosos que exhiben material alterado y/o fracturado deberán realizarse obras de protección por medio de malla gavionada anclada y/o pernada, previa remoción del material en equilibrio límite.

Con relación a la Zona No. 2, correspondiente al Barrio Malvinas, se considera que la solución tendrá que ser de carácter radical. Bajo esta consideración se presentan tres posibilidades: la primera contempla la erradicación y reubicación completa del barrio. Solución, que si bien alivia el problema físico agrava el problema social. La segunda posibilidad se relaciona con la adecuación y reconstrucción integral del barrio, optimizando los espacios existentes para dar cabida a las 520 viviendas que en la actualidad existen. En esta alternativa se estima que no habrá necesidad de una reubicación permanente del barrio sino parcial y temporal de algún grupo de viviendas. Se considera que esta alternativa da solución integral tanto en el aspecto físico como en el social, por cuanto la comunidad deberá participar, generándose trabajo y posibilidades de desarrollo futuro.

La puesta en marcha de la segunda alternativa implica la selección de un espacio piloto, sobre el que se realizará una demolición total de las viviendas existentes y la adecuación del área con estructuras de contención y confinamiento. Así como la proyección y construcción de toda la infraestructura de servicios (alcantarillado, acueducto, obras especiales de drenaje y sub-drenaje, accesos, espacios verdes, paisajismo), la adecuación de espacios para viviendas y la construcción de éstas con base en diseños típicos. Los espacios pilotos o de trabajo parcial se escogerán hasta completar el proyecto. Es evidente que será en el diseño donde se planteará y desarrollará completamente cada etapa de ejecución del proyecto. En él se deberá contemplar además una actividad que se relacione con la educación y/o orientación de la comunidad.

La tercera posibilidad implica no realizar obra alguna, evadir el problema, pero con ello no se da lugar al mejoramiento de las condiciones de vida de la comunidad (ni sociales ni urbanos). Es tal vez la posibilidad más económica pero la de menos efectividad.

La Zona perteneciente al barrio San Martín de Loba, si bien presenta una adecuada consolidación urbana, tiene su talón de Aquiles en el mantenimiento y conservación del sistema de alcantarillado pluvial. En este sentido, se están realizando obras de canalización de la quebrada Las Mercedes y de la quebrada La Chiguaza (aguas abajo).

6. PREDIMENSIONAMIENTO DE OBRAS Y DISEÑOS TÍPICOS

En el estudio de la conformación física del barrio, el primer paso es el programa de estructura que relaciona y define el orden de las etapas de desarrollo del proyecto.

La primera determinante consiste en la selección de las áreas y espacios que permitan una adecuación básica del modelo arquitectónico y urbanístico, estos espacios se relacionan en el Plano No. 1. El área escogida se cuantifica en aproximadamente 3.9 ha.

Seleccionadas las áreas, se procederá con la adecuación física y geotécnica de los espacios. Bajo este concepto se han tenido en cuenta dos alternativas: una en donde prima el criterio de generar grandes espacios y en consecuencia se establecen obras importantes de ingeniería en cuanto a movimiento de tierras, ejecución de rellenos, y obras de estabilidad como sistemas de drenaje y subdrenaje.

La segunda alternativa se relaciona con una adecuación de espacios en donde se minimice el movimiento de tierras, y en consecuencia las áreas generadas sean las estrictamente necesarias para la construcción de las viviendas. Por las características topográficas existentes, se considera que para esta alternativa también se requerirá la aplicación de obras de estabilidad, como las descritas anteriormente. En los Planos No. 5 y 6 se ha desarrollado esquemáticamente la primera alternativa, mientras que en el Plano No. 7 se presenta la solución esquemática para la segunda alternativa. En el Plano No. 8 se relacionan los esquemas típicos de las obras y las estructuras, tales como estructuras de entrega, anclajes de tuberías, distribución de pozos de inspección en terrenos quebrados, detalles de estructucturas de contención tipo muros en tierra armada y entibados.

Terminada la adecuación física y geotécnica se procederá a la conformación de toda la infraestructura de servicios públicos (acueducto y alcantarillado) incluyendo la construcción de vías de acceso principales. Seguidamente, se retomará el desarrollo urbanístico y arquitectónico en lo referente con la determinación y distribución de espacios públicos, recreativos y constructivos para finalmente desembocar en la reconstrucción de las viviendas habitacionales en sí.

La actividad de Desarrollo Urbano y Arquitectónico se considera por etapas, bajo el concepto de Desarrollo Progresivo, en donde las etapas mencionadas corresponden con los sectores en que se dividió la zona de interés. Así, la Etapa 1 se aplicaría para el Sector 1, la Etapa 2, para el Sector 2 y la Etapa 3 para el Sector 3.

Es importante, terminada la materialización del nuevo concepto urbano, contemplar la implementación de actividades de seguimiento, control y mantenimiento.

7. RECOMENDACIONES URBANÍSTICAS

Casi todas las ciudades colombianas participan de la problemática habitacional de aglomeraciones de familias de bajos recursos en el perímetro urbano. El tema es denso, arranca mucho antes del momento de la invasión tugurial de un lote baldío por parte de alguien desprotegido, y sus consideraciones se extienden más allá de entenderlo como un fenómeno incómodo y desagradable, propio de una flaqueza socio - económica. Un humilde intento en la búsqueda de las causas profundas de este tipo de generaciones de asentamientos subnormales en un país como Colombia, nos señala directamente la situación de subvaloración del campo. Todo evidencia que gran parte de los protagonistas son desplazados que huyen de la violencia y/o ansían mejorar sus circunstancias humanas. Sin acusaciones, la indiferencia sobre esto es ingenua, pues todos somos víctimas y todos somos responsables. Por eso, cualquier esfuerzo que emprendamos en el empeño de mejorar las condiciones de vivienda en las capitales y urbes, debe estar precedido por una conciencia de descentralización que le dé importancia a la inversión rural, como alternativa primera para la vivienda y el trabajo.

Tras ello, la ciudad deberá también avanzar en sí misma hacia la consolidación de propósitos comunitarios, y el camino no podrá ser mejor definido e indicado, que por el consenso de una participación interdisciplinaria. Así pues, el papel que nos compete a nosotros, los profesionales de la planeación urbana, es la proyección física de la ciudad a partir de la consideración de todas las variables: las sociales, las económicas, las urbanísticas, las ambientales, etc. Esto es claro, mientras los estudios se enmarcan dentro de las denominadas necesidades *urgentes*, es decir, aquellas que requieren una solución inmediata (tales como deficiencias en los servicios públicos o fenómenos de inestabilidad); pero el trabajo es más complejo cuando la proyección se elabora con el presupuesto de las necesidades que no siendo inmediatas son *importantes* a largo plazo, incluso aquellas que no son cuantificables (como consideraciones de tipo psicológico, sociológico, etc.).

Los Barrios San Martín de Loba y Las Malvinas, se presentan entonces, como un proyecto concreto, que forma parte de todo un propósito social general.

Pretendemos mejorar las condiciones de vida de los actuales habitantes, y sus afectaciones, a la luz del principio del Procedimiento de Planeación Urbana.

7.1 PROCEDIMIENTO DE PLANEACION URBANA

En el estudio de alternativas de la conformación física urbana, entendemos el área de estudio como un sector con contexto, por eso consideramos las obras específicas como elementos de un plan de desarrollo global denominado

Procedimiento de Planeación Urbana, que inicia en la ciudad y evoluciona hasta el sector específico. Partimos del todo para llegar a las partes.

El primer nivel del Procedimiento de Planeación Urbana es el Programa de Estructura, el cual define un orden para los componentes del espacio público.

A partir de las determinantes suministradas en el estudio, se han establecido los siguientes elementos, como principio para el Programa de Estructura del área en mención:

- Infraestructura Social
- Circulaciones
- Componentes del Medio Ambiente
- Redes de Servicios Públicos

7.1.1 La Infraestructura Social

- **Análisis**

El Barrio San Martín de Loba es un área que se ha desarrollado satisfactoriamente, gracias a que se inscribe dentro de una franja geomorfológica que lo señala como de baja amenaza. Los principios de territorialidad e identidad, que se evidencian en la distribución del barrio en sectores, manifiestan el espíritu de arraigo social de sus habitantes. Su consolidación se complementa con la presencia de equipamiento comunitario significativo, tal como la Concentración Escolar San Martín de Loba.

Vecino a éste se encuentra el Barrio Las Malvinas, el verdadero espacio de estudio. Su historia social comienza en el año 81, y avanza a través de conflictos de territorialidad por la posesión de la ladera de la loma por familias invasoras y su desalojo por parte de las autoridades. De ahí su nombre. Estas aglomeraciones de vivienda han sufrido además la tragedia de los deslizamientos, con especial repercusión, fruto de las bajas especificaciones en su construcción y de las condiciones topográficas. La necesidad de techo no puede esperar. Actualmente, y aunque La Caja de Vivienda Popular ha adelantado procesos de reubicación de familias en sitios alternativos, los espacios han sido nuevamente ocupados por otros habitantes.

Por encima de todo ello, la comunidad de Las Malvinas ha logrado unirse en pro de la construcción y puesta en marcha de infraestructura comunitaria, pero sin asistencia técnica.

- **Propuesta**

A pesar de las delicadas circunstancias topográficas, que enmarcan al sector de estudio, es irreal no contemplar el serio problema social que generaría la erradicación y reubicación completa del barrio Las Malvinas (Zona 2 en el sector según zonificación geotécnica). La miseria absoluta termina siendo un determinante más fuerte y las posibilidades de una nueva ocupación convertirían a este hecho en un círculo vicioso de desalojo violento y re-invasión, a la postre más costoso que cualquier proyecto de desarrollo habitacional concreto.

Proponemos una obra de infraestructura de vivienda, que supla el déficit cualitativo y cuantitativo de los asentamientos subnormales, cimentada en aspectos como:

- Contexto
- Territorialidad
- Privacidad
- Seguridad
- Identidad
- Comodidad
- Rentabilidad

7.1.2 Circulación y Espacio Público Urbano

- **Análisis**

El Barrio San Martín de Loba presenta una malla vial organizada conectada con la ciudad, con perfiles de vía concretos. Las calles están pavimentadas y hay una lectura continua de fachadas. La calle es el espacio público por excelencia, es el sitio donde juegan los niños, donde se desarrollan actividades sociales y su conformación genera el más fuerte vínculo participativo de sus habitantes.

La zona de estudio de Las Malvinas, en cambio, no posee una estructura de circulación coherente. Los caminos a través de la ladera son peligrosos e insuficientes. Sinembargo, es de resaltar el Proyecto de Educación Ambiental y Apropiación de Espacios Públicos que se realizó en convenio con la Alcaldía Local de San Cristóbal y la Corporación Taliber. Es generación de conciencia.

- **Propuesta**

El tipo de estrato social del Barrio Las Malvinas, determina la nula existencia de vehículos privados y en cambio una gran importancia del carácter peatonal. Dicha consideración debe proyectarse simultáneamente, en una jerarquización de caminos desarrollada en la Alternativa Urbana - Arquitectónica a impulsar.

7.1.3 Componentes del Medio Ambiente

- **Análisis**

La Serranía de Las Guacamayas y La Quebrada las Mercedes son los elementos más importantes a nivel ambiental y a su vez son los límites físicos del barrio. El costado occidental del cerro, desde la cima, es considerado como Zona de reserva ambiental y forestal, y en la actualidad se está canalizando la quebrada.

- **Propuesta**

Las consideraciones ecológicas sobre cualquier zona de piedemonte en el conjunto de Los cerros de la ciudad de Santafé de Bogotá, trascienden el impacto en áreas próximas de influencia inmediata. Su valor radica en salvaguardar las formaciones montañosas que nos circundan, como venas protectoras de la vulnerabilidad ambiental de la urbe.

Por ello el proyecto propuesto debe inspirarse en un concepto que se puede denominar transición - colchón - límite, entre la ciudad y la montaña.

7.1.4 Redes de Servicios Públicos

- **Análisis**

El Barrio San Martín de Loba (Zona 1), cuenta con una correcta infraestructura de servicios públicos. En cambio, el Barrio Las Malvinas (Zona 2), por las condiciones de invasión no posee la cobertura total legal de alumbrado público, energía y teléfono. Actualmente tanto el sistema de acueducto y alcantarillado es muy

primario y superficial construido de manera rudimentaria con materiales de bajas especificaciones técnicas y por intermedio de la Acción Comunal.

- **Propuesta**

La estructura de redes de servicios públicos, merced a la solución más optima planteada, se incluye como parte de un proceso por etapas del desarrollo habitacional propuesto.

7.2 ALTERNATIVA PLANTEADA

Proponemos el desarrollo de un proyecto de vivienda que de beneficio directo inicialmente a los 3.000 habitantes actuales del Barrio Las Malvinas - San Martín de Loba - y su posible crecimiento.

7.2.1 Etapas de Desarrollo

La estimación inicial expone los siguientes pasos de intervención:

- Selección de un espacio piloto
- Reubicación temporal parcial del grupo de familias del sitio seleccionado.
- Demolición total de dichas viviendas
- Adecuación del terreno mediante la implementación de estructuras de confinamiento y contención
- Construcción de la infraestructura de servicios
- Construcción del sistema de accesos, espacios públicos y paisajismo
- Construcción de viviendas
- Ocupación de las nuevas viviendas por parte de las familias inicialmente reubicadas y por las nuevas que se afecten por la selección de un siguiente espacio piloto
- Se repite el proceso hasta completar el proyecto

7.2.2 Variables de Diseño

El prototipo de la vivienda a plantear debe estudiarse sobre el ámbito socio cultural al que va dirigido. Esto contempla las siguientes variables específicas de diseño, adicionales a las consideradas normalmente en cualquier proyecto habitacional:

7.2.3 Internas

- Concentración de servicios
- Multifuncionalidad de espacios (la vivienda se considera fuente de ingresos familiares)
- Crecimiento Progresivo (expansión, subdivisión y especialización)
- Bajos recursos

7.2.4 Externas

- Condicionalidad topográfica
- Conformación de la calle peatonal
- Protección ecológica

En el Plano No. 4 se presentan, a nivel de factibilidad, 2 aproximaciones conceptuales iniciales al problema, en donde el concepto básico es el de reducir obras de ingeniería relacionadas con movimientos de tierras (cortes, rellenos).

8. CANTIDADES DE OBRA Y PRESUPUESTO ESTIMADOS

Con base en las alternativas de solución planteadas y descritas en el numeral 5, se hace una relación de actividades y procedimientos secuenciales, desde la negociación de predios y la reubicación temporal, hasta lo que comprende el desarrollo urbanístico y arquitectónico del proyecto. En concordancia con ese orden se cuantificaron las cantidades de obra, aproximadas, por actividades específicas como son: adecuación básica de espacios e infraestructura de servicios (alcantarillado sanitario y pluvial, redes menores de acueducto, vías), entre otras, a partir de los esquemas y predimensionamientos presentados en los planos No. 5, 6, 7 y 8.

El presupuesto está elaborado por capítulos que relacionan las actividades constructivas a desarrollar, y permiten tener un orden de magnitud (en costos) del aporte que debe realizar cada entidad del Distrito (p.e: EAAB, IDU, EEEB y Gas Natural) involucrada con el diseño y ejecución de las obras. Los costos unitarios fueron determinados con base en tarifas elaboradas por el Consultor para proyectos de Diseño e Interventoría para la EAAB y el IDU respectivamente

Con relación al ítem correspondiente con el Desarrollo Urbanístico y Arquitectónico, que comprende la construcción de las viviendas y su desarrollo urbanístico, se analizó con base en las aproximadamente 550 soluciones de vivienda que se necesitan para atender la comunidad del sector. El área de construcción proyectada por vivienda se fijo en 70 m^2, y el costo por metro cuadrado de construcción para vivienda de interés social se estimo en $ 250.000 / m^2.

En la Tabla No. 8.1 se relacionan las cantidades de obra y el presupuesto aproximado, para la Alternativa 1, que corresponde a una solución en la que se generarán terrazas de 10 a 20 metros de ancho y que en consecuencia se establece un importante movimiento de tierras. Para esta alternativa, el presupuesto total asciende al orden de $ 14.613 millones de pesos, de los cuales el capítulo de Adecuación Básica del Espacio tiene un costo aproximado de $ 4.175 millones de pesos, que representa el 29% del presupuesto. Y el capítulo de Desarrollo Urbanístico y Arquitectónico alcanza los $ 9.633 millones de pesos, es decir el 66% del presupuesto total.

En la Tabla No. 8.2 se presentan las cantidades de obra y el presupuesto aproximado, para la Alternativa 2. Con ésta se busca generar el mínimo movimiento de tierras, proyectando terrazas de 6 a 12 metros de ancho. Para esta alternativa, el presupuesto total es del orden de $13.272 millones de pesos, de los cuales el capítulo de Adecuación Básica del Espacio tiene un costo del orden de $ 2.834 millones de pesos, que equivale al 21% del presupuesto; y para el capítulo de Desarrollo Urbanístico y Arquitectónico el costo aproximado de $ 9.633 millones de pesos, que representa el 73% del presupuesto total. Es de anotar que con relación

a la alternativa 1, el costo de la Adecuación Básica del Espacio, se redujo en un 32%.

En el presupuesto no se han incluido los costos relacionados con los diseños definitivos y las actividades de Interventoría. Sin embargo, se estima que los diseños pueden tener un nivel equivalente al 8% del presupuesto determinado, y los costos de Interventoría son del orden del 6% del valor del presupuesto.

TABLA No. 8.1
OBRAS BARRIO SAN MARTIN DE LOBA MALVINAS - ALTERNATIVA No. 1
CANTIDADES DE OBRA Y PRESUPUESTO APROXIMADO

ITEM	DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	VR. UNITARIO	VR. TOTAL
	CAPITULO 1 - SERVICIOS PRELIMINARES				
1.1	**Señales y protecciones**				
1.1.1	Barreras de cintas plásticas reflectivas	ml-mes	350	206	72.100
1.1.2	Vallas de Identificación	Un	3	350.000	1.050.000
1.2	**Referenciación de la Obra**				
12.1	Levantamientos topográficos y replanteos	mes	3	7.500.000	22.500.000
1.2.1	Referenciación	Gl	1	3.500.000	3.500.000
	SUBTOTAL CAPÍTULO 1				**27.122.100**
	CAPÍTULO 2 - IMPACTO URBANO				
2.1	Programa de Información, comunicación social, manejo de la obra	Gl	1	5.000.000	5.000.000
	SUBTOTAL CAPÍTULO 2				**5.000.000**
	CAPITULO 3 - ADECUACION BASICA DE ESPACIOS				
3.1	Negociación de Predios	Un	550	3.500.000	1.925.000.000
3.2	Demolición de viviendas	Un	550	200.000	110.000.000
3.3	Excavaciones en material común	m3	6.000	2.800	16.800.000
3.4	Excavaciones en conglomerado	m3	15.000	8.700	130.500.000
3.5	Excavaciones en roca	m3	10.000	19.000	190.000.000
3.6	Suministro e instalación de anclajes y pernos	ml	300	97.000	29.100.000
3.7	Suministro e instalación de malla gavionada	m2	1.600	26.500	42.400.000
3.8	Conformación de rellenos en recebo	m3	45.000	18.500	832.500.000
3.9	Conformación de rellenos en material filtrante	m3	3.000	32.500	97.500.000
3.10	Suministro y construcción de Muros en Tierra Armada	m2	6.200	130.000	806.000.000
3.10	Construcción de cunetas recolectoras revestidas	ml	2.500	35.000	87.500.000
	SUBTOTAL CAPITULO 3				**4.267.300.000**
	CAPITULO 4 - ALCANTARILLADO SANITARIO				
4.1	Excavaciones en conglomerado para instalación tubería	m3	2.000	8.700	17.400.000
4.2	Excavación en roca para instalación tubería	m3	400	19.000	7.600.000
4.3	Entibados Tipo 1A convencional	m2	600	10.500	6.300.000
4.4	Suministro e instalación de tubería de D = 20"	ml	800	62.000	49.600.000
4.5	Suministro e instalación de tubería de D = 8" - 10"	ml	2.400	25.000	60.000.000
4.6	Construcción pozos de inspección	Un	50	450.000	22.500.000
4.7	Rellenos Tipo 1 (atraque de tubería)	m3	700	32.500	22.750.000
4.8	Rellenos Tipo 2 (protección tubería)	m3	1.500	18.500	27.750.000
4.9	Construcción estructuras de entrega	Un	7	1.200.000	8.400.000
4.10	Retiro de sobrantes y disposición de materiales	m3	12.000	2.500	30.000.000
4.11	Remoción de derrumbes	m3	5.000	1.500	7.500.000
4.12	Construcción estructuras de disipación para aguas lluvias	Un	7	1.500.000	10.500.000
	SUBTOTAL CAPÍTULO 3				**270.300.000**
	CAPITULO 5 - ACUEDUCTO REDES MENORES				
4.1	Excavaciones en conglomerado para instalación tubería	m3	900	8.700	7.830.000
4.2	Excavación en roca para instalación tubería	m3	300	19.000	5.700.000
4.3	Entibados Tipo 1A convencional	m2	300	10.500	3.150.000
4.4	Suministro e instalación de tubería de D = 8"	ml	1.500	11.500	17.250.000
4.5	Suministro e instalación de tubería de D = 3"	ml	3.000	5.500	16.500.000
4.6	Instalación hidrantes, válvulas	Un	25	120.000	3.000.000
4.7	Rellenos Tipo 1 (atraque de tubería)	m3	300	32.500	9.750.000
4.8	Rellenos Tipo 2 (protección tubería)	m3	500	18.500	9.250.000
4.9	Retiro de sobrantes y disposición de materiales	m3	100	2.500	250.000
4.10	Remoción de derrumbes	m3	100	1.500	150.000
	SUBTOTAL CAPITULO 4				**72.830.000**
	CAPITULO 5 - CONSTRUCCION DE VIAS				
5.1	Excavación para preparación de subrasante	m3	3.500	3.700	12.950.000
5.2	Relleno en recebo	m3	1.700	8.500	14.450.000
5.3	Construcción de pavimento en concreto MR =40 kg/cm2, e= 0.20	m2	7.000	46.000	322.000.000
5.4	Construcción de cunetas	ml	1.500	37.500	56.250.000
5.5	Construcción de sumideros incluyendo rejilla	Un	6	450.000	2.700.000
5.6	Construcción de pozos	Un	6	430.000	2.580.000
5.7	Accesos peatonales escalonados	ml	600	32.500	19.500.000
	SUBTOTAL CAPÍTULO 5				**430.430.000**
	CAPITULO 6 - DESARROLLO URBANO ARQUITECTONICO				
6.1	Construcción de viviendas, desarrollo espacios, paisajismo	m2	38.500	250.000	9.625.000.000
6.2	Instrumentación y control	Gl	1	8.000.000	8.000.000
	SUBTOTAL CAPITULO 6				**9.633.000.000**
	TOTAL				**14.705.982.100**

TABLA No. 8.2
OBRAS BARRIO SAN MARTIN DE LOBA MALVINAS - ALTERNATIVA No. 2
CANTIDADES DE OBRA Y PRESUPUESTO APROXIMADO

ITEM	DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	VR. UNITARIO	VR. TOTAL
	CAPITULO 1 - SERVICIOS PRELIMINARES				
1.1	**Señales y protecciones**				
1.1.1	Barreras de cintas plásticas reflectivas	ml-mes	350	206	72.100
1.1.2	Vallas de Identificación	Un	3	350.000	1.050.000
1.2	**Referenciación de la Obra**				
12.1	Levantamientos topográficos y replanteos	mes	3	7.500.000	22.500.000
1.2.1	Referenciación	Gl	1	3.500.000	3.500.000
	SUBTOTAL CAPÍTULO 1				**27.122.100**
	CAPÍTULO 2 - IMPACTO URBANO				
2.1	Programa de Información, comunicación social, manejo de la obra	Gl	1	5.000.000	5.000.000
	SUBTOTAL CAPÍTULO 2				**5.000.000**
	CAPITULO 3 - ADECUACION BASICA DE ESPACIOS				
3.1	Negociación de Predios	Un	550	3.500.000	1.925.000.000
3.2	Demolición de viviendas	Un	550	200.000	110.000.000
3.3	Excavaciones en material común	m3	6.000	2.800	16.800.000
3.4	Excavaciones en conglomerado	m3	7.000	8.700	60.900.000
3.5	Excavaciones en roca	m3	3.000	19.000	57.000.000
3.6	Suministro e instalación de anclajes y pernos	ml	300	97.000	29.100.000
3.7	Suministro e instalación de malla gavionada	m2	1.000	26.500	26.500.000
3.8	Conformación de rellenos en recebo	m3	12.000	18.500	222.000.000
3.9	Conformación de rellenos en material filtrante	m3	1.000	32.500	32.500.000
3.10	Suministro y construcción de Muros en Tierra Armada	m2	2.000	130.000	260.000.000
3.10	Construcción de cunetas recolectoras revestidas	ml	2.500	35.000	87.500.000
	SUBTOTAL CAPITULO 3				**2.827.300.000**
	CAPITULO 4 - ALCANTARILLADO SANITARIO				
4.1	Excavaciones en conglomerado para instalación tubería	m3	2.000	8.700	17.400.000
4.2	Excavación en roca para instalación tubería	m3	400	19.000	7.600.000
4.3	Entibados Tipo 1A convencional	m2	600	10.500	6.300.000
4.4	Suministro e instalación de tubería de D = 20"	ml	800	62.000	49.600.000
4.5	Suministro e instalación de tubería de D = 8" - 10"	ml	2.400	25.000	60.000.000
4.6	Construcción pozos de inspección	Un	50	450.000	22.500.000
4.7	Rellenos Tipo 1 (atraque de tubería)	m3	700	32.500	22.750.000
4.8	Rellenos Tipo 2 (protección tubería)	m3	1.500	18.500	27.750.000
4.9	Construcción estructuras de entrega	Un	7	1.200.000	8.400.000
4.10	Retiro de sobrantes y disposición de materiales	m3	12.000	2.500	30.000.000
4.11	Remoción de derrumbes	m3	5.000	1.500	7.500.000
4.12	Construcción estructuras de disipación para aguas lluvias	Un	7	1.500.000	10.500.000
	SUBTOTAL CAPÍTULO 3				**270.300.000**
	CAPITULO 5 - ACUEDUCTO REDES MENORES				
4.1	Excavaciones en conglomerado para instalación tubería	m3	900	8.700	7.830.000
4.2	Excavación en roca para instalación tubería	m3	300	19.000	5.700.000
4.3	Entibados Tipo 1A convencional	m2	300	10.500	3.150.000
4.4	Suministro e instalación de tubería de D = 8"	ml	1.500	11.500	17.250.000
4.5	Suministro e instalación de tubería de D = 3"	ml	3.000	5.500	16.500.000
4.6	Instalación hidrantes, válvulas	Un	25	120.000	3.000.000
4.7	Rellenos Tipo 1 (atraque de tubería)	m3	300	32.500	9.750.000
4.8	Rellenos Tipo 2 (protección tubería)	m3	500	18.500	9.250.000
4.9	Retiro de sobrantes y disposición de materiales	m3	100	2.500	250.000
4.10	Remoción de derrumbes	m3	100	1.500	150.000
	SUBTOTAL CAPITULO 4				**72.830.000**
	CAPITULO 5 - CONSTRUCCION DE VIAS				
5.1	Excavación para preparación de subrasante	m3	3.500	3.700	12.950.000
5.2	Relleno en recebo	m3	1.700	8.500	14.450.000
5.3	Construcción de pavimento en concreto MR =40 kg/cm2, e= 0.20	m2	7.000	46.000	322.000.000
5.4	Construcción de cunetas	ml	1.500	37.500	56.250.000
5.5	Construcción de sumideros incluyendo rejilla	Un	6	450.000	2.700.000
5.6	Construcción de pozos	Un	6	430.000	2.580.000
5.7	Accesos peatonales escalonados	ml	600	32.500	19.500.000
	SUBTOTAL CAPÍTULO 5				**430.430.000**
	CAPITULO 6 - DESARROLLO URBANO ARQUITECTONICO				
6.1	Construcción de viviendas, desarrollo espacios, paisajismo	m2	38.500	250.000	9.625.000.000
6.2	Instrumentación y control	Gl	1	8.000.000	8.000.000
	SUBTOTAL CAPITULO 6				**9.633.000.000**
	TOTAL				**13.265.982.100**

9. CRONOGRAMA DE OBRAS Y SEÑALAMIENTO DE PRIORIDADES

En la Tabla No. 9.1 se relaciona el cronograma de ejecución de obras, el cual se realizó para cada capítulo y actividad constructiva, teniendo en cuenta la prioridad de ejecución. Las obras de adecuación básica ocupan el primer lugar, seguidas por las de infraestructura de servicios (acueducto, alcantarillado, vías). El capítulo de Desarrollo Urbanístico y Arquitectónico, tercer paso del programa, necesariamente aplicaría una vez se haya adecuado cada sector: Éste se presenta por etapas, correspondiendo una etapa por sector. Para cada una de ellas se ha estimado una duración de aproximadamente un año. Como la ejecución de éstas sería secuencial, la duración completa del proyecto se estima en 3 años, aproximadamente.

TABLA No. 9.1
OBRAS PARA DESARROLLO BARRIO SAN MARTIN DE LOBA MALVINAS
CRONOGRAMA

N	ACTIVIDAD	DURACIÓN MESES																						
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23
1	**SERVICIOS PRELIMINARES**																							
	Levantamientos topográficos y replanteos																							
	Referenciación																							
2	**IMPACTO URBANO**																							
	Programa de información, comunicación social, manejo de la obra																							
3	**ADECUACION BASICA DE ESPACIOS**																							
	Negociación de Predios																							
	Demolición de viviendas																							
	Excavaciones en material común																							
	Excavaciones en conglomerado																							
	Excavaciones en roca																							
	Suministro e instalación de anclajes y pernos																							
	Suministro e instalación de malla gavionada																							
	Conformación de rellenos en recebo																							
	Conformación de rellenos en material filtrante																							
	Suministro y construcción de muros en tierra armada																							
	Construcción de cunetas revestidas																							
4	**ALCANTARILLADO SANITARIO**																							
	Excavaciones en conglomerado para instalación tubería																							
	Excavación en roca para instalación tubería																							
	Suministro e instalación de tubería de D = 20" (L = 1500 m)																							
	Suministro e instalación de tubería de D = 10" (L = 2500 m)																							
	Construcción pozos de inspección																							
	Construcción estructuras de entrega																							
	Retiro de sobrantes y disposición de materiales																							
5	**ACUEDUCTO REDES MENORES**																							
	Excavaciones en conglomerado para instalación tubería																							
	Excavación en roca para instalación tubería																							
	Suministro e instalación de tubería de D = 8" (L = 1500 m)																							
	Suministro e instalación de tubería de D = 3" (L = 3500 m)																							
	Retiro de sobrantes y disposición de materiales																							
6	**CONSTRUCCION DE VIAS**																							
	Excavación para preparación de subrasante																							
	Relleno tipo 2 (recebo)																							
	Suministro e instalación de geotextil																							
	Construcción de pavimento en concreto MR 40 kg/cm2 (e= 0.15)																							
	Construcción de cunetas																							
	Construcción de sardineles en concreto																							
	Construcción de andenes de 0.10 m de espesor																							
	Construcción de sumideros incluyendo rejilla																							
	Construcción de pozos																							
7	**DESARROLLO URBANISTICO Y ARQUITECTONICO**																							
	Desarrollo Etapa 1 - Sector 1																							
	Desarrollo Etapa 2 - Sector 2																							
	Desarrollo Etapa 3 - Sector 3																							

000100

000101

10. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

- Malvinas, se entalla en un potente banco de arenisca friable, de más de 60 m de espesor, moderadamente fracturado, meteorizado en superficie, y con posibilidad de falla por bloques. San Martín de Loba, está cimentada en una secuencia estrictamente arcillosa, cubierta especialmente por depósitos de ladera; las pendientes son suaves y están destinadas a uso urbano. El barrio está localizado sobre el flanco oriental del sinclinal de Usme - Tunjuelito, estructura amplia con un desarrollo importante hacia el sur de Usme, extendiéndose hasta las inmediaciones del corregimiento de Nazaret sobre el páramo de Sumapaz. Hacia el norte el sinclinal se hunde por debajo del cuaternario de la Sabana. La estructura es algo asimétrica y está cortada por varias fallas transversales y limitado al W por la Falla de Mochuelo.

- San Martín de Loba – Malvinas se establecen en la estribación oriental del Cerro de Las Guacamayas, en la localidad de San Cristóbal, al suroriente del Distrito Capital (Figura No. 1.1). Ocupan la mayor parte de la contrapendiente estructural del cerro, en un marco social deprimido, resultado del pulso invasor subnormal. Están limitados al oriente y sur por los cursos de las quebradas Las Mercedes y Chiguaza, principales expresiones del deterioro ambiental de la zona, pues en la actualidad sirven como colectores a cielo abierto, y receptores locales de basuras y escombros.

- La malla vial de la zona, integrada por un conjunto irregular de calles y carreras pavimentadas pero con una superficie de rodadura en mal estado, descubre un esquema urbanístico desordenado, resultado de la fuerza invasora. Las calzadas son pequeñas y los corredores no tienen una clara direccionalidad. En general, las vías periféricas desembocan en la Avenida Caracas o en la Carrera 10ª, que se constituyen en los principales cinturones de comunicación con el resto de la ciudad. Contrario al panorama de las zonas periféricas, Malvinas no cuenta con red vial, el desplazamiento en el barrio emplea pequeños espacios que a fuerza de uso se han convertido en caminos peatonales. Obviamente, la falta de espacio público deja al descubierto el grado de hacinamiento de los moradores, y la deficiente, por no mencionar escasa, cobertura de servicios básicos.

- San Martín de Loba y Malvinas están poblados de manera muy disímil. Mientras el primero ocupa la parte baja de la ladera y posee un planteamiento de desarrollo consolidado, con viviendas, casi en su totalidad, de sistema estructural aporticado, líneas de agua blancas, sistema de alcantarillado y vías pavimentadas (pavimento rígido). Malvinas, por su parte, está desarrollada en la franja más agreste y pendiente de la ladera, con casas de lata, madera y cartón, sin sistemas de acueducto y alcantarillado, y donde su contexto desordenado es tan sólo el más patente pulso de la colonización como

"Invasión". Malvinas y San Martín de Loba son, a pesar de su extrema vecindad, el reflejo invertido de calidad de vida (en la localidad). Mientras el primero adolece de servicios públicos, el segundo se sirve del sistema Vitelma, cuenta con una red de alcantarillado en expansión actualmente, gracias a la canalización de las quebradas Chiguaza y Mercedes, y un período de servicio de recolección de basuras atendido por una compañía privada.

- Cabe resaltar, como algunas de las más importantes conclusiones, por una parte el aceptable grado de estabilidad de la zona de estudio, y por otra, el arrogante y desmedido patrón intervencionista, de carácter antrópico, originado a partir de necesidades básicas no satisfechas, como es el de disponer de un espacio para vivir. Es el hombre quien da lugar al deterioro general de la zona. Su acción, sin un marco planificado, en la expansión de la frontera urbanizable es el forjador de los problemas en el sector, y el responsable del deterioro de la calidad de vida.

- Aún cuando las condiciones generales de estabilidad son aceptables, se puede concluir que existe cierto riesgo de fallas por las discontinuidades de los diferentes macizos rocosos, las cuales tendrían lugar por la pérdida de resistencia en las paredes, gracias a la acción continuada en el tiempo del agua de infiltración; a relajación de esfuerzos y perdida de soporte que de lugar a la liberación de bloques críticos; o al reflejo de la acción antrópica por la formulación de cortes inadecuadamente orientados. En consecuencia se recomienda considerar para el diseño definitivo, la implementación de obras y sistemas de drenaje y en general un manejo adecuado tanto de las aguas de escorrentía como de las servidas; también se recomienda considerar en el diseño definitivo, un adecuado manejo de espacios, especialmente los dedicados al desarrollo urbano, tanto los propios para vivienda como los de recreación y paisajismo.

- El tratamiento general de la zona se relaciona con la adecuación y reconstrucción integral del barrio, optimizando los espacios existentes para dar cabida a las 520 viviendas que en la actualidad existen. Se estima que no habrá necesidad de una reubicación permanente del barrio sino parcial y temporal de algún grupo de viviendas. Se considera que se da solución integral tanto en el aspecto físico como en el social, por cuanto la comunidad deberá participar, generándose trabajo y posibilidades de desarrollo futuro.

- Para el mejoramiento y manejo urbanístico del barrio se cuenta con dos alternativas: La Alternativa 1, que corresponde a una solución en la que se generarán terrazas de 10 a 20 metros de ancho y que en consecuencia se establece un importante movimiento de tierras. Para esta alternativa, el presupuesto total asciende al orden de $ 14.613 millones de pesos, de los cuales el capítulo de Adecuación Básica del Espacio tiene un costo aproximado de $ 4.175 millones de pesos, que representa el 29% del presupuesto. El

capítulo de Desarrollo Urbanístico y Arquitectónico alcanza los $ 9.633 millones de pesos, es decir el 66% del presupuesto total. La Alternativa 2. busca generar el mínimo movimiento de tierras, proyectando terrazas de 6 a 12 metros de ancho. Para esta alternativa, el presupuesto total es del orden de $13.272 millones de pesos, de los cuales el capítulo de Adecuación Básica del Espacio tiene un costo del orden de $ 2.834 millones de pesos, que equivale al 21% del presupuesto; y para el capítulo de Desarrollo Urbanístico y Arquitectónico el costo aproximado de $ 9.633 millones de pesos, que representa el 73% del presupuesto total. Es de anotar que con relación a la alternativa 1, el costo de la Adecuación Básica del Espacio, se redujo en un 32%.

- Las obras y diseños proyectados se han elaborado considerando la aplicación de sistemas y procesos constructivos convencionales y de amplia experiencia en la ciudad, con la finalidad de generar importante empleo de mano de obra no especializada, recomendando que en su aplicación, se dé prioridad al empleo del personal residente en el sector. Tanto en el proceso constructivo como una vez construidas las obras, se recomienda el establecimiento de brigadas o grupos de personas dedicadas al mantenimiento en especial de las zonas verdes, de los sistemas de drenaje y de las vías, cuyos recursos se pueden lograr por medio de la respectiva Alcaldía Menor, Junta de Acción Comunal y/o de los Ediles, bajo control y supervisión de la Alcaldía Menor y/o de la Upes. Igualmente se recomienda el establecimiento de talleres técnicos, los cuales pueden ser desarrollados por especialistas (arquitectos, ingenieros, técnicos, sociólogo, trabajador social), los cuales estructurarán y enseñarán programas técnicos, administrativos y sociales. La parte técnica puede comprender temas específicos sobre manejo y adecuación de espacios y de sistemas de drenaje, así como de protección y mantenimiento de taludes, manejo constructivo de sistemas de cimentación, etc; se puede considerar que estos talleres serán requisitos obligatorios tanto para trabajo comunitario, como para hacerse acreedor a un comité de mantenimiento (pequeña empresa).

- En general, en todos los sectores de desarrollo sub-normal, se observa una gran dinámica, en el sentido de que existe una gran demanda de espacios existentes libres, y que por lo tanto generan condiciones de hecho, que implican cambios importantes en el uso de la tierra y que pueden afectar un determinado proyecto. Ante tales situaciones, se recomienda un manejo de información e ilustración a nivel de comunidad, para dar a conocimiento el respectivo proyecto así como para buscar el compromiso de la comunidad en controlar y cuidar los espacios respectivos; así mismo y previamente a la ejecución y materialización del proyecto, se recomienda la verificación y comprobación de que los espacios determinados en el proyecto, correspondan con los realmente existentes en el momento de realizarse las obras. Igualmente se recomienda verificar las condiciones geotécnicas de estabilidad, comprobando el estado actual de la problemática en relación con la descrita inicialmente. De presentarse situaciones adicionales y/o de mayor incidencia y evolución, se recomienda complementar el

diagnóstico y así determinar la magnitud, las actividades y presupuestos adicionales para realizar cabalmente las diferentes obras. Particularmente para el sector de Las Malvinas, se recomienda el no permitir la construcción de más viviendas, pues que el sector se encuentra en su punto de saturación habitacional.

Con el objeto de presentar una evaluación económica sencilla y macro, se puede considerar que el proyecto se desarrolle por etapas y dentro de estas, la acción de obras civiles para adecuación básica de espacios es la más importante y necesaria de realizar como primera instancia, cuyo costo total está entre $ 2.900 millones a $ 4.300 millones; bajo el concepto de desarrollo de Vivienda de Interés Social, y con base en los costos de adecuación básica, se requeriría un auxilio del orden de $5 millones por vivienda; dado que el auxilio actual para vivienda de interés social es de $ 3 millones, por vivienda, se tendría un saldo de $ 2 millones, el cual se puede aplicar al costo de la vivienda. El costo por vivienda de interés social, para un área de 40 m^2, es del orden de $ 27 millones, la cual se puede adjudicar para un plazo de 20 años, siendo la cuota mensual del orden de $ 300,000 con un incremento anual del 16%, se espera que con tendencia a la baja (inflación de un dígito), en consecuencia se exige un ingreso familiar de aproximadamente $900.000. Aunque los costos pueden parecer altos, en consideración con el estrato socio económico de estos sectores, la consideración primaria es la de establecer mecanismos y medios para generación de empleos para estos estratos, que les pueda garantizar unos ingresos, que les permita atender sus obligaciones (cuota, servicios, educación). Se considera que el proyecto, en sus etapas de adecuación básica de espacios y de construcción de viviendas debe ser generador de estos empleos en un gran porcentaje. Una vez realizado el proyecto, se deben crear a nivel de pequeña empresa grupos de trabajo y generadores del mismo, para lo cual se considera que deben crearse grupos de trabajo para atención de servicios (acueducto, alcantarillado, aseo), grupos para mantenimiento y reparaciones (vías, accesos, drenajes, viviendas), grupos de recreación, grupos ambientales, para manejo completo de reforestación, paisajismo y mantenimiento de la zona N° 4 (ver Figura N° 4.1). También se considera que en función de un proyecto piloto, existe ayuda técnica y económica internacional.

- La concepción de un planteamiento como el presentado, en cuanto se relaciona con un tratamiento completo de la zona de estudio, se fundamenta primeramente en la conformación de unas condiciones mínimas de las viviendas y su entorno para generar una Calidad de Vida aceptable; complementariamente la de desarrollar un proyecto tanto a nivel de obras civiles como de urbanismo para una importante generación de empleo a todo nivel (profesional, técnico, mano de obra no calificada, etc). Consecuentemente con el desarrollo de un proyecto de este tipo, se considera que se dá solución a la problemática social existente, estableciéndose un beneficio comunitario y social que justifica los costos del proyecto, por cuanto la recuperación de la inversión social se puede establecer a

nivel del pago de servicios y de impuestos. Se recomienda, a nivel de diseño, elaborar una detallada evaluación económica del proyecto con el objeto de definir la relación Beneficio/Costo y demás parámetros económicos, que se salen del alcance del presente trabajo.

ANEXO No. 1

RESULTADOS ENSAYOS DE LABORATORIO Y CARTERAS DE LEVANTAMIENTO ESTRUCTURAL

SUELOS Y PAVIMENTOS
GREGORIO ROJAS & CIA. LTDA.
CALLE 80 No. 51 - 64
TELEFAX : 2 - 25 - 47 - 60

CARGA PUNTUAL (I s)

JOM

PROYECTO :	FOPADE - " SAN MARTIN DE ~~PORRES~~ LOMA "	FECHA :	Abril 03/98
CLIENTE :	**HIDROTEC LTDA**	**O. TRABAJO No. :**	**614**
SONDEO :	MUESTRA : 7	PROFUNDIDAD:	m.
DESCRIPCION :	ARENISCA DE GRANO FINO A MEDIO ALGO FRIABLE.		
OBSERVACIONES :	V = VERTICAL H= HORIZONTAL		

CARGA PUNTUAL - I s				
ENSAYO No.	P Kgf	D cm	Is Kg/cm²	SENTIDO
1	40	6	1.111	V
2	37	5.35	1.293	H
3	18	4.4	0.930	V
4	10	2.7	1.372	H
5	20	6	0.556	H
6	31	5.9	0.891	H

P= Carga en Kg-f
D=Separación entre puntas cm
Is = P / D²

SONDEO :	MUESTRA : 8	PROFUNDIDAD:	m.
DESCRIPCION :	ARENISCA GRIS ALTAMENTE OXIDADA DE GRANO FINO A MEDIO.		
OBSERVACIONES:			
	V = VERTICAL H= HORIZONTAL		

CARGA PUNTUAL - I s				
ENSAYO No.	P Kgf	D cm	Is Kg/cm²	SENTIDO
1	230	6.3	5.795	V
2	245	3.37	21.573	V
3	130	4.4	6.715	H
4	110	3	12.222	H
5	140	3	15.556	H
6	237	4.4	12.242	V

P= Carga en Kg-f
D=Separación entre puntas cm
Is = P / D²

LABORATORISTA _____
GREGORIO ROJAS ROJAS

SUELOS Y PAVIMENTOS
GREGORIO ROJAS & CIA. LTDA.
CALLE 80 No. 51 - 64
TELEFAX : 2 - 25 - 47 - 60

CARGA PUNTUAL (Is)

JOM

PROYECTO :	**FOPADE - " SAN MARTIN DE LOSA "**	FECHA :	Abril 03/98
CLIENTE :	**HIDROTEC LTDA**	**O. TRABAJO No. :**	**614**
SONDEO :	MUESTRA : 9	PROFUNDIDAD:	m.
DESCRIPCION :	ARENISCA DE GRANO FINO A MEDIO, HABANO.		
OBSERVACIONES :	V = VERTICAL H= HORIZONTAL		

CARGA PUNTUAL - **Is**				
ENSAYO No.	P Kgf	D cm	Is Kg/cm²	SENTIDO
1	10	3	1.111	V
2	40	3.4	3.460	V
3	12	2.95	1.379	V
4	37	3.5	3.020	V
5	18	3.1	1.873	V
6	30	3.7	2.191	V

P= Carga en Kg-f
D=Separación entre puntas cm
Is = P / D²

SONDEO :	MUESTRA : 10	PROFUNDIDAD:	m.
DESCRIPCION :			
OBSERVACIONES:	**SANTA CECILIA**		
	V = VERTICAL H= HORIZONTAL		

CARGA PUNTUAL - **Is**				
ENSAYO No.	P Kgf	D cm	Is Kg/cm²	SENTIDO
1	1532	4.2	86.848	V
2	1045	5.24	38.059	V
3	1546	5.5	51.107	H
4	2010	3.1	209.157	H
5	1990	4.2	112.812	V
6	3690	4	230.625	H

P= Carga en Kg-f
D=Separación entre puntas cm
Is = P / D²

LABORATORISTA _____
GREGORIO ROJAS ROJAS

LEVANTAMIENTO ESTRUCTURAL DE MACIZOS ROCOSOS

OBRA/DESARROLLO: San Martin de Loba FECHA DE LEVANTAMIENTO: Marzo 98

ESTACIÓN: E-1 NOMBRE: LOCALIZACIÓN:

A	ORIENTACIÓN				B	C	D	E	F	G	H	I
TIPO	RUMBO	BUZAMIENTO	UNIDAD GEOLÓGICA	TIPO DE ROCA	PERSISTENCIA	ESPACIAMIENTO	ABERTURA	RELLENO	RUGOSIDAD MICRO		AGUA	No DE CECIL
4	N-S	30W	Tpr	Arenisca	3		2-3	1				
0	N55E	72SE	Tpr	Arenisca	3		2-3	1				
0	N70E	71SE	Tpr	Arenisca	3		2-3	1				
0	N55W	70 NE	Tpr	Arenisca	3		2-3	1				
0	N80W	62 NE	Tpr	Arenisca	3		2-3	1				
0	E-W	56N	Tpr	Arenisca	3		2-3	1				
0	N10E	80SE	Tpr	Arenisca	3		2	1				
0	N35E	70SE	Tpr	Arenisca	3		2	1				
0	N65E	65SE	Tpr	Arenisca	3		2	1				
0	N65E	54SE	Tpr	Arenisca	3		2	1				
0	N10E	44SE	Tpr	Arenisca	3		2	1				
0	N80W	86 NE	Tpr	Arenisca	2		1					
0	N80W	85 NE	Tpr	Arenisca	2		1					
0	N80E	90	Tpr	Arenisca	2		1					
0	N88W	88SW	Tpr	Arenisca	2		1					
0	E-W	90	Tpr	Arenisca	2		1					
4	N20W	22SW	Tpr	Arenisca								
0	N60E	64SE	Tpr	Arenisca	2	3	1-2	1				
0	N15E	73SE	Tpr	Arenisca	2	3	1-2	1		3		
4	N-S	44W	Tpr	Arenisca						3		
0	N50W	50SW	Tpr	Arenisca	2	3	2	1		3		

	ORIENTACIÓN	
	RUMBO	BUZAMIENTO
AFLORAMIENTO:	N45E	90°
LADERA :		

FORMA DEL BLOQUE:

EXPLORACIÓN:

MUESTRAS NÚMERO:

LEVANTÓ:

A. TIPO

1 DIACLASA
2 DIACLASA MAESTRA
3 ZONA CIZALLA
4 FALLA
5 ESTRATIFICACION
6 FOLIACIÓN
7 ESTOLMETORIDAD

B. PERSISTENCIA

1 DISCONTINUA (<2m)
2 POCO CONTINUA (2-5m)
3 CONTINUIDAD MEDIA (5-10m)
4 CONTINUA (> 10m)

C. ESPACIAMIENTO

1 MUY JUNTAS (<5 cm)
2 PROXIMAS (5-30 cm)
3 BASTANTE PROXIMAS (30cm- 1m)
4 SEPARADAS (1-3 m)
5 MUY SEPARADAS (>3 m)

D. ABERTURA

1 CERRADA
2 LIGERAMENTE ABIERTA (<5 cm)
3 ABIERTA (0.5 - 20 cm)
4 MUY ABIERTA (20 - 50 cm)
5 EXTREMADAMENTE ABIERTA (>50 cm)

E. RELLENO

0 NO EXISTE
1 ARCILLA
2 LIMO
3 ARENA
4 ROCA TRITURADA
5 OXIDOS HIERRO
6 CUARZO
7 CALCITA
8 OTROS

F. RUGOSIDAD MICRO

ESCALONADA
1 RUGOSA
2 SUAVE
3 ESPEJO DE FALLA

ONDULADA
4 RUGOSA
5 SUAVE
6 ESPEJO DE FALLA

PLANAR
7 RUGOSA
8 SUAVE
9 ESPEJO DE FALLA

G. RUGOSIDAD MACRO

1 ESCALONADA
2 ONDULADA
3 PLANAR

H. AGUA

1 SECA
2 HUMEDA
3 FILTRACIÓN
4 FLUJO
5 OTROS FLUIDOS

I. NUMERO DE CECIL

1 ROCA MACIVA, SIN DISCONTINUIDADES O MUY POCAS
2 UNA FAMILIA DE DISCONTINUIDADES
3 UNA FAMILIA DE DISCONTINUIDADES Y DISCONTINUIDADES DISPERSAS
4 DOS FAMILIAS DE DISCONTINUIDADES
5 DOS FAMILIAS DE DISCONTINUIDADES Y DISCONTINUIDADES DISPERSAS
6 TRES FAMILIAS DE DISCONTINUIDADES
7 TRES FAMILIAS DE DISCONTINUIDADES Y DISCONTINUIDADES DISPERSAS
8 ROCA TRITURADA MATERIAL PARECIDO AL SUELO

HOJA:_____ DE_____

LEVANTAMIENTO ESTRUCTURAL DE MACIZOS ROCOSOS

OBRA/DESARROLLO: San Martin de Loba FECHA DE LEVANTAMIENTO: Marzo - 98

ESTACIÓN: E-1 NOMBRE: _____ LOCALIZACIÓN: _____

A	ORIENTACIÓN				B	C	D	E	F	G	H	I
TIPO	RUMBO	BUZAMIENTO	UNIDAD GEOLÓGICA	TIPO DE ROCA	PERSISTENCIA	ESPACIAMIENTO	ABERTURA	RELLENO	RUGOSIDAD MICRO		AGUA	No DE CECIL
0	N73W	80 NE	Tpr	Arenisca	2	2	1			3		
0	N77W	76 NE	Tpr	Arenisca	2	2	1			3		
4	N22W	32SW	Tpr	Arenisca								
0	N55E	49SE	Tpr	Arenisca	2	2				3		
0	N35E	50SE	Tpr	Arenisca	2	2				3		
0	N30E	51SE	Tpr	Arenisca	2	4				3		
0	E-W	85 S	Tpr	Arenisca	2	4				3		
0	N20E	66SE	Tpr	Arenisca	2	3	1			3		
0	N50E	76SE	Tpr	Arenisca	2	3	1			3		
0	N45E	85SE	Tpr	Arenisca	2	3	1			3		
0	N48E	56SE	Tpr	Arenisca	1	3-4	1					
0	N55E	69SE	Tpr	Arenisca	1	3-4	1					
0	N55W	59NE	Tpr	Arenisca	1	3-4	1					
0	N50W	57NE	Tpr	Arenisca	1	3-4	1					
0	N32W	59NE	Tpr	Arenisca	1	3-4	1					

	ORIENTACIÓN	
	RUMBO	BUZAMIENTO
AFLORAMIENTO:		
LADERA :		

FORMA DEL BLOQUE:

EXPLORACIÓN:

MUESTRAS NÚMERO:

LEVANTÓ:

A. TIPO
0 DIACLASA
1 DIACLASA MAESTRA
2 ZONA CIZALLA
3 FALLA
4 ESTRATIFICACIÓN
5 FOLIACIÓN
6 ESTIQUESTOMIDAD

B. PERSISTENCIA
1 DISCONTINUA (<2m)
2 POCO CONTINUA (2-4m)
3 CONTINUIDAD MEDIA (5-10m)
4 CONTINUA (>10m)

C. ESPACIAMIENTO
1 MUY JUNTAS (<5 cm)
2 PROXIMAS (5-30 cm)
3 BASTANTE PROXIMAS (30cm- 1m)
4 SEPARADAS (1-3 m)
5 MUY SEPARADAS (>3 m)

D. ABERTURA
1 CERRADA
2 LIGERAMENTE ABIERTA (<5 cm)
3 ABIERTA (0.5 - 20 cm)
4 MUY ABIERTA (20 - 50 cm)
5 EXTREMADAMENTE ABIERTA (>50 cm)

E. RELLENO
0 NO EXISTE
1 ARCILLA
2 LIMO
3 ARENA
4 ROCA TRITURADA
5 ÓXIDOS HIERRO
6 CUARZO
7 CALCITA
8 OTROS

F. RUGOSIDAD MICRO
ESCALONADA
1 RUGOSA
2 SUAVE
3 ESPEJO DE FALLA

ONDULADA
4 RUGOSA
5 SUAVE
6 ESPEJO DE FALLA

PLANAR
7 RUGOSA
8 SUAVE
9 ESPEJO DE FALLA

G. RUGOSIDAD MACRO
1 ESCALONADA
2 ONDULADA
3 PLANAR

H. AGUA
1 SECA
2 HUMEDA
3 FILTRACION
4 FLUJO
5 OTROS FLUIDOS

I. NUMERO DE CECIL
1 ROCA MACIVA SIN DISCONTINUIDADES O MUY POCAS
2 UNA FAMILIA DE DISCONTINUIDADES
3 UNA FAMILIA DE DISCONTINUIDADES Y DISCONTINUIDADES DISPERSAS
4 DOS FAMILIAS DE DISCONTINUIDADES
5 DOS FAMILIAS DE DISCONTINUIDADES Y DISCONTINUIDADES DISPERSAS
6 TRES FAMILIAS DE DISCONTINUIDADES
7 TRES FAMILIAS DE DISCONTINUIDADES Y DISCONTINUIDADES DISPERSAS
8 ROCA TRITURADA MATERIAL PARECIDO AL SUELO

HOJA:_____DE_____

LEVANTAMIENTO ESTRUCTURAL DE MACIZOS ROCOSOS

OBRA/DESARROLLO: San Martin de Loba FECHA DE LEVANTAMIENTO: Mayo-98

ESTACIÓN: E-2 NOMBRE: LOCALIZACIÓN:

A	ORIENTACIÓN				B	C	D	E	F	G	H	I
TIPO	RUMBO	BUZAMIENTO	UNIDAD GEOLÓGICA	TIPO DE ROCA	PERSISTENCIA	ESPACIAMIENTO	ABERTURA	RELLENO	RUGOSIDAD MICRO		AGUA	No DE CECIL
0	N58W	64NE	Tpr	Arenisca	2		2	1				
0	N60W	55NE	Tpr	Arenisca	2		2	1				
4	N05E	44NW	Tpr	Arenisca								
0	N60W	70NE	Tpr	Arenisca	2		2	1-2				
0	N70W	52NE	Tpr	Arenisca	2		2	1-2				
0	N25E	73SE	Tpr	Arenisca	1	4	2					
0	N85E	79SE	Tpr	Arenisca	1	4	2					
0	E-W	82N	Tpr	Arenisca	1	4	2					
0	N65W	78NE	Tpr	Arenisca			3	1				
0	N27W	84NE	Tpr	Arenisca	3	3	2					
0	N75W	72NE	Tpr	Arenisca	3		2-3	1-2				
0	N49E	80SE	Tpr	Arenisca		2						
0	N36E	52SE	Tpr	Arenisca	2	2	2	0				
0	N65E	64SE	Tpr	Arenisca	2	3	2	0				
0	N73E	69SE	Tpr	Arenisca	2	3	2	0				
0	N76W	66NE	Tpr	Arenisca	2							
0	N63E	74SE	Tpr	Arenisca	2							
4	N10E	35NW	Tpr	Arenisca								
0	E-W	84N	Tpr	Arenisca	2		2	1				
0	N50W	36NE	Tpr	Arenisca	2		1					
0	N23E	78SE	Tpr	Arenisca	2							

	ORIENTACIÓN	
	RUMBO	BUZAMIENTO
AFLORAMIENTO:		
LADERA :		

FORMA DEL BLOQUE:

EXPLORACIÓN:

MUESTRAS NÚMERO:

LEVANTÓ:

A. TIPO
0 DIACLASA
1 DIACLASA MAESTRA
2 ZONA CIZALLA
3 FALLA
4 ESTRATIFICACIÓN
5 FOLIACIÓN
6 ESTOLMETORMIDAD

B. PERSISTENCIA
1 DISCONTINUA (<2m)
2 POCO CONTINUA (2-6m)
3 CONTINUIDAD MEDIA (6-10m)
4 CONTINUA (>10m)

C. ESPACIAMIENTO
1 MUY JUNTAS (<5 cm)
2 PROXIMAS (5-30 cm)
3 BASTANTE PROXIMAS (30cm- 1m)
4 SEPARADAS (1-3 m)
5 MUY SEPARADAS (>3 m)

D. ABERTURA
1 CERRADA
2 LIGERAMENTE ABIERTA (<5 cm)
3 ABIERTA (0.5 - 20 cm)
4 MUY ABIERTA (20 - 50 cm)
5 EXTREMADAMENTE ABIERTA (>50 cm)

E. RELLENO
0 NO EXISTE
1 ARCILLA
2 LIMO
3 ARENA
4 ROCA TRITURADA
5 ÓXIDOS HIERRO
6 CUARZO
7 CALCITA
8 OTROS

F. RUGOSIDAD MICRO
ESCALONADA
1 RUGOSA
2 SUAVE
3 ESPEJO DE FALLA

ONDULADA
1 RUGOSA
2 SUAVE
3 ESPEJO DE FALLA

PLANAR
1 RUGOSA
2 SUAVE
3 ESPEJO DE FALLA

G. RUGOSIDAD MACRO
1 ESCALONADA
2 ONDULADA
3 PLANAR

H. AGUA
1 SECA
2 HUMEDA
3 FILTRACION
4 FLUJO
5 OTROS FLUIDOS

I. NUMERO DE CECIL
1 ROCA MADRA. SIN DISCONTINUIDADES O MUY POCAS
2 UNA FAMILIA DE DISCONTINUIDADES
3 UNA FAMILIA DE DISCONTINUIDADES Y DISCONTINUIDADES DISPERSAS
4 DOS FAMILIAS DE DISCONTINUIDADES
5 DOS FAMILIAS DE DISCONTINUIDADES Y DISCONTINUIDADES DISPERSAS
6 TRES FAMILIAS DE DISCONTINUIDADES
7 TRES FAMILIAS DE DISCONTINUIDADES Y DISCONTINUIDADES DISPERSAS
8 ROCA TRITURADA MATERIAL PARECIDO AL SUELO

HOJA:____ DE____

LEVANTAMIENTO ESTRUCTURAL DE MACIZOS ROCOSOS

OBRA/DESARROLLO: San Martin de Loba FECHA DE LEVANTAMIENTO: Marzo 98

ESTACIÓN: E-2 NOMBRE: LOCALIZACIÓN:

A	ORIENTACIÓN				B	C	D	E	F	G	H	I
TIPO	RUMBO	BUZAMIENTO	UNIDAD GEOLÓGICA	TIPO DE ROCA	PERSISTENCIA	ESPACIAMIENTO	ABERTURA	RELLENO	RUGOSIDAD MICRO		AGUA	No DE CECIL
0	N75E	81SE	Tpr	Arenisca	2		2	1				
0	N25W	42NE	Tpr	Arenisca	2		2	1				
0	N65W	90	Tpr	Arenisca	2		2	1		3		
0	N73W	90	Tpr	Arenisca	2		2	1		3		
0	N05E	68SE	Tpr	Arenisca	2		2	1				
4	N13W	49SW	Tpr	Arenisca								
0	N-S	54 E	Tpr	Arenisca	2							
0	N18E	64SE	Tpr	Arenisca	2							
0	N80E	90	Tpr	Arenisca		3	2					
0	N78E	88SE	Tpr	Arenisca		3	2					
0	N85E	69SE	Tpr	Arenisca		3	2					
0	N70E	74SE	Tpr	Arenisca	1	3	1					
0	N65E	65SE	Tpr	Arenisca	1	3	1					
0	N15W	63NE	Tpr	Arenisca	3							
0	N22E	58SE	Tpr	Arenisca	2					3		
0	N10W	88NE	Tpr	Arenisca	2					3		
0	N20W	68NE	Tpr	Arenisca	2					3		
0	N70W	72NE	Tpr	Arenisca	2							
0	N30W	58NE	Tpr	Arenisca								
0	N65E	54SE	Tpr	Arenisca								
0	N70E	75SE	Tpr	Arenisca								

	ORIENTACIÓN	
	RUMBO	BUZAMIENTO
AFLORAMIENTO:		
LADERA :		

FORMA DEL BLOQUE:

EXPLORACIÓN:

MUESTRAS NÚMERO:

LEVANTÓ:

A. TIPO
0 DIACLASA
1 DIACLASA MAESTRA
2 ZONA CIZALLA
3 FALLA
4 ESTRATIFICACIÓN
5 FOLIACIÓN
6 ESTOLMATOBIDAD

B. PERSISTENCIA
1 DISCONTINUA (<2m)
2 POCO CONTINUA (2-5m)
3 CONTINUIDAD MEDIA (5-10m)
4 CONTINUA (>10m)

C. ESPACIAMIENTO
1 MUY JUNTAS (<5 cm)
2 PROXIMAS (5-30 cm)
3 BASTANTE PROXIMAS (30cm- 1m)
4 SEPARADAS (1-3 m)
5 MUY SEPARADAS (>3 m)

D. ABERTURA
1 CERRADA
2 LIGERAMENTE ABIERTA (<5 cm)
3 ABIERTA (5 - 20 cm)
4 MUY ABIERTA (20 - 50 cm)
5 EXTREMADAMENTE ABIERTA (>50 cm)

E. RELLENO
0 NO EXISTE
1 ARCILLA
2 LIMO
3 ARENA
4 ROCA TRITURADA
5 OXIDOS HIERRO
6 CUARZO
7 CALCITA
8 OTROS

F. RUGOSIDAD MICRO
ESCALONADA
1 RUGOSA
2 SUAVE
3 ESPEJO DE FALLA

ONDULADA
4 RUGOSA
5 SUAVE
6 ESPEJO DE FALLA

PLANAR
7 RUGOSA
8 SUAVE
9 ESPEJO DE FALLA

G. RUGOSIDAD MACRO
1 ESCALONADA
2 ONDULADA
3 PLANAR

H. AGUA
1 SECA
2 HUMEDA
3 FILTRACIÓN
4 FLUJO
5 OTROS FLUIDOS

I. NUMERO DE CECIL
1 ROCA MACIVA, SIN DISCONTINUIDADES O MUY POCAS
2 UNA FAMILIA DE DISCONTINUIDADES
3 UNA FAMILIA DE DISCONTINUIDADES Y DISCONTINUIDADES DISPERSAS
4 DOS FAMILIAS DE DISCONTINUIDADES
5 DOS FAMILIAS DE DISCONTINUIDADES Y DISCONTINUIDADES DISPERSAS
6 TRES FAMILIAS DE DISCONTINUIDADES
7 TRES FAMILIAS DE DISCONTINUIDADES Y DISCONTINUIDADES DISPERSAS
8 ROCA TRITURADA MATERIAL PARECIDO AL SUELO

HOJA:_____ DE_____

LEVANTAMIENTO ESTRUCTURAL DE MACIZOS ROCOSOS

OBRA/DESARROLLO: San Martin de Loba FECHA DE LEVANTAMIENTO: Marzo 98

ESTACIÓN: E-2 NOMBRE: LOCALIZACIÓN:

A	ORIENTACIÓN				B	C	D	E	F	G	H	I
TIPO	RUMBO	BUZAMIENTO	UNIDAD GEOLÓGICA	TIPO DE ROCA	PERSISTENCIA	ESPACIAMIENTO	ABERTURA	RELLENO	RUGOSIDAD MICRO		AGUA	No DE CECIL
0	N15W	80NE	Tpr	Arenisca	2							
0	N35E	69 SE	Tpr	Arenisca	2	3	1			3		
0	N83E	90	Tpr	Arenisca	2	3	1			3		
0	N86E	90	Tpr	Arenisca	2	3	1			3		
0	E-W	68 S	Tpr	Arenisca	2	4	1			3		
0	N60E	76SE	Tpr	Arenisca		3	1			3		
0	N85W	82SW	Tpr	Arenisca	2	3	1			3		
0	N85E	84NW	Tpr	Arenisca	2	3	1			3		
0	N09E	70SE	Tpr	Arenisca	1	3				3		
0	N74E	64NW	Tpr	Arenisca	2	4				3		
0	N70E	79SE	Tpr	Arenisca	3							
0	N75E	70SE	Tpr	Arenisca	3							
0	N25W	8ANE	Tpr	Arenisca		4				3		
0	N10W	79 NE	Tpr	Arenisca		5						
0	N30E	65SE	Tpr	Arenisca	1	3				3		
0	N20E	69SE	Tpr	Arenisca	3					3		
4	N25W	42SW	Tpr	Arenisca								
0	N22E	70SE	Tpr	Arenisca	3	1	2	3		3		
0	N30E	73SE	Tpr	Arenisca								
0	N50W	63NE	Tpr	Arenisca	2	4				3		
0	N67W	8ANE	Tpr	Arenisca	2	4	2			3		

	ORIENTACIÓN	
	RUMBO	BUZAMIENTO
AFLORAMIENTO:		
LADERA :		

FORMA DEL BLOQUE:

EXPLORACIÓN:

MUESTRAS NÚMERO:

LEVANTÓ:

A. TIPO

0 DIACLASA
1 DIACLASA MAESTRA
2 ZONA CIZALLA
3 FALLA
4 ESTRATIFICACIÓN
5 FOLIACIÓN
6 ESTIQUETOSIDAD

B. PERSISTENCIA

1 DISCONTINUA (<2m)
2 POCO CONTINUA (2-6m)
3 CONTINUIDAD MEDIA (6-10m)
4 CONTINUA (>10m)

C. ESPACIAMIENTO

1 MUY JUNTAS (<5 cm)
2 PROXIMAS (5-30 cm)
3 BASTANTE PROXIMAS (30cm- 1m)
4 SEPARADAS (1-3 m)
5 MUY SEPARADAS (>3 m)

D. ABERTURA

1 CERRADA
2 LIGERAMENTE ABIERTA (<5 cm)
3 ABIERTA (0.5 - 20 cm)
4 MUY ABIERTA (20 - 50 cm)
5 EXTREMADAMENTE ABIERTA (>50 cm)

E. RELLENO

0 NO EXISTE
1 ARCILLA
2 LIMO
3 ARENA
4 ROCA TRITURADA
5 ÓXIDOS HIERRO
6 CUARZO
7 CALCITA
8 OTROS

F. RUGOSIDAD MICRO

ESCALONADA
1 RUGOSA
2 SUAVE
3 ESPEJO DE FALLA

ONDULADA
4 RUGOSA
5 SUAVE
6 ESPEJO DE FALLA

PLANAR
7 RUGOSA
8 SUAVE
9 ESPEJO DE FALLA

G. RUGOSIDAD MACRO

1 ESCALONADA
2 ONDULADA
3 PLANAR

H. AGUA

1 SECA
2 HUMEDA
3 FILTRACIÓN
4 FLUJO
5 OTROS FLUIDOS

I. NUMERO DE CECIL

1 ROCA MACIVA, SIN DISCONTINUIDADES O MUY POCAS
2 UNA FAMILIA DE DISCONTINUIDADES
3 UNA FAMILIA DE DISCONTINUIDADES Y DISCONTINUIDADES DISPERSAS
4 DOS FAMILIAS DE DISCONTINUIDADES
5 DOS FAMILIAS DE DISCONTINUIDADES Y DISCONTINUIDADES DISPERSAS
6 TRES FAMILIAS DE DISCONTINUIDADES
7 TRES FAMILIAS DE DISCONTINUIDADES Y DISCONTINUIDADES DISPERSAS
8 ROCA TRITURADA MATERIAL PARECIDO AL SUELO

HOJA:_____ DE_____

LEVANTAMIENTO ESTRUCTURAL DE MACIZOS ROCOSOS

OBRA/DESARROLLO: San Martin de Loba FECHA DE LEVANTAMIENTO: Marzo 98

ESTACIÓN: E-2 NOMBRE: LOCALIZACIÓN:

A	ORIENTACIÓN				B	C	D	E	F	G	H	I
TIPO	RUMBO	BUZAMIENTO	UNIDAD GEOLÓGICA	TIPO DE ROCA	PERSISTENCIA	ESPACIAMIENTO	ABERTURA	RELLENO	RUGOSIDAD MICRO		AGUA	No DE CECIL
0	N80E	84 NW	Tpr	Arenisca	2	3	2					
0	N85W	84 SW	Tpr	Arenisca		4						
0	N136	30 SE	Tpr	Arenisca	2	3				3		
0	N22E	75 SE	Tpr	Arenisca	3	3				3		
0	N75W	80 SW	Tpr	Arenisca		3						
0	N80W	86 NE	Tpr	Arenisca	3	3	1			3		
0	N18E	80 SE	Tpr	Arenisca	2	4				3		
0	N85W	84 NE	Tpr	Arenisca	3	3	2	0		3		
0	N22E	77 SE	Tpr	Arenisca	2	3	2	1				

	ORIENTACIÓN	
	RUMBO	BUZAMIENTO
AFLORAMIENTO:		
LADERA :		

FORMA DEL BLOQUE:

EXPLORACIÓN:

MUESTRAS NÚMERO:

LEVANTÓ:

A. TIPO
0 DIACLASA
1 DIACLASA MAESTRA
2 ZONA CIZALLA
3 FALLA
4 ESTRATIFICACIÓN
5 FOLIACIÓN
6 ESTOLMETORIDAD

B. PERSISTENCIA
1 DISCONTINUA (<2m)
2 POCO CONTINUA (2-5m)
3 CONTINUIDAD MEDIA (5-10m)
4 CONTINUA (>10m)

C. ESPACIAMIENTO
1 MUY JUNTAS (<5 cm)
2 PROXIMAS (5-30 cm)
3 BASTANTE PROXIMAS (30cm- 1m)
4 SEPARADAS (1-3 m)
5 MUY SEPARADAS (>3 m)

D. ABERTURA
1 CERRADA
2 LIGERAMENTE ABIERTA (<5 cm)
3 ABIERTA (5 - 20 cm)
4 MUY ABIERTA (20 - 50 cm)
5 EXTREMADAMENTE ABIERTA (>50 cm)

E. RELLENO
0 NO EXISTE
1 ARCILLA
2 LIMO
3 ARENA
4 ROCA TRITURADA
5 OXIDOS HIERRO
6 CUARZO
7 CALCITA
8 OTROS

F. RUGOSIDAD MICRO
ESCALONADA
1 RUGOSA
2 SUAVE
3 ESPEJO DE FALLA

ONDULADA
4 RUGOSA
5 SUAVE
6 ESPEJO DE FALLA

PLANAR
7 RUGOSA
8 SUAVE
9 ESPEJO DE FALLA

G. RUGOSIDAD MACRO
1 ESCALONADA
2 ONDULADA
3 PLANAR

H. AGUA
1 SECA
2 HUMEDA
3 FILTRACIÓN
4 FLUJO
5 OTROS FLUIDOS

I. NUMERO DE CECIL
1 ROCA MACIVA, SINDISCONTINUIDADES O MUY POCAS
2 UNA FAMILIA DE DISCONTINUIDADES
3 UNA FAMILIA DE DISCONTINUIDADES Y DISCONTINUIDADES DISPERSAS
4 DOS FAMILIAS DE DISCONTINUIDADES
5 DOS FAMILIAS DE DISCONTINUIDADES Y DISCONTINUIDADES DISPERSAS
6 TRES FAMILIAS DE DISCONTINUIDADES
7 TRES FAMILIAS DE DISCONTINUIDADES Y DISCONTINUIDADES DISPERSAS
8 ROCA TRITURADA MATERIAL PARECIDO AL SUELO

HOJA:_____DE_____

LEVANTAMIENTO ESTRUCTURAL DE MACIZOS ROCOSOS

OBRA/DESARROLLO: San Martin de Loba FECHA DE LEVANTAMIENTO: Marzo-98

ESTACIÓN: E-3 NOMBRE: LOCALIZACIÓN:

A	ORIENTACIÓN				B	C	D	E	F	G	H	I
TIPO	RUMBO	BUZAMIENTO	UNIDAD GEOLÓGICA	TIPO DE ROCA	PERSISTENCIA	ESPACIAMIENTO	ABERTURA	RELLENO	RUGOSIDAD MICRO		AGUA	No DE CECIL
0	N40E	51 SE	Tpr	Arenisca	2	3	1			3		
0	N60E	62 SE	Tpr	Arenisca	2	2	1			3		
0	N35E	49 SE	Tpr	Arenisca	2	2	1			3		
0	N36E	50 SE	Tpr	Arenisca	2	3	1			3		

	ORIENTACIÓN	
	RUMBO	BUZAMIENTO
AFLORAMIENTO:	N45E	74 SE
LADERA :		

FORMA DEL BLOQUE:

EXPLORACIÓN:

MUESTRAS NÚMERO:

LEVANTÓ:

A. TIPO

0 DIACLASA
1 DIACLASA MAESTRA
2 ZONA CIZALLA
3 FALLA
5 ESTRATIFICACIÓN
6 FOLIACIÓN
9 ESTOUETORIDAD

B. PERSISTENCIA

1 DISCONTINUA (<2m)
2 POCO CONTINUA (2-6m)
3 CONTINUIDAD MEDIA (6-10m)
4 CONTINUA (> 10m)

C. ESPACIAMIENTO

1 MUY JUNTAS (<5 cm)
2 PROXIMAS (5-30 cm)
3 BASTANTE PROXIMAS (30cm- 1m)
4 SEPARADAS (1-3 m)
5 MUY SEPARADAS (>3 m)

D. ABERTURA

1 CERRADA
2 LIGERAMENTE ABIERTA (<5 cm)
3 ABIERTA (0.5 - 20 cm)
4 MUY ABIERTA (20 - 50 cm)
5 EXTREMADAMENTE ABIERTA (>50 cm)

E. RELLENO

0 NO EXISTE
1 ARCILLA
2 LIMO
3 ARENA
4 ROCA TRITURADA
5 OXIDOS HIERRO
6 CUARZO
7 CALCITA
8 OTROS

F. RUGOSIDAD MICRO

ESCALONADA
1 RUGOSA
2 SUAVE
3 ESPEJO DE FALLA

ONDULADA
1 RUGOSA
2 SUAVE
3 ESPEJO DE FALLA

PLANAR
1 RUGOSA
2 SUAVE
3 ESPEJO DE FALLA

G. RUGOSIDAD MACRO

1 ESCALONADA
2 ONDULADA
3 PLANAR

H. AGUA

1 SECA
2 HUMEDA
3 FILTRACIÓN
4 FLUJO
5 OTROS FLUIDOS

I. NUMERO DE CECIL

1 ROCA MACIVA SIN DISCONTINUIDADES O MUY POCAS
2 UNA FAMILIA DE DISCONTINUIDADES
3 UNA FAMILIA DE DISCONTINUIDADES Y DISCONTINUIDADES DISPERSAS
4 DOS FAMILIAS DE DISCONTINUIDADES
5 DOS FAMILIAS DE DISCONTINUIDADES Y DISCONTINUIDADES DISPERSAS
6 TRES FAMILIAS DE DISCONTINUIDADES
7 TRES FAMILIAS DE DISCONTINUIDADES Y DISCONTINUIDADES DISPERSAS
8 ROCA TRITURADA MATERIAL PARECIDO AL SUELO

HOJA:_____ DE_____

LEVANTAMIENTO ESTRUCTURAL DE MACIZOS ROCOSOS

OBRA/DESARROLLO: San Martin de Loba FECHA DE LEVANTAMIENTO: Marzo- 98

ESTACIÓN: E-4 NOMBRE: LOCALIZACIÓN:

A	ORIENTACIÓN				B	C	D	E	F	G	H	I
TIPO	RUMBO	BUZAMIENTO	UNIDAD GEOLÓGICA	TIPO DE ROCA	PERSISTENCIA	ESPACIAMIENTO	ABERTURA	RELLENO	RUGOSIDAD MICRO		AGUA	No DE CECIL
0	N30E	57 SE	Tpr	Arenisca								
0	N82W	78NE	Tpr	Arenisca		3	1					
0	N60W	86NE	Tpr	Arenisca		4	1					
0	N76E	90	Tpr	Arenisca								
0	N40W	62NE	Tpr	Arenisca		2						
0	N30W	45NE	Tpr	Arenisca		2						
0	N50W	42NE	Tpr	Arenisca		2						
0	N25E	79NW	Tpr	Arenisca		2						
0	N15E	80NW	Tpr	Arenisca		2						
0	N27W	42NE	Tpr	Arenisca		3						
0	N55W	49NE	Tpr	Arenisca		4						
0	N65W	40NE	Tpr	Arenisca	2							
0	N20E	65 SE	Tpr	Arenisca								
0	N80E	53NW	Tpr	Arenisca		4						
0	N25E	62 SE	Tpr	Arenisca								
0	N70E	79NW	Tpr	Arenisca								
0	N50W	68 NE	Tpr	Arenisca		3						
0	N45W	82NE	Tpr	Arenisca		3						
0	N55W	90	Tpr	Arenisca		3						
0	N55W	85NE	Tpr	Arenisca		3						
4	N25W	34 SW	Tpr	Arenisca								

	ORIENTACIÓN	
	RUMBO	BUZAMIENTO
AFLORAMIENTO:		
LADERA :		

FORMA DEL BLOQUE
EXPLORACIÓN:
MUESTRAS NÚMERO
LEVANTÓ:

A. TIPO

0 DIACLASA
1 DIACLASA MAESTRA
2 ZONA CIZALLA
3 FALLA
4 ESTRATIFICACIÓN
5 FOLIACIÓN
6 ESTIQUISTOSIDAD

B. PERSISTENCIA

1 DISCONTINUA (<2m)
2 POCO CONTINUA (2-5m)
3 CONTINUIDAD MEDIA (5-10m)
4 CONTINUA (>10m)

C. ESPACIAMIENTO

1 MUY JUNTAS (<5 cm)
2 PRÓXIMAS (5-30 cm)
3 BASTANTE PRÓXIMAS (30cm- 1m)
4 SEPARADAS (1-3 m)
5 MUY SEPARADAS (>3 m)

D. ABERTURA

1 CERRADA
2 LIGERAMENTE ABIERTA (<5 cm)
3 ABIERTA (5 - 20 cm)
4 MUY ABIERTA (20 - 50 cm)
5 EXTREMADAMENTE ABIERTA (>50 cm)

E. RELLENO

0 NO EXISTE
1 ARCILLA
2 LIMO
3 ARENA
4 ROCA TRITURADA
5 ÓXIDOS FÉRRICO
6 CUARZO
7 CALCITA
8 OTROS

F. RUGOSIDAD MICRO

ESCALONADA
1 RUGOSA
2 SUAVE
3 ESPEJO DE FALLA

ONDULADA
4 RUGOSA
5 SUAVE
6 ESPEJO DE FALLA

PLANAR
7 RUGOSA
8 SUAVE
9 ESPEJO DE FALLA

G. RUGOSIDAD MACRO

1 ESCALONADA
2 ONDULADA
3 PLANAR

H. AGUA

1 SECA
2 HUMEDA
3 FILTRACION
4 FLUJO
5 OTROS FLUIDOS

I. NUMERO DE CECIL

1 ROCA MACIVA SIN DISCONTINUIDADES O MUY POCAS
2 UNA FAMILIA DE DISCONTINUIDADES
3 UNA FAMILIA DE DISCONTINUIDADES Y DISCONTINUIDADES DISPERSAS
4 DOS FAMILIAS DE DISCONTINUIDADES
5 DOS FAMILIAS DE DISCONTINUIDADES Y DISCONTINUIDADES DISPERSAS
6 TRES FAMILIAS DE DISCONTINUIDADES
7 TRES FAMILIAS DE DISCONTINUIDADES Y DISCONTINUIDADES DISPERSAS
8 ROCA TRITURADA MATERIAL PARECIDO AL SUELO

HOJA:_____DE_____

000117

LEVANTAMIENTO ESTRUCTURAL DE MACIZOS ROCOSOS

OBRA/DESARROLLO: San Martin de Loba FECHA DE LEVANTAMIENTO: Marzo-98

ESTACIÓN: E-4 NOMBRE: LOCALIZACIÓN:

A	ORIENTACIÓN				B	C	D	E	F	G	H	I
TIPO	RUMBO	BUZAMIENTO	UNIDAD GEOLÓGICA	TIPO DE ROCA	PERSISTENCIA	ESPACIAMIENTO	ABERTURA	RELLENO	RUGOSIDAD MICRO		AGUA	No. DE CECIL
4	N15W	33SW	Tpr	Arenisca								
0	N45E	79SE	Tpr	Arenisca								
0	N18E	88SE	Tpr	Arenisca								
4	N25W	33SW	Tpr	Arenisca								

	ORIENTACIÓN	
	RUMBO	BUZAMIENTO
AFLORAMIENTO:		
LADERA :		

FORMA DEL BLOQUE:

EXPLORACIÓN:

MUESTRAS NÚMERO:

LEVANTÓ:

A. TIPO

0 DIACLASA
1 DIACLASA MAESTRA
2 ZONA CIZALLA
3 FALLA
4 ESTRATIFICACIÓN
5 FOLIACIÓN
6 ESTIQUETOBIEDAD

B. PERSISTENCIA

1 DISCONTINUA (<2m)
2 POCO CONTINUA (2-4m)
3 CONTINUIDAD MEDIA (5-10m)
4 CONTINUA (>10m)

C. ESPACIAMIENTO

1 MUY JUNTAS (<5 cm)
2 PRÓXIMAS (5-30 cm)
3 BASTANTE PRÓXIMAS (30cm- 1m)
4 SEPARADAS (1-3 m)
5 MUY SEPARADAS (>3 m)

D. ABERTURA

1 CERRADA
2 LIGERAMENTE ABIERTA (<5 cm)
3 ABIERTA (0.5 - 20 cm)
4 MUY ABIERTA (20 - 50 cm)
5 ESTREMADAMENTE ABIERTA (>50 cm)

E. RELLENO

0 NO EXISTE
1 ARCILLA
2 LIMO
3 ARENA
4 ROCA TRITURADA
5 ÓXIDOS HIERRO
6 CUARZO
7 CALCITA
8 OTROS

F. RUGOSIDAD MICRO

ESCALONADA
1 RUGOSA
2 SUAVE
3 ESPEJO DE FALLA

ONDULADA
4 RUGOSA
5 SUAVE
6 ESPEJO DE FALLA

PLANAR
7 RUGOSA
8 SUAVE
9 ESPEJO DE FALLA

G. RUGOSIDAD MACRO

1 ESCALONADA
2 ONDULADA
3 PLANAR

H. AGUA

1 SECA
2 HUMEDA
3 FILTRACIÓN
4 FLUJO
5 OTROS FLUIDOS

I. NUMERO DE CECIL

1 ROCA MACIVA SIN DISCONTINUIDADES O MUY POCAS
2 UNA FAMILIA DE DISCONTINUIDADES
3 UNA FAMILIA DE DISCONTINUIDADES Y DISCONTINUIDADES DISPERSAS
4 DOS FAMILIAS DE DISCONTINUIDADES
5 DOS FAMILIAS DE DISCONTINUIDADES Y DISCONTINUIDADES DISPERSAS
6 TRES FAMILIAS DE DISCONTINUIDADES
7 TRES FAMILIAS DE DISCONTINUIDADES Y DISCONTINUIDADES DISPERSAS
8 ROCA TRITURADA MATERIAL PARECIDO AL SUELO

HOJA:_____ DE_____

LEVANTAMIENTO ESTRUCTURAL DE MACIZOS ROCOSOS

OBRA/DESARROLLO: San Martin de Loba FECHA DE LEVANTAMIENTO: Marzo 98

ESTACIÓN: E-5 NOMBRE: LOCALIZACIÓN:

A	ORIENTACIÓN				B	C	D	E	F	G	H	I
TIPO	RUMBO	BUZAMIENTO	UNIDAD GEOLÓGICA	TIPO DE ROCA	PERSISTENCIA	ESPACIAMIENTO	ABERTURA	RELLENO	RUGOSIDAD MICRO	AGUA	No DE CECIL	
0	N75E	63SE	Tpr	Arenisca		2	1			3		
0	N73E	69SE	Tpr	Arenisca		2	1			3		
0	N65W	85NE	Tpr	Arenisca		3	1			3		
0	N72W	84NE	Tpr	Arenisca		2	1			3		
0	N85E	86NW	Tpr	Arenisca		2	1			3		
0	N85W	74NE	Tpr	Arenisca		3	1			3		
0	N85E	77NW	Tpr	Arenisca		2	1			3		
0	N07W	83 NE	Tpr	Arenisca		2	1			3		
0	N10 E	80SE	Tpr	Arenisca		3	1			3		
0	N18E	82SE	Tpr	Arenisca		2	1			3		
0	N45E	65SE	Tpr	Arenisca		3	1			3		
0	N46E	67SE	Tpr	Arenisca		3	1			3		
0	N80E	70SE	Tpr	Arenisca		2	1			3		

	ORIENTACIÓN	
	RUMBO	BUZAMIENTO
AFLORAMIENTO:		
LADERA :		

FORMA DEL BLOQUE:

EXPLORACIÓN:

MUESTRAS NÚMERO:

LEVANTÓ:

A. TIPO
0 DIACLASA
1 DIACLASA MAESTRA
2 ZONA CIZALLA
3 FALLA
4 ESTRATIFICACION
5 FOLIACION
6 ESTAUROTORIDAD

B. PERSISTENCIA
1 DISCONTINUA (<2m)
2 POCO CONTINUA (2-6m)
3 CONTINUIDAD MEDIA (6-10m)
4 CONTINUA (>10m)

C. ESPACIAMIENTO
1 MUY JUNTAS (<5 cm)
2 PROXIMAS (5-30 cm)
3 SALTANTE PROXIMAS (30cm- 1m)
4 SEPARADAS (1-3 m)
5 MUY SEPARADAS (>3 m)

D. ABERTURA
1 CERRADA
2 LIGERAMENTE ABIERTA (<5 cm)
3 ABIERTA (5 - 20 cm)
4 MUY ABIERTA (20 - 50 cm)
5 ESTREMADAMENTE ABIERTA (>50 cm)

E. RELLENO
0 NO EXISTE
1 ARCILLA
2 LIMO
3 ARENA
4 ROCA TRITURADA
5 OXIDOS HIERRO
6 CUARZO
7 CALCITA
8 OTROS

F. RUGOSIDAD MICRO
ESCALONADA
1 RUGOSA
2 SUAVE
3 ESPEJO DE FALLA

ONDULADA
1 RUGOSA
2 SUAVE
3 ESPEJO DE FALLA

PLANAR
1 RUGOSA
2 SUAVE
3 ESPEJO DE FALLA

G. RUGOSIDAD MACRO
1 ESCALONADA
2 ONDULADA
3 PLANAR

H. AGUA
1 SECA
2 HUMEDA
3 FILTRACION
4 FLUJO
5 OTROS FLUIDOS

I. NUMERO DE CECIL
1 ROCA MACIVA. SIN DISCONTINUIDADES O MUY POCAS
2 UNA FAMILIA DE DISCONTINUIDADES
3 UNA FAMILIA DE DISCONTINUIDADES Y DISCONTINUIDADES DISPERSAS
4 DOS FAMILIAS DE DISCONTINUIDADES
5 DOS FAMILIAS DE DISCONTINUIDADES Y DISCONTINUIDADES DISPERSAS
6 TRES FAMILIAS DE DISCONTINUIDADES
7 TRES FAMILIAS DE DISCONTINUIDADES Y DISCONTINUIDADES DISPERSAS
8 ROCA TRITURADA MATERIAL PARECIDO AL SUELO

HOJA:_____ DE_____

ANEXO No. 2

HIDROLOGÍA

CUADRO A-1.1

SERIES MENSUALES DE PRECIPITACION (mm) EN ESTACIONES EN EL AREA DE ESTUDIO
ESTACION : VIVERO VENADO DE ORO

	P. SECO			P. HUMEDO		P. SECO				P. HUMEDO		P. SECO	
	MESES												
AÑO	Enero	Feb	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Sept	Oct	Nov	Dic	ANUAL
1965								25	5	170	169	48	416
1966	2	84	87	73	93	75	43	62	33	83	237	244	1.116
1967	19	31	106	126	114	123	70	60	70	77	208	67	1.069
1968	10		34	239	36	112	81	33	79	164	177	48	1.012
1969	62	57	5	33	64	64	61	65	76	211	87	127	912
1970	106	114	45	33	108	84	80	38	75	267	150	9	1.108
1971	42	102	179	187	183	68	49	71	86	94	96	155	1.311
1972	113	96	89							104	134	20	556
1973	28	6	44	108	64	60	64	100	136	141	125	130	1.004
1974	50	141	90	110	99	31	47	29	57	126	196	36	1.013
1975	9	90	76	107	155	54	121	79	75	137	133	182	1.217
1976	23					69	71	50	89			61	363
1977	10	42	75	158	55	59	73	46	124		234		877
1978	0	56	66	179	116	81	46	75	82	107	95	57	960
1979	52	43	152	156	153	100	75	111	59	237	256	57	1.450
1980	56	116	11	147	42	135	55	91	86	97	110	105	1.049
1981	12	44	42	110	288	66	38	71	48	82	182	109	1.092
1982		65	186	263	93		60	53	38	90	105	11	964
1983	32	58	138	264	129	41	64	34	41	167	81	58	1.106
1984		114	37	152	85	116	57	104	90	62	75	27	920
1985		9	35	74	145	33	46		81	155	136	16	729
1987				134							139		273
1988	0			59	80	52	70	92	96	245	241	227	1.164
1989		34	277	84	99	64	76	17	80	65	122	185	1.102
1990	58		72	150	166		47	54	31	181		25	786
1991	87	52	163	73	91	39	77	123	51	32			786
1992				100	43	65	109	68		41	218	79	723
1993	83				121					91	170	45	511
1994	184	70	53	63	152	66	107	90	41	101	116	28	1.072
1995	56	58	129	134	184	78	39	61	36	214	140	97	1.225
1996			118	82	81	45	97	57	34	142	117	94	867
1997	391	23	64	61	55	77	112	54	42	83			962
	62	65	91	124	110	71	69	65	66	130	152	84	929

	P. SECO			P. HUMEDO		P. SECO				P. HUMEDO		P. SECO	
MESES	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	ANUAL
MEDIA	62	65	91	124	110	71	69	65	66	130	152	87	1.093
MÁXIM	391	141	277	264	288	135	121	123	136	267	256	244	391
MÍNIM	0	6	5	33	36	31	38	17	5	32	75	9	0

Referencia:

ANEXO No. 3

REGISTRO FOTOGRÁFICO

ESTUDIOS Y DISEÑOS DE ESTABILIDAD DE TALUDES Y CONTROL DE EROSIÓN, Y MANEJO DE AGUAS PARA LA ESTABILIZACIÓN DE DIFERENTES SITIOS EN LA CIUDAD DE SANTA FE DE BOGOTÁ

SITIO : SAN MARTÍN DE LOBA

REGISTRO FOTOGRÁFICO

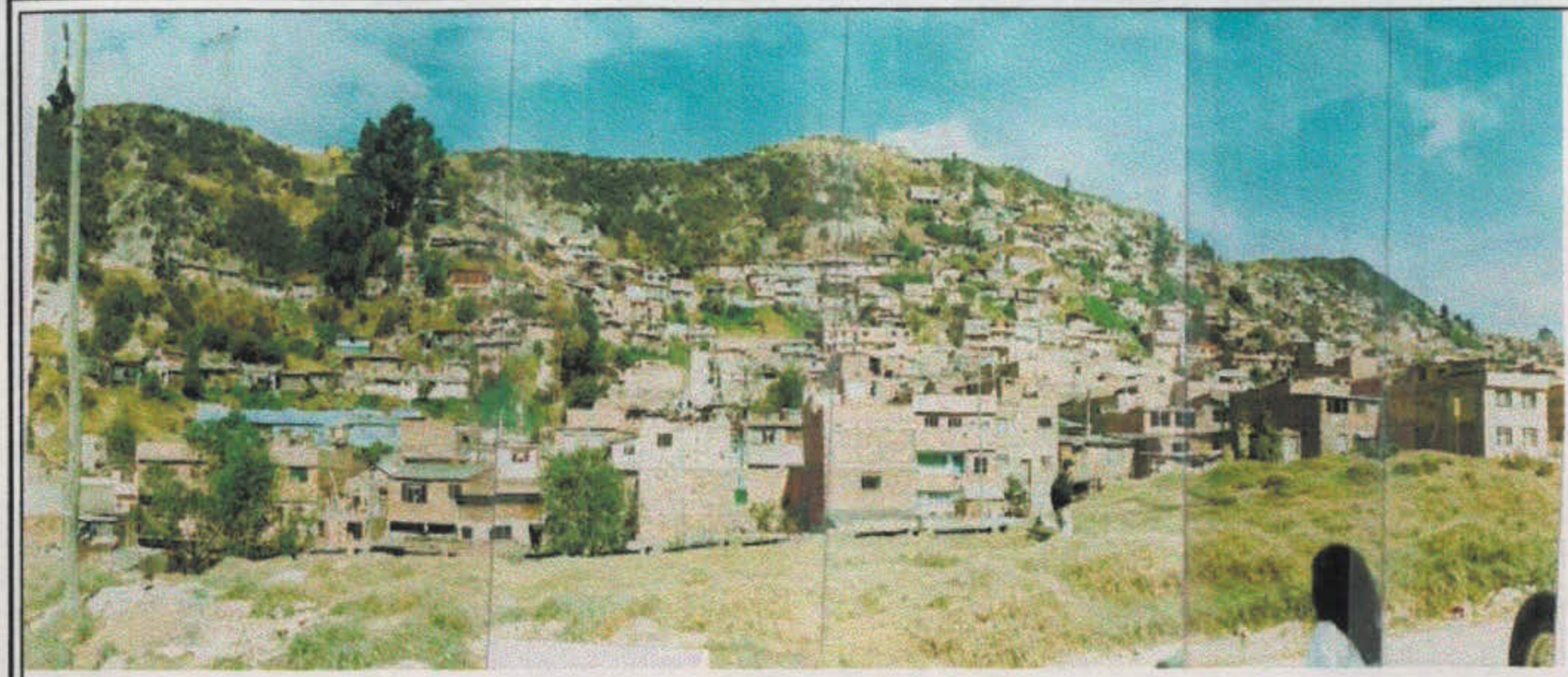


FOTO No. 1 a 5 **FECHA :** Mar-98 **TOMADA POR:** ALVARO GUTIÉRREZ L.

LOCALIZACIÓN: BARRIO LAS MALVINAS

DESCRIPCIÓN: Vista panorámica del barrio Las Malvinas. En primer plano parte baja de San Martín de Loba, contigua a la Quebrada Las Mercedes (Línea Negra).

ESTUDIOS Y DISEÑOS DE ESTABILIDAD DE TALUDES Y CONTROL DE EROSIÓN Y MANEJO DE AGUAS PARA LA ESTABILIZACION DE DIFERENTES SITIOS EN LA CIUDAD DE SANTA FE DE BOGOTA

SITIO : SAN MARTIN DE LOBA

REGISTRO FOTOGRÁFICO

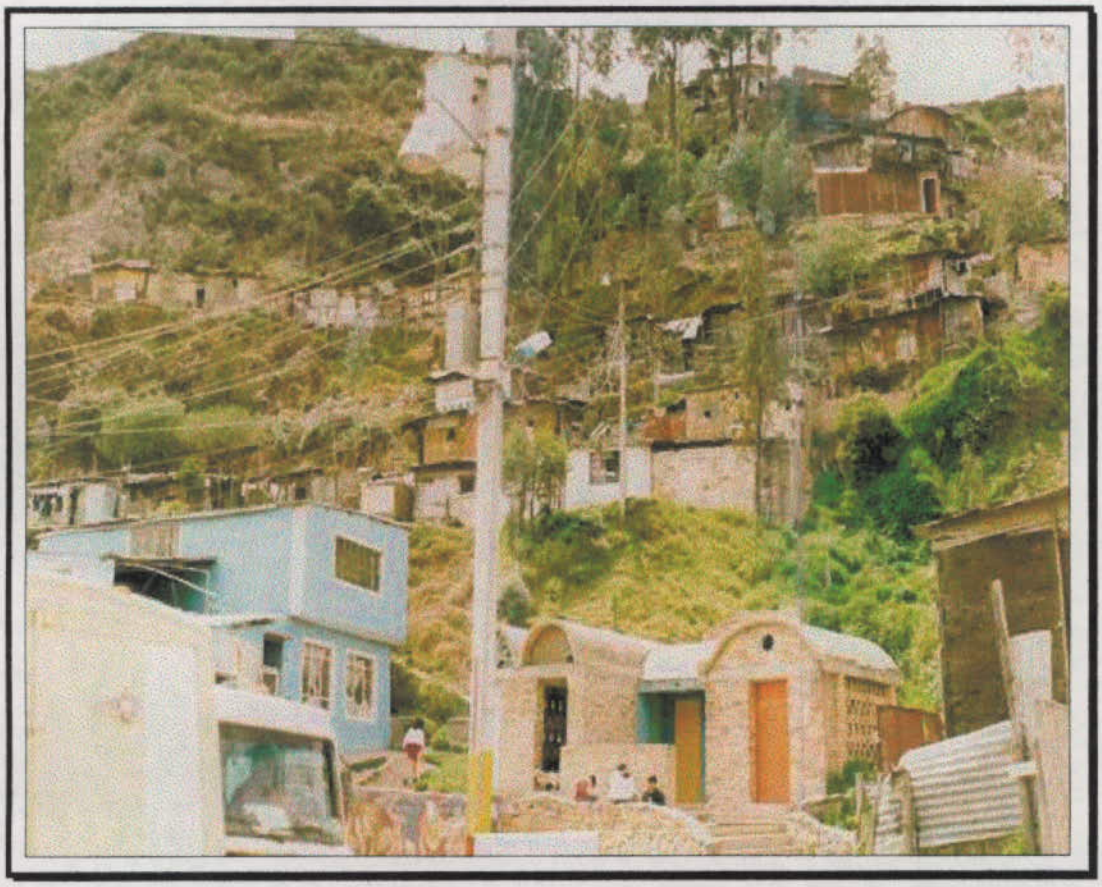


FOTO No. 6 a 8 **FECHA :** Mar-98 **TOMADA POR:** ALVARO GUTIÉRREZ L.

LOCALIZACIÓN: LAS MALVINAS

DESCRIPCIÓN: Características topográficas, tipos de viviendas y condiciones de la distribución del espacio. En el sitio aflora roca tipo arenisca y arcillolitas.

ESTUDIOS Y DISEÑOS DE ESTABILIDAD DE TALUDES Y CONTROL DE EROSIÓN Y MANEJO DE AGUAS PARA LA ESTABILIZACION DE DIFERENTES SITIOS EN LA CIUDAD DE SANTA FE DE BOGOTÀ

SITIO : SAN MARTIN DE LOBA

REGISTRO FOTOGRÁFICO

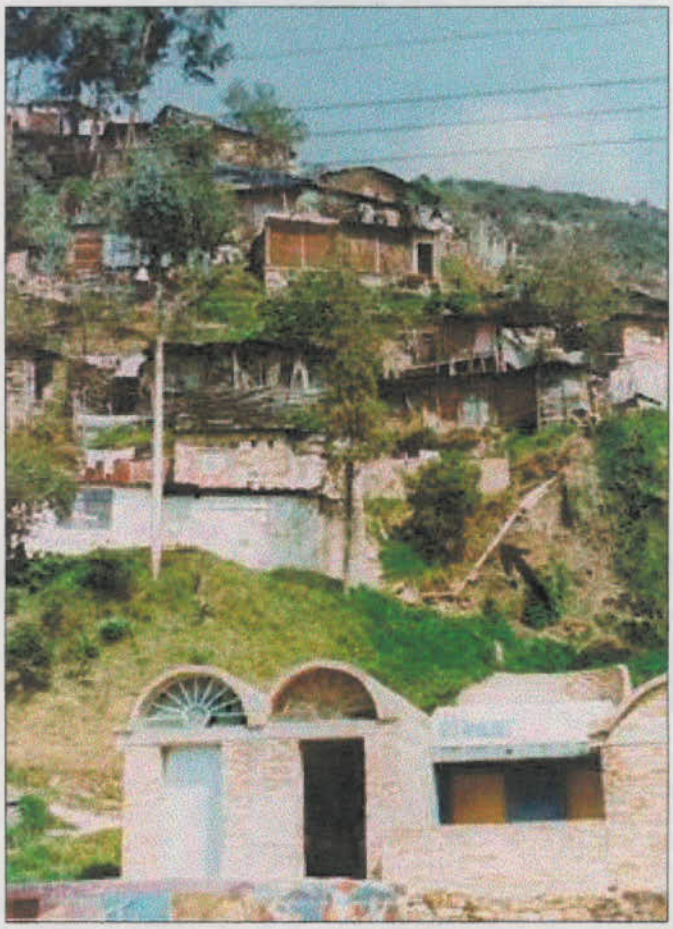


FOTO No. 9 **FECHA :** Mar-98 **TOMADA POR:** ALVARO GUTIÉRREZ L.

LOCALIZACIÓN: BARRIO LAS MALVINAS

DESCRIPCIÓN: Condiciones de instalación de tubería sanitaria y procesos de erosión

ESTUDIOS Y DISEÑOS DE ESTABILIDAD DE TALUDES Y CONTROL DE EROSIÓN, Y MANEJO DE AGUAS PARA LA ESTABILIZACIÓN DE DIFERENTES SITIOS EN LA CIUDAD DE SANTA FE DE BOGOTÁ

SITIO : SAN MARTÍN DE LOBA

REGISTRO FOTOGRÁFICO

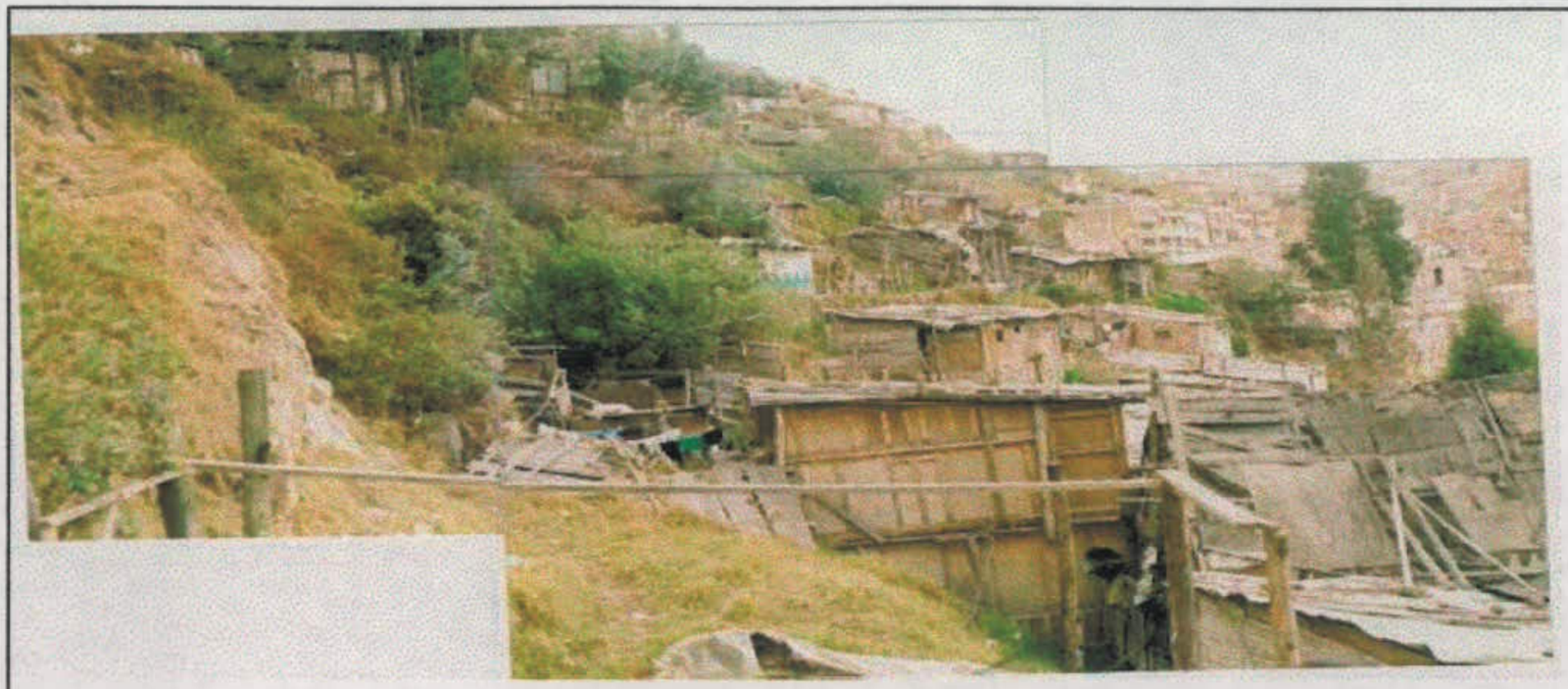


FOTO No. 10 a 11 **FECHA :** Mar-98 **TOMADA POR:** ALVARO GUTIÉRREZ L.

LOCALIZACIÓN: BARRIO LAS MALVINAS

DESCRIPCIÓN: Detalle del tipo de vivienda y ubicación sobre terreno quebrado. Vista de Sur a Norte.

ESTUDIOS Y DISEÑOS DE ESTABILIDAD DE TALUDES Y CONTROL DE EROSIÓN Y MANEJO DE AGUAS PARA LA ESTABILIZACION DE DIFERENTES SITIOS EN LA CIUDAD DE SANTA FE DE BOGOTA

SITIO : SAN MARTIN DE LOBA

REGISTRO FOTOGRÁFICO



FOTO No. 12 - 13 **FECHA :** Mar-98 **TOMADA POR:** ALVARO GUTIÉRREZ L.

LOCALIZACIÓN: LAS MALVINAS

DESCRIPCIÓN: Detalle típico de vivienda y ubicación sobre terreno quebrado. Vista de Sur a Norte

ESTUDIOS Y DISEÑOS DE ESTABILIDAD DE TALUDES Y CONTROL DE EROSIÓN, Y MANEJO DE AGUAS PARA LA ESTABILIZACIÓN DE DIFERENTES SITIOS EN LA CIUDAD DE SANTA FE DE BOGOTÁ

SITIO : SAN MARTÍN DE LOBA

REGISTRO FOTOGRÁFICO



FOTO No. 14 - 15 **FECHA :** Mar-98 **TOMADA POR:** ALVARO GUTIÉRREZ L.

LOCALIZACIÓN: LAS MALVINAS

DESCRIPCIÓN: Características topográficas, clases de viviendas. En primer plano se gana espacio mediante rellenos y muros de contención. Vista de Sur a Norte.

ESTUDIOS Y DISEÑOS DE ESTABILIDAD DE TALUDES Y CONTROL DE EROSIÓN, Y MANEJO DE AGUAS PARA LA ESTABILIZACIÓN DE DIFERENTES SITIOS EN LA CIUDAD DE SANTA FE DE BOGOTÁ

SITIO : SAN MARTÍN DE LOBA

REGISTRO FOTOGRÁFICO



FOTO No. 16 a 18 **FECHA :** Mar-98 **TOMADA POR:** ALVARO GUTIÉRREZ L.

LOCALIZACIÓN: BARRIO LAS MALVINAS - SAN MARTÍN DE LOBA

DESCRIPCIÓN: Ladera escarpada protegida con rastrojo. Se señalan viviendas todas en madera; generan espacios mediante rellenos y muros de bajas especificaciones constructivas. El fondo y costado derecho corresponde al barrio San Martín de Loba. Vista de Sur a Norte.

0001128

ESTUDIOS Y DISEÑOS DE ESTABILIDAD DE TALUDES Y CONTROL DE EROSIÓN Y MANEJO DE AGUAS PARA LA ESTABILIZACION DE DIFERENTES SITIOS EN LA CIUDAD DE SANTA FE DE BOGOTA

SITIO : SAN MARTIN DE LOBA

REGISTRO FOTOGRÁFICO

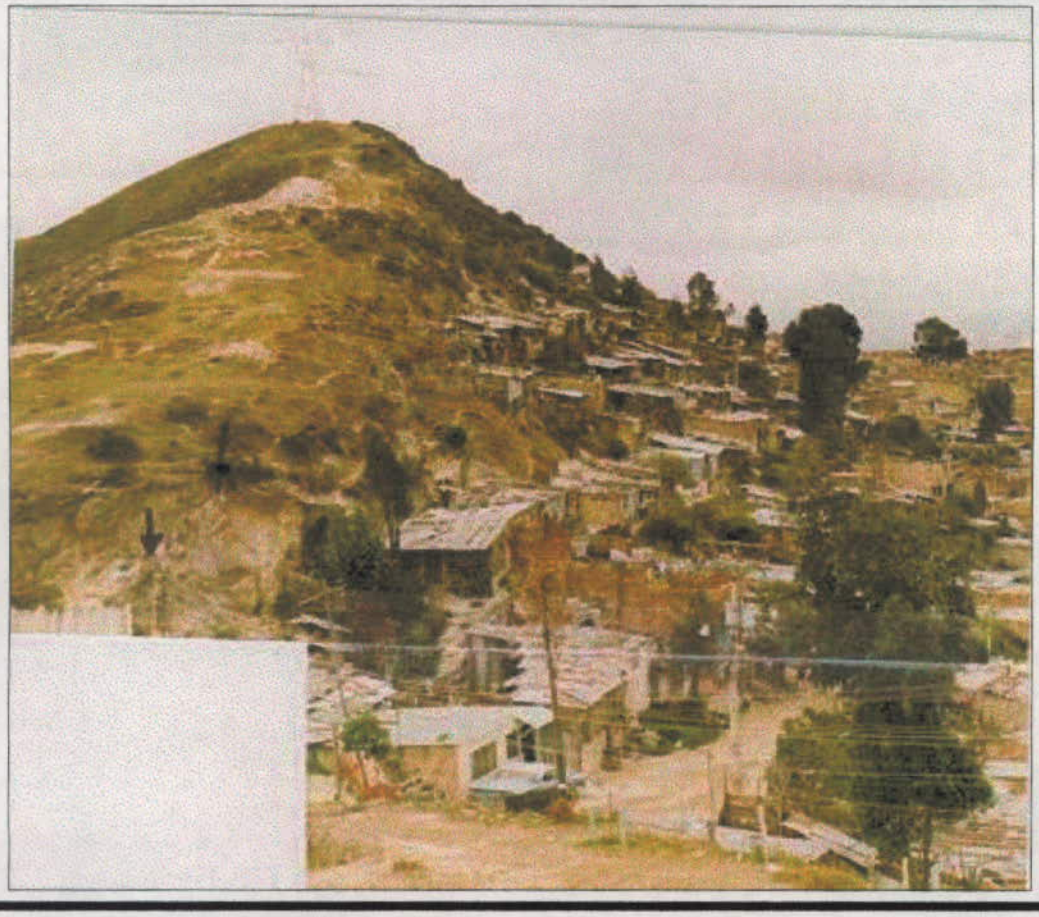


FOTO No. 19 - 20 **FECHA :** Mar-98 **TOMADA POR:** ALVARO GUTIÉRREZ L.

LOCALIZACIÓN: LAS MALVINAS

DESCRIPCIÓN: Se señalan afloramientos de arenisca y el buzamiento. Características topográficas y del tipo de viviendas.

ESTUDIOS Y DISEÑOS DE ESTABILIDAD DE TALUDES Y CONTROL DE EROSIÓN, Y MANEJO DE AGUAS PARA LA ESTABILIZACIÓN DE DIFERENTES SITIOS EN LA CIUDAD DE SANTA FE DE BOGOTÁ

SITIO : SAN MARTÍN DE LOBA

REGISTRO FOTOGRÁFICO

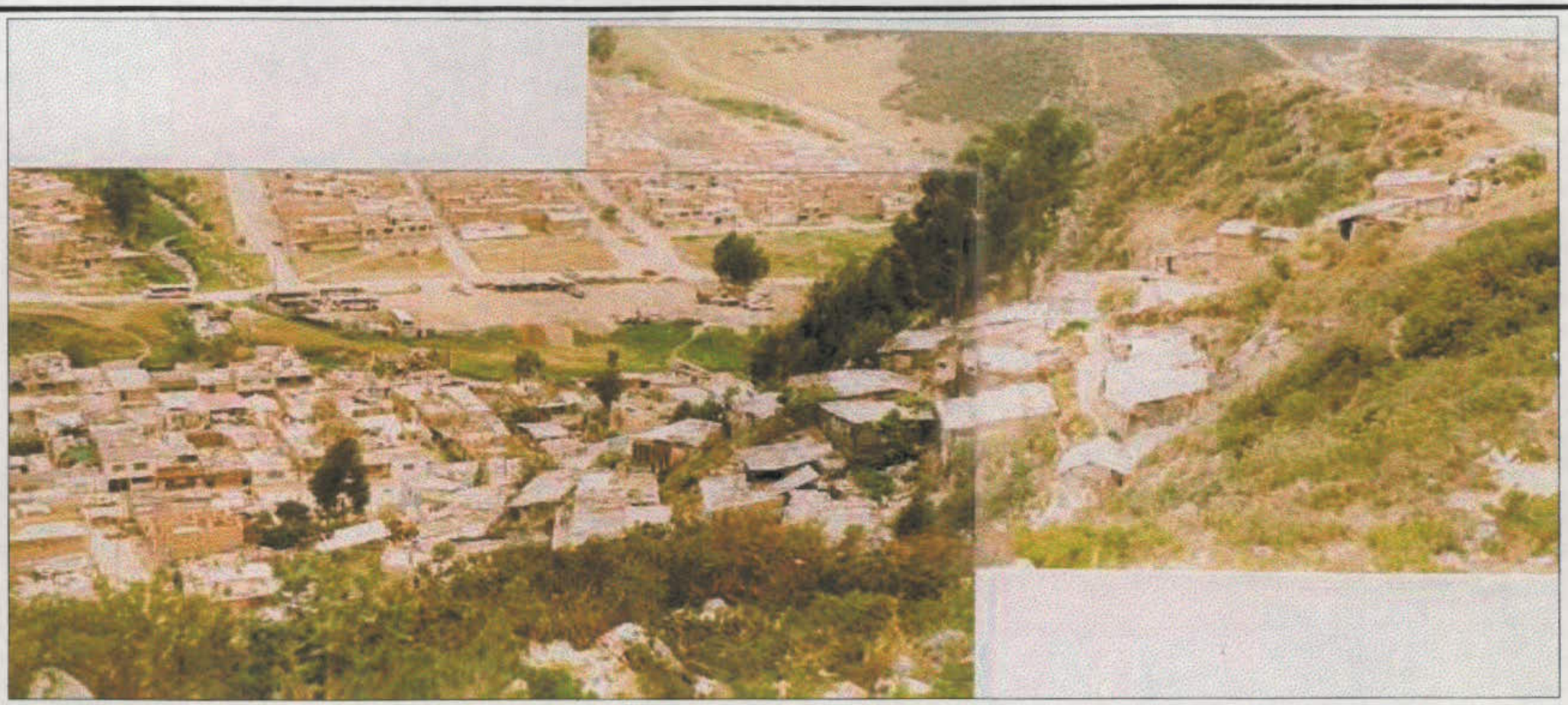


FOTO No. 21 - 22 **FECHA :** Mar-98 **TOMADA POR:** ALVARO GUTIÉRREZ L.

LOCALIZACIÓN: BARRIO LAS MALVINAS

DESCRIPCIÓN: Condiciones de relieve y de la construcción de viviendas. Vista de Norte a Sur.

ESTUDIOS Y DISEÑOS DE ESTABILIDAD DE TALUDES Y CONTROL DE EROSIÓN Y MANEJO DE AGUAS PARA LA ESTABILIZACION DE DIFERENTES SITIOS EN LA CIUDAD DE SANTA FE DE BOGOTA

SITIO : SAN MARTIN DE LOBA

REGISTRO FOTOGRÁFICO

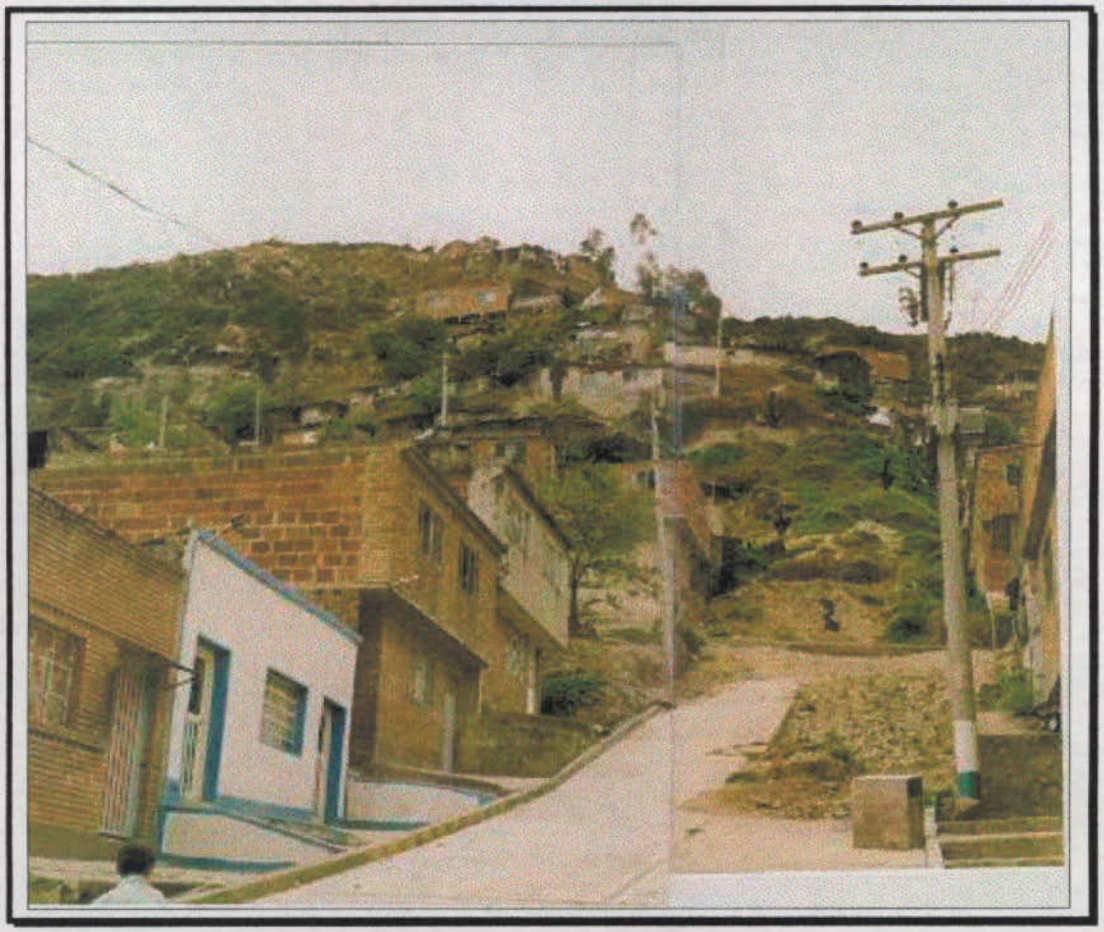


FOTO No. 23 - 24 **FECHA :** Mar-98 **TOMADA POR:** ALVARO GUTIÉRREZ L.

LOCALIZACIÓN: LAS MALVINAS

DESCRIPCIÓN: Se señalan fenómenos de reptación, erosión y escurrimiento de suelos

ESTUDIOS Y DISEÑOS DE ESTABILIDAD DE TALUDES Y CONTROL DE EROSIÓN Y MANEJO DE AGUAS PARA LA ESTABILIZACION DE DIFERENTES SITIOS EN LA CIUDAD DE SANTA FE DE BOGOTA

SITIO : SAN MARTIN DE LOBA

REGISTRO FOTOGRÁFICO

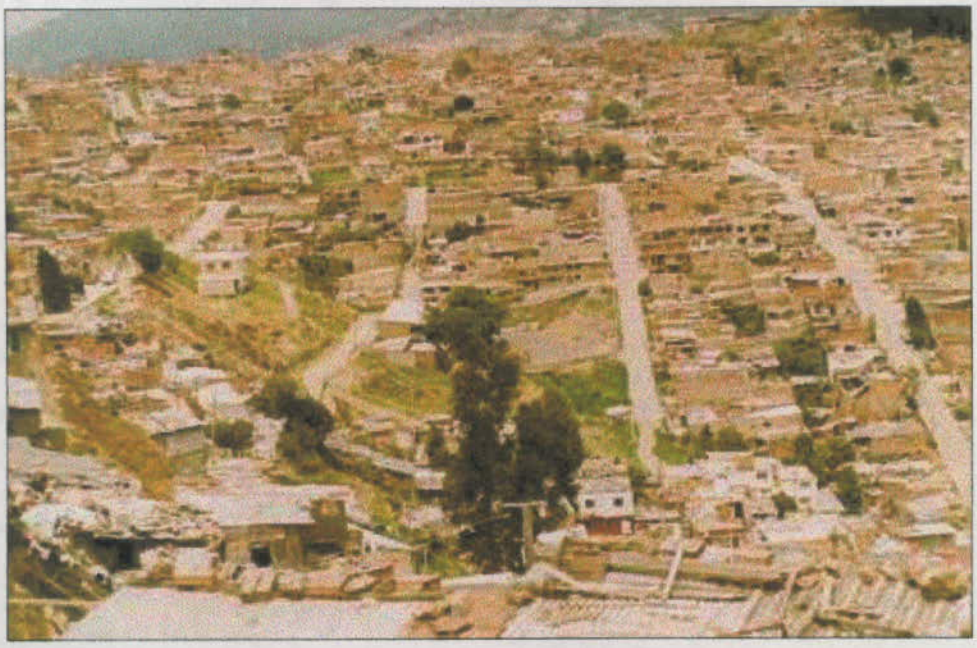


FOTO No. 25 **FECHA :** Mar-98 **TOMADA POR:** ALVARO GUTIÉRREZ L.

LOCALIZACIÓN: SAN MARTÍN DE LOBA

DESCRIPCIÓN: Panorámica del barrio San Martín de Loba

ESTUDIOS Y DISEÑOS DE ESTABILIDAD DE TALUDES Y CONTROL DE EROSIÓN Y MANEJO DE AGUAS PARA LA ESTABILIZACION DE DIFERENTES SITIOS EN LA CIUDAD DE SANTA FE DE BOGOTA

SITIO : SAN MARTIN DE LOBA

REGISTRO FOTOGRÁFICO

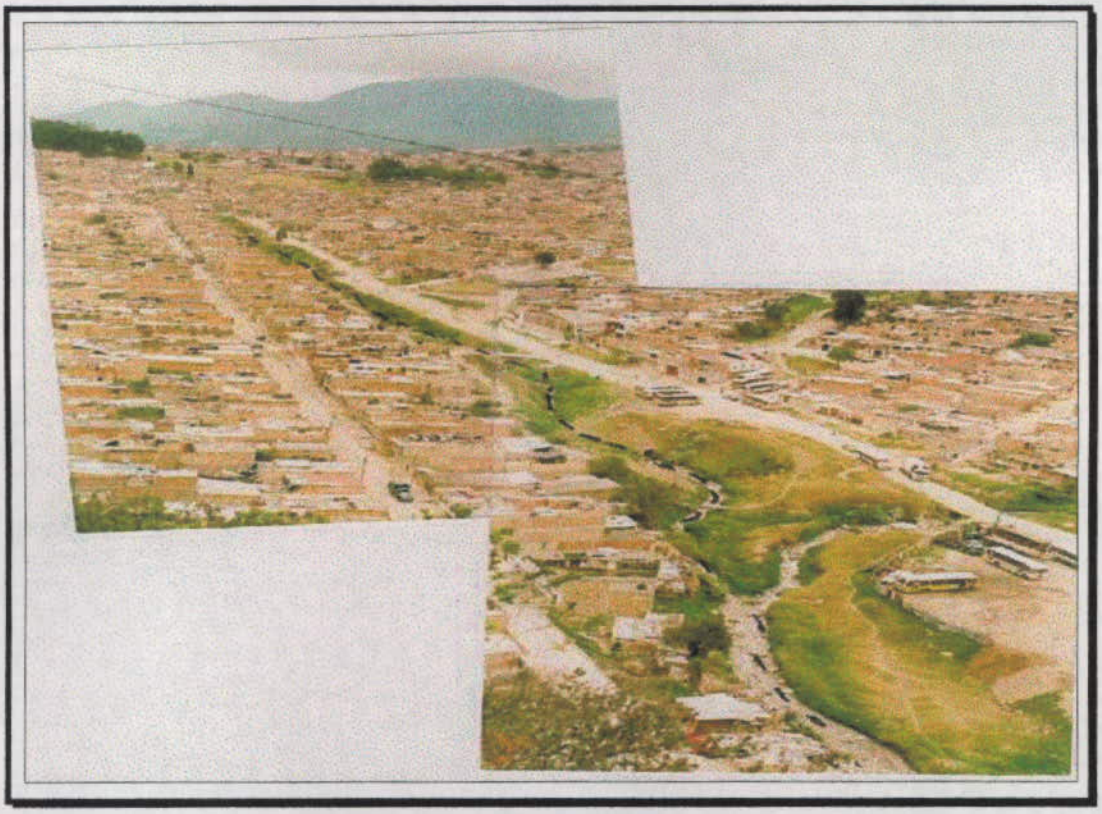


FOTO No. 26 - 27 **FECHA :** Mar-98 **TOMADA POR:** ALVARO GUTIÉRREZ L.

LOCALIZACIÓN: SAN MARTÍN DE LOBA

DESCRIPCIÓN: Panorámica del barrio San Martín de Loba. Se señala Quebrada Las Mercedes la cual está siendo canalizada.

ESTUDIOS Y DISEÑOS DE ESTABILIDAD DE TALUDES Y CONTROL DE EROSIÓN Y MANEJO DE AGUAS PARA LA ESTABILIZACION DE DIFERENTES SITIOS EN LA CIUDAD DE SANTA FE DE BOGOTA

SITIO : SAN MARTIN DE LOBA

REGISTRO FOTOGRÁFICO

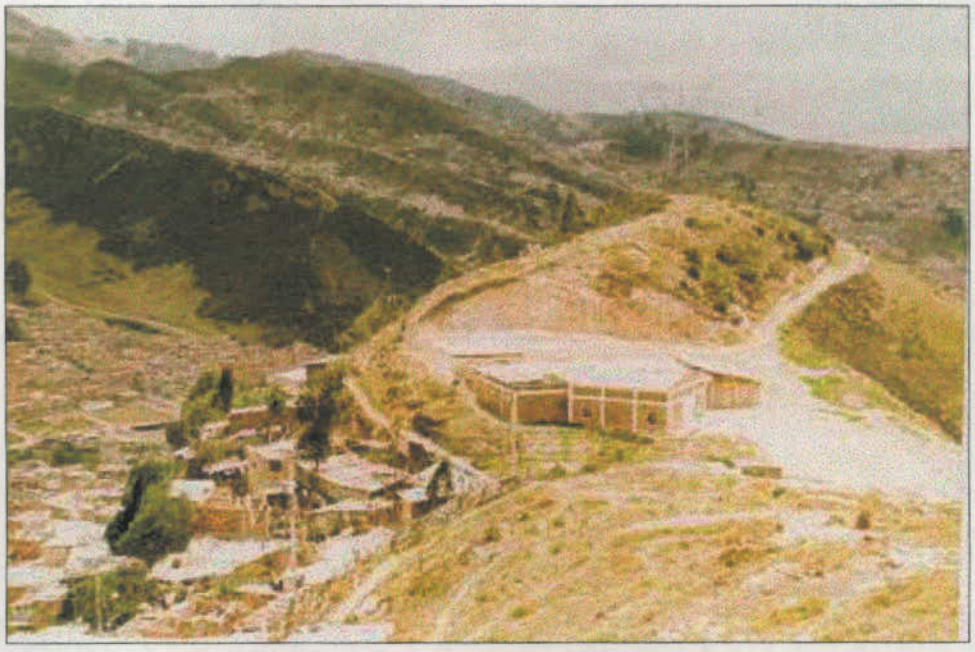


FOTO No. 28 **FECHA :** Mar-98 **TOMADA POR:** ALVARO GUTIÉRREZ L.

LOCALIZACIÓN: LAS MALVINAS

DESCRIPCIÓN: Salón Comunal del Barrio Las Malvinas

ESTUDIOS Y DISEÑOS DE ESTABILIDAD DE TALUDES Y CONTROL DE EROSIÓN Y MANEJO DE AGUAS PARA LA ESTABILIZACION DE DIFERENTES SITIOS EN LA CIUDAD DE SANTA FE DE BOGOTA

SITIO : SAN MARTIN DE LOBA

REGISTRO FOTOGRÁFICO

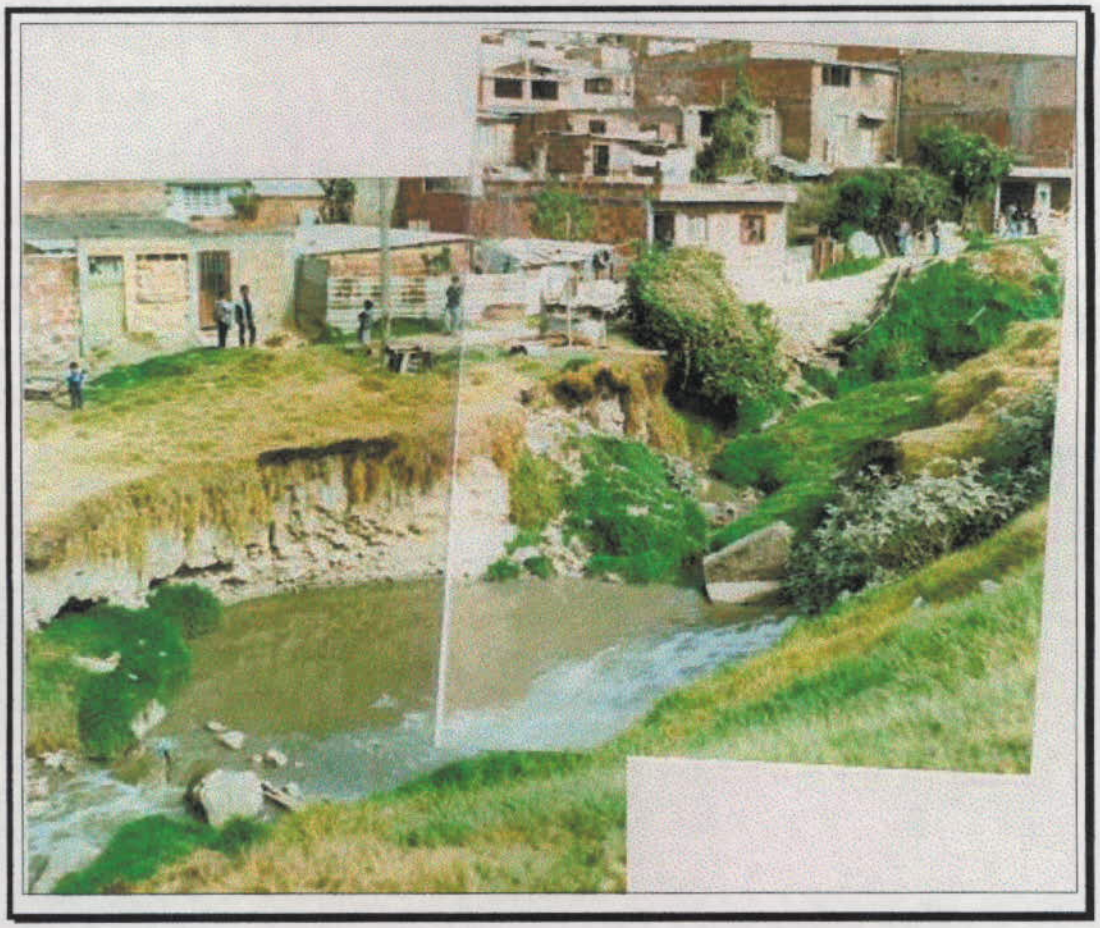


FOTO No. 29 - 30 **FECHA :** Mar-98 **TOMADA POR:** ALVARO GUTIÉRREZ L.

LOCALIZACIÓN: SAN MARTÍN DE LOBA

DESCRIPCIÓN: Quebrada Las Mercedes; características del cauce.

ESTUDIOS Y DISEÑOS DE ESTABILIDAD DE TALUDES Y CONTROL DE EROSIÓN Y MANEJO DE AGUAS PARA LA ESTABILIZACION DE DIFERENTES SITIOS EN LA CIUDAD DE SANTA FE DE BOGOTA

SITIO : SAN MARTIN DE LOBA

REGISTRO FOTOGRÁFICO

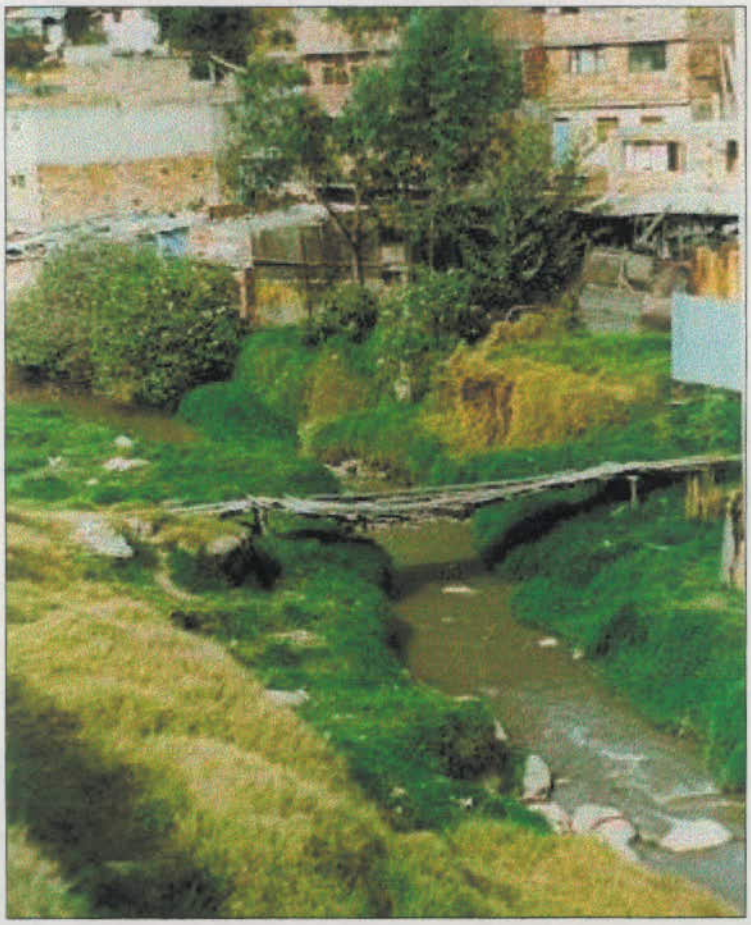


FOTO No. 31 **FECHA :** Mar-98 **TOMADA POR:** ALVARO GUTIÉRREZ L.

LOCALIZACIÓN: BARRIO SAN MARTÍN DE LOBA

DESCRIPCIÓN: Quebrada Las Mercedes carcterísticas del cauce

ESTUDIOS Y DISEÑOS DE ESTABILIDAD DE TALUDES Y CONTROL DE EROSIÓN Y MANEJO DE AGUAS PARA LA ESTABILIZACION DE DIFERENTES SITIOS EN LA CIUDAD DE SANTA FE DE BOGOTA

SITIO : SAN MARTIN DE LOBA

REGISTRO FOTOGRÁFICO



FOTO No. 32 **FECHA :** Mar-98 **TOMADA POR:** ALVARO GUTIÉRREZ L.

LOCALIZACIÓN: LAS MALVINAS

DESCRIPCIÓN: Condiciones fisicas y geométricas de las vías

ESTUDIOS Y DISEÑOS DE ESTABILIDAD DE TALUDES Y CONTROL DE EROSIÓN Y MANEJO DE AGUAS PARA LA ESTABILIZACION DE DIFERENTES SITIOS EN LA CIUDAD DE SANTA FE DE BOGOTA

SITIO : SAN MARTIN DE LOBA

REGISTRO FOTOGRÁFICO

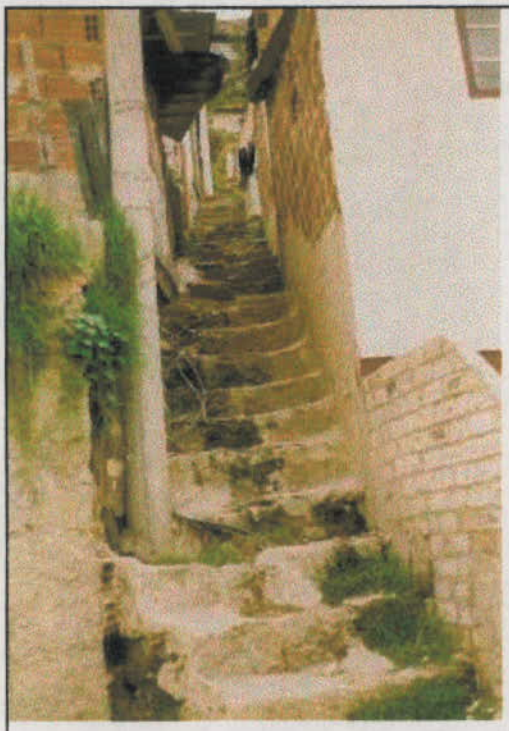


FOTO No. 33 **FECHA :** Mar-98 **TOMADA POR:** ALVARO GUTIÉRREZ L.

LOCALIZACIÓN: BARRIO LAS MALVINAS

DESCRIPCIÓN: Aspectos Geométricos de los accesos peatonales

LISTA DE PLANOS

PLANO No. 1	MAPA BASE
PLANO No. 2	GEOLOGÍA Y GEOMORFOLOGÍA
PLANO No. 3	USOS ACTUALES DE LA TIERRA
PLANO No. 4	MAPA DE PENDIENTES
PLANO No. 5	SOLUCIONES PROPUESTAS ALTERNATIVA 1 - SECTORES PARA DESARROLLO URBANO PERFILES TÍPICOS
PLANO No. 6	SOLUCIONES PROPUESTAS ALTERNATIVA 1 - DISTRIBUCIÓN ESPACIAL PERFILES TÍPICOS
PLANO No. 7	SOLUCIONES PROPUESTAS ALTERNATIVA 2 - DISTRIBUCIÓN ESPACIAL PERFILES TÍPICOS
PLANO No. 8	ESQUEMAS TÍPICOS DE OBRAS Y ESTRUCTURAS