No IMPRIMIR

PORTADA

No IMPRIMIR

METADATO

RESUMEN.

El Fondo de Prevención y Atención de Emergencias - FOPAE a través de la Dirección de Prevención y Atención de Emergencias del Distrito - DPAE suscribió el Contrato de Consultoría No. 541 de 2005 con el CONSORCIO IGR, conformado por EDGAR EDUARDO RODRÍGUEZ GRANADOS e INGENIERÍA Y GEORIESGOS LTDA, la elaboración del "Estudio de riesgos por fenómenos de remoción en masa, evaluación de alternativas de mitigación y diseños detallados de las medidas recomendadas en el sector La Isla, del barrio Juan Pablo II, ubicado en la Localidad de Ciudad Bolívar, en Bogotá, D.C." contrato iniciado a partir del 5 de diciembre de 2005 con una duración de tres meses y finalizando el 5 de marzo de 2005.

La zona se enmarca, sobre terrenos dejados por la explotación de antiguas canteras y en rellenos antrópicos. Los principales fenómenos de inestabilidad en el sector corresponden a caída de rocas en una zona de escarpe y a deslizamientos poco profundos que se presentan en las zonas de alta pendiente donde se han realizado cortes para la construcción de viviendas.

De acuerdo a las visitas de campo desarrolladas con los especialistas se identificaron dos zonas por sus condiciones de inestabilidad:

- La Zona A corresponde afloramientos rocosos, originados en actividades extractivas en los que se han presentando caída de bloques, y no se presenta cobertura vegetal. Corresponde a un área inferior al 1% de la zona en estudio, y posee ángulos de inclinación entre 45º y 90º.

- La Zona B constituida principalmente por rellenos de diferentes génesis, y sobre la cual se localizaron viviendas y vías del sector. Poseen ángulos de inclinación inferiores a los 45º cuando no se encuentra cubierta por estructuras de concreto (pavimentos y escaleras de acceso). Morfológicamente está definida por las actividades extractivas ejecutadas con anterioridad a la invasión de estos terrenos, mostrando una zona de meseta a la altura de la calle 67C Sur.

La zona de acuerdo al Estudio de Microzonificación Sísmica de Bogotá se ubica hacia lo que se conoce como Zona 1 – Cerros. Para esta zona el parámetro Am tiene un valor de 0,24, el cual debe ser utilizado para los análisis de estabilidad. En cuanto al sistema de fallas, cerca de la zona de estudio se encuentra la "Falla Juan Pablo II" en sentido N75W.

Se encuentra sobre una secuencia sedimentaria que hace parte del flanco occidental del Sinclinal de Usme y en la que predominan areniscas amarillas dispuestas en capas gruesas (más de 3 metros de espesor) suprayacidas por lodolitas que conforman la Parte media de la Formación Guaduas.

Los procesos tectónicos se relacionan con fallas de rumbo, con orientación cercana a E-W ortogonales a la Falla del Mochuelo

La zona se ubica en una forma de ladera estructural desarrollada sobre areniscas. Hace parte del Piedemonte sur de la Sabana de Bogotá y presenta una morfología con pendientes naturales que varían entre 5 y 20º y sectores sometidos previamente a extracción con pendientes sub-verticales, con taludes de máximo 12 metros de altura).

La ladera tenía una inclinación promedio de 25-30º y conformaba una zona más escarpada que las geoformas adyacentes. Probablemente, el hecho de tener más inclinación facilitó su escogencia como zona de extracción de materiales de construcción, labor que fue adelantada mediante cortes aproximadamente paralelos al rumbo de las capas en las partes media y alta de la ladera. Como consecuencia de estas actividades, se crearon condiciones cinemáticas para la desestabilización de pequeñas porciones de macizo rocoso por la creación de escarpes antrópicos sub-verticales sobre rocas sometidas a esfuerzos (voladuras) que disminuyeron sus características de resistencia

El uso del suelo en la zona pertenece directamente a viviendas de uno y dos pisos en un 95% aproximadamente.

En el sitio explorado se detectaron los siguientes materiales: *relleno* con matriz generalmente arenosa de colores amarillentos y grises, generalmente matriz soportados, *coluvión* matriz-soportado reciente proveniente del deslizamiento de suelos residuales arcillosos, *lodolitas* multicolores laminadas, *arenisca cuarzosa* bien cementadas, de grano medio a muy grueso.

La zona presenta antecedentes históricos de intervención minera pero no se evidencia procesos geomorfológicos actuales activos, con un cubrimiento del orden del 90% de viviendas consolidadas, obras de urbanismo y vías pavimentadas. Los espesores de suelo existentes no superan en la mayoría de la zona los dos metros de espesor y la roca de la Formación Guaduas aflora en varios puntos con pequeños espesores de coluvión antiguo.

De acuerdo con los resultados de la evaluación estructural realizada a través de la encuesta en la zona de estudio predomina la vivienda de tipología B3 es decir construcciones de mala calidad en mampostería no confinada con uno o dos niveles construidos, le sigue las viviendas de mampostería de buena calidad y en un porcentaje bajo las viviendas en material de recuperación y/ madera, así como prefabricadas (1).

La densidad de población en el área de trabajo es del orden de 4.67 habitantes por vivienda, valor promedio para el existente en la ciudad y aceptable para el área habitable de las viviendas.

Se evaluó la amenaza mediante la Metodología SES, el cual contempla 8 variables de análisis como tipo de materiales, factor antrópico, relieve, drenaje, uso del suelo, clima, erosión y condiciones de sismo. Se identificaron 11 zonas las cuales se dividieron en 25 subzonas. La valoración final de estas variables permitió determinar dos zonas de amenaza media y baja. No se determinó amenaza alta.

La vulnerabilidad fue evaluada teniendo en cuenta la resistencia y exposición del elemento que en este caso de análisis fue las viviendas. De esta forma se identificaron en total 2 predios en vulnerabilidad alta, 47 en vulnerabilidad media y 31 en vulnerabilidad baja. Se encontraron 5 lotes.

El riesgo puede definirse como el conjunto de daños y perdidas que pueden presentarse en caso de ocurrir una emergencia en la zona, evaluándose finalmente como la multiplicación de la amenaza, la vulnerabilidad y el valor del bien de análisis. La valoración final determinó 60 predios en riesgo bajo, 20 predios en riesgo medio y ninguno en riesgo alto

INDICE DE TABLAS

Pág.

Tabla 1-1 Fotografías Aéreas recopiladas 22
Tabla 2-1 Listado de coordenadas de los puntos de amarre 35
Tabla 2-2 Puntos de la poligonal primaria, secundaria y auxiliar 35
Tabla 3-1 Precipitación media mensual multianual – series históricas (mm) 42
Tabla 3-2 Valores medios mensuales multianuales de variables climatológicas 42
Tabla 4-1 Fotografías utilizadas en el análisis multitemporal 57
Tabla 6-1 Profundidades de sondeos 68
Tabla 6-2 Profundidades de apiques 68
Tabla 6-3 Cantidades de ensayos de laboratorio realizados 68
Tabla 7-1 Calificación de estabilidad 71
Tabla 7-2 Categorización de amenaza 71
Tabla 7-3 Análisis por material – M 74
Tabla 7-4 Factor antrópico – A 74
Tabla 7-5 Análisis de pendientes por zona 75
Tabla 7-6 Relieve - R 75
Tabla 7-7 Uso del suelo y cobertura - U 76
Tabla 7-8 Lluvia crítica 78
Tabla 7-9 Erosión – E 79
Tabla 7-10 Amenaza por subzonas 80
Tabla 9-1 Intensidades de daño según el DRM. 88
Tabla 9-2 Matriz de daño (Leone, 1996) 89
Tabla 9-3 Valores de alfa (?) 90
Tabla 9-4 Valor cualitativo y cuantitativo de la Vulnerabilidad 90
Tabla 9-5 Matriz de valoración del riesgo (perdida esperadas %) 91
Tabla 10-1 Lista de precios unitarios 94
Tabla 10-2 Presupuesto 95
Tabla 10-3 Cronograma de proyecto 96

INDICE DE FIGURAS

Pág.

Figura 1-1 Localización general 19

Figura 1-2 Clasificación Zonal 21

Figura 2-1 Nube de puntos 36

Figura 3-1 Localización de estaciones y patrón de distribución de precipitación media (Ingeominas 2002) 44

Figura 3-2 Distribución intraanual de precipitación 45

Figura 3-3 Temperatura del aire 46

Figura 3-4 Variación de humedad relativa 46

Figura 3-5 Variación brillo solar 47

Figura 3-6 Variación evaporación 47

Figura 3-7 Delimitación de la cuenca en el área de estudio 48

Figura 4-1 Marco Geológico Regional del área de estudio (Tomado de Upes, 1999), con modificaciones a partir de este estudio y otros de Georiesgos (inclusión de la F. de Juan Pablo II, del carácter tumbado del anticlinal, etc.) 58

Figura 6-1 Localización de exploración 69

Figura 7-1 Zonas y subzonas de análisis 73

Figura 9-1 Tipología de vivienda 84

Figura 9-2 Número de pisos por vivienda 84

Figura 9-3 Año de construcción por vivienda 85

Figura 9-4 Ingreso mensual por vivienda 86

Figura 9-5 Número de habitantes por vivienda 87

Figura 9-6 Número de niños por vivienda 87

TABLA DE CONTENIDO

Pág.

GLOSARIO **12**

SÍMBOLOS Y ABREVIATURAS **14**

INTRODUCCIÓN **16**

OBJETIVO **17**

ALCANCE DEL ESTUDIO **18**

1 GENERALIDADES **19**

1.1 LOCALIZACIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO **19**
1.2 RECOPILACIÓN DE INFORMACIÓN **22**
1.2.1 INSTITUTO GEOGRÁFICO AGUSTÍN CODAZZI - IGAC 22
1.2.2 EMPRESA DE ACUEDUCTO Y ALCANTARILLADO DE BOGOTÁ 22
1.2.3 CORPORACIÓN AUTÓNOMA REGIONAL – CAR 22
1.2.4 DEPARTAMENTO ADMINISTRATIVO DE PLANEACIÓN DISTRITAL - DAPD 23
1.2.5 DEPARTAMENTO ADMINISTRATIVO DE CATASTRO DISTRITAL - DACD 23
1.2.6 DIRECCIÓN DE PREVENCIÓN Y ATENCIÓN DE EMERGENCIAS 23
1.2.7 OTROS DOCUMENTOS 32

2 LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO **33**

2.1 METODO DE TRABAJO **33**
2.2 DESCRIPCIÓN DE LA POLIGONAL DE AMARRE **33**
2.3 LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO DEL ÁREA **34**
2.3.1 DESCRIPCIÓN DE LA POLIGONAL PRINCIPAL Y SECUNDARIA 34

3 CLIMA, HIDROLOGIA, HIDRAULICA Y SISMOLOGÍA **37**

3.1 CLIMA, HIDROLOGÍA, HIDRAULICA **37**
3.2 CLIMA **37**
3.2.1 INFORMACIÓN DISPONIBLE 37
3.2.2 PRECIPITACIÓN MEDIA 38
3.2.3 TEMPERATURA DEL AIRE 39
3.2.4 HUMEDAD RELATIVA 39
3.2.5 BRILLO SOLAR 39
3.2.6 EVAPORACIÓN 39
3.3 HIDROLÓGICA E HIDRÁULICA **40**

3.4 SISMOLOGÍA 41

4 ESTUDIO GEOLÓGICO Y GEOMORFOLÓGICO 49

4.1 ASPECTOS DE GEOLOGÍA REGIONAL 49
4.2 ESTRATIGRAFÍA 49
4.3 GEOLOGÍA ESTRUCTURAL 50
4.4 GEOLOGÍA LOCAL 50
4.4.1 UNIDADES ROCA/SUELO 51
4.4.2 ESTRUCTURAL 53
4.5 GEOMORFOLOGÍA 53
4.5.1 MORFOESTRUCTURAL 53
4.5.2 MORFODINÁMICA 55
4.6 ANTECEDENTES HISTÓRICOS DE PROCESOS DENUDACIONALES 56
4.6.1 VUELO C604 (FOTO 018) DE 1951. 56
4.6.2 VUELO R1131 (FOTO 025) DE 1977. 57
4.6.3 VUELO R1153 (FOTO 256) DE 1990. 57
4.6.4 VUELO C2717 (FOTO 114) DE 2004. 57

5 COBERTURA VEGETAL Y USOS DEL SUELO 64

5.1 CATEGORIAS DE CLASIFICACIÓN 64
5.1.1 ÁREAS URBANAS CONSOLIDADAS (ZUP) 64
5.1.2 AREAS URBANAS SIN PAVIMENTAR (ZUSP) 64
5.1.3 PASTOS O VEGETACIÓN HERBÁCEA (PN) 64
5.1.4 ERIALES (E) 65
5.2 CONDICIONES DE LA URBANIZACIÓN 65

6 CARACTERIZACIÓN GEOTÉCNICA 66

6.1 EXPLORACIÓN DEL SUBSUELO 66
6.1.1 SONDEOS MECÁNICOS, APIQUES Y TRINCHERAS 66
6.1.2 PRUEBAS DE CAMPO 67
6.2 ENSAYOS DE LABORATORIO 67
6.3 MATERIALES 67
6.3.1 MATERIAL 1 (RELLENO ANTRÓPICO) 67
6.3.2 MATERIAL 2 (DEPÓSITO COLUVIAL) 67
6.3.3 MATERIAL 3 (FORMACIÓN GUADUAS (LODOLITAS)) 67
6.3.4 MATERIAL 4 (FORMACIÓN GUADUAS (ARENISCAS)) 68

7 EVALUACIÓN DE AMENAZA POR FRM 70

7.1 INTRODUCCIÓN 70
7.2 METODOLOGÍA SES 70
7.3 ANALISIS 72

7.3.1 TIPO DE MATERIAL - M....72
7.3.2 FACTOR ANTRÓPICO - A....74
7.3.3 RELIEVE – R....75
7.3.4 DRENAJE – D. 76
7.3.5 CLIMA - C....76
7.3.6 EROSIÓN – E....78
7.3.7 SISMO – S....79
7.4 RESULTADOS FINALES 79

8 INVENTARIO DE VIVIENDAS....81

8.1 INFORMACION PRIMARIA....81
8.2 INVENTARIO DE VIVIENDAS 81

9 ANÁLISIS DE VULNERABILIDAD Y RIESGO....82

9.1 ANALISIS DE VULNERABILIDAD 82
9.1.1 TIPOS DE VULNERABILIDAD....82
9.1.2 LÍNEA BASE PARA EL ANÁLISIS 83
9.1.3 VULNERABILIDAD SOCIAL....85
9.1.4 VULNERABILIDAD FÍSICA....88
9.2 ANÁLISIS DE RIESGO....90
9.2.1 INTRODUCCIÓN....90
9.2.2 ANÁLISIS....91

10 INTERVENCIÓN DE LA ZONA 93

10.1 EVALUACIÓN DEL PROBLEMA 93
10.2 INTERVENCIÓN DEL PROBLEMA....93
10.3 DISEÑO DETALLADO DE OBRAS 94
10.4 PRECIOS UNITARIOS 94
10.5 ESPECIFICACIONES TÉCNICAS 94
10.6 CANTIDADES DE OBRA Y PRESUPUESTO....94
10.7 ESTUDIO DE VIABILIDAD DE OBRAS....95
10.8 RECOMENDACIONES DEL USOS DEL SUELO 95
10.9 PRIORIDADES DE EJECUCIÓN Y SECUENCIA CONSTRUCTIVA....95
10.10 RECOMENDACIONES DE PROCESOS CONSTRUCTIVOS....95
10.11 CRONOGRAMA DE PROYECTO....96
10.12 CONDICIONES DE PROYECTO....96
10.13 MANUAL DE MANTENIMIENTO....96

11 PLAN DE GESTIÓN SOCIAL....98

11.1 INTRODUCCIÓN....98
11.2 FASES DEL PLAN DE GESTIÓN SOCIAL 100

11.2.1 FASE I: SOCIALIZACIÓN DEL PROYECTO DE CONSULTORÍA:.....100
11.2.2 REUNIONES CON LA COMUNIDAD:.....100
11.2.3 EVALUACIÓN DE CONDICIONES SOCIALES Y ECONÓMICAS DE LA COMUNIDAD. 103

12 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....109

12.1 CONCLUSIONES.....109
12.2 RECOMENDACIONES.....110

13 LIMITACIONES.....109

14 BIBLIOGRAFÍA.....112

LISTA DE ANEXOS

ANEXO 1 INFORMACIÓN DEPARTAMENTO ADMINISTRATIVO DE PLANEACIÓN DISTRITAL

ANEXO 2 PLANCHA CATASTRO L46A

ANEXO 3 CARTERA DE PUNTOS DE TOPOGRAFÍA

ANEXO 4 REGISTROS DE PERFORACION, APIQUES Y TRINCHERAS

ANEXO 5 FORMATO INVENTARIO DE VIVIENDAS FOPAE

ANEXO 6 FORMATOS INVENTARIO DE VIVIENDAS DILIGENCIADOS

ANEXO 7 INVENTARIO DE VIVIENDAS DIGITALIZADO

ANEXO 8 ASPECTOS GEOLOGICOS

ANEXO 9 CALCULO DE CAUDALES

ANEXO 10 METODOLOGÍA SES – TABLAS DE EVALUACIÓN

ANEXO 11 ANÁLISIS DE VULNERABILIDAD Y RIESGO

ANEXO 12 PLAN DE CALIDAD

ANEXO 13 ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

ANEXO 14 ESPECIFICACIONES TÉCNICAS

LISTA DE PLANOS

PLANO 01.TOPOGRAFÍA.

PLANO 02.GEOLOGÍA.

PLANO 03.GEOMORFOLOGÍA.

PLANO 04.TIPOLOGÍA DE VIVIENDAS.

PLANO 05.AMENAZA.

PLANO 06.VULNERABILIDAD.

PLANO 07.RIESGO.

PLANO 08.USOS DEL SUELO.

PLANO 09.OBRAS.

GLOSARIO

Amenaza: probabilidad de que ocurra un evento potencialmente dañino en un área y un período de tiempo dados.

Arcillolita: Roca sedimentaria de origen detrítico. Es una roca compacta, sin fisilidad que está formada por partículas del tamaño de la arcilla.

Base topográfica: Mapa base que contiene información topográfica, utilizable para referenciar localizaciones de otros elementos, y la elaboración de mapas temáticos (mapas geológicos, estructurales, de uso de tierras, entre otros).

Buzamiento (geología general): Ángulo de inclinación que forma un filón, estructura o capa rocosa con un plano horizontal, medido perpendicularmente a la dirección o rumbo del filón.

Cauce: Canal por donde normalmente discurren las aguas de un río. El cauce es continuamente modificado por el caudal, la velocidad, la pendiente, la carga de sedimentos y el nivel de base local del río.

Clima: referente al periodo de retorno de lluvias asociado a la zona.

Cobertura: Un conjunto de datos asociados temáticamente y considerados como una unidad. Una cobertura usualmente representa un tema único, o corresponde a una capa de información tal como suelos, ríos, caminos, uso de la tierra, entre otros.

Cuencas hídricas: Se refiere a todas las cuencas determinadas por la divisoria de aguas, tanto superficiales como subterráneas.

Deslizamientos: El movimiento consiste de deformación por corte y desplazamiento

Drenaje. Referente a la cantidad de drenajes y pendientes del cauce.

Efectos antrópicos: densidad de vivienda y efectos de explotación de áreas adyacentes.

Erosión: el estado actual de la zona frente a los procesos de degradación por agentes externos.

Escarpe: Cualquier cara rocosa alta, de muy pendiente a perpendicular o en voladizo. El escarpe es usualmente producido por erosión y menos comúnmente se encuentran producidos por fallamiento.

Estabilidad (geotecnia): Resistencia de un estructura, talud o muro de contención a la falla por deslizamiento o colapso bajo condiciones normales, para las que fue diseñado.

Estrato: Capa de roca caracterizada por sus propiedades litológicas particulares y los atributos que la distinguen de las capas adyacentes.

Factor de riesgo: Cualquier elemento o fenómeno del ambiente de trabajo o acción que pueda causar un daño.

Flujos de tierra: El movimiento se caracteriza por la velocidad relativamente baja.

Geología: Ciencia que estudia la composición y la disposición de los materiales que constituyen la litosfera terrestre, su naturaleza, su situación y las causas o fenómenos que originan esa disposición y de los efectos de los agentes que la alteran.

Geomorfología: Ciencia que tiene por objeto el estudio y la explicación de las formas del relieve terrestre.

Levantamiento topográfico: Descripción y delineamiento un terreno en su configuración superficial.

Movimientos en masa: Caída de las rocas, una vez han sido fragmentadas (metorización), mediante diversos tipos de impulsos gravitacionales.

Nivel freático: Superficie en la zona de saturación de un acuífero libre sometido a la presión atmosférica.

Perfil: Es la secuencia y conjunto de horizontes de un suelo; corte vertical hecho en el suelo a fin de hacer un estudio.

Relieve: Referente a la pendiente del terreno.

Reptación: Es el movimiento lento e imperceptible del material

Riesgo: Es la combinación de la probabilidad de ocurrencia de un incidente o evento no deseado y de la severidad de sus consecuencias.

Sismo: análisis de estabilidad y actividad sísmica.

Sondeo: Operación que se efectúa con el fin de perforar el suelo, mediante la apertura de orificios de diámetro pequeño para la exploración.

Talud: Superficie inclinada del terreno en la base de un cerro o de una colina, donde se encuentra un depósito de detritos.

Tipo de materiales: referente al levantamiento geológico, reconocimiento geotécnico y a la información de exploración del subsuelo y ensayos de laboratorio. La metodología hace referencia a tres tipos de material: roca, material intermedio y suelo.

Usos del suelo. Referente al control de erosión y aguas de escorrentía superficial.

Vulnerabilidad: grado de debilidad o resistencia que presentan las personas, sus bienes y el mismo ambiente natural, frente a la ocurrencia de un fenómeno peligroso.

Vulnerabilidad: predisposición intrínseca de un sujeto o elemento a sufrir daño debido a posibles acciones externas.

Vulnerabilidad física: se expresa como una medida porcentual de los costos de las averías originadas por un agente destructor.

SÍMBOLOS Y ABREVIATURAS

kPa: kilo Pascal.

m: Metros.

Ha: Hectarea

w_N %: Humedad natural.

? **T/m^3:** peso unitario.

IL: Índice de Liquidez

N'_i: Número de golpes corregido para un esfuerzo de confinamiento de 1 kg/cm2.

C_N: Factor de ajuste para tener en cuenta el nivel de confinamiento.

? **$_1$:** Factor de corrección por caída del martillo.

? **$_2$:** Factor de corrección por longitud del sistema de varillas.

? **$_3$:** Factor de corrección por presencia de revestimiento interno.

? **$_4$:** Factor de corrección por diámetro de la perforación.

? **$_{eq}$:** ángulo de fricción equivalente.

c': Cohesión.

?**':** ángulo de fricción.

FS: Factor de seguridad

RQD: Rock Quality Designation.

SPT: Ensayos de penetración estándar

$P_{x\,16}$: valor medio de la precipitación en la estación de período corto, 16 años

$P_{l\,16}$: precipitación media en la estación de período largo, 16 años en este caso

P_l : precipitación media del período largo, en este caso 29 años

° C: grados centígrados.

m.s.n.m: metros sobre el nivel del mar.

mm: milímetros.

Vi : Valor inicial del bien (antes del evento).

Vf : Valor final del bien (después del evento):

ID: Índice de Daños.?

??es la dependencia o coeficiente de importancia del ID en la valoración del IVF.

PE: porcentaje de perdida esperada en la ventana de tiempo (escenario actual).

d: porcentaje de daño asociado a la resistencia y exposición del elemento.

p: probabilidad asociada al FRM potencialmente destructivo.

PEV: Perdida esperada de una vivienda.

Vs: Valor de las vivienda en pesos (millones).

INTRODUCCIÓN

El Fondo de Prevención y Atención de Emergencias - FOPAE a través de la Dirección de Prevención y Atención de Emergencias del Distrito - DPAE suscribió el Contrato de Consultoría No. 541 de 2005 con el CONSORCIO IGR, conformado por EDGAR EDUARDO RODRÍGUEZ GRANADOS e INGENIERÍA Y GEORIESGOS LTDA, la elaboración del "Estudio de riesgos por fenómenos de remoción en masa, evaluación de alternativas de mitigación y diseños detallados de las medidas recomendadas en el sector La Isla, del barrio Juan Pablo II, ubicado en la Localidad de Ciudad Bolívar, en Bogotá, D.C." contrato iniciado a partir del 5 de diciembre de 2005 con una duración de tres meses y finalizando el 5 de marzo de 2005.

OBJETIVO

El objetivo general del estudio es realizar la evaluación de alternativas de mitigación del riesgo y la realización de los diseños detallados de las medidas recomendadas en el sector La Isla del barrio Juan Pablo II, orientados a reducir el nivel de riesgo. Para este fin se utilizará como insumo toda la información cartográfica de amenaza, vulnerabilidad y riesgo de la zona, cuyos insumos son la geología, la geomorfología, la geotecnia e hidrología de la zona.

ALCANCE DEL ESTUDIO

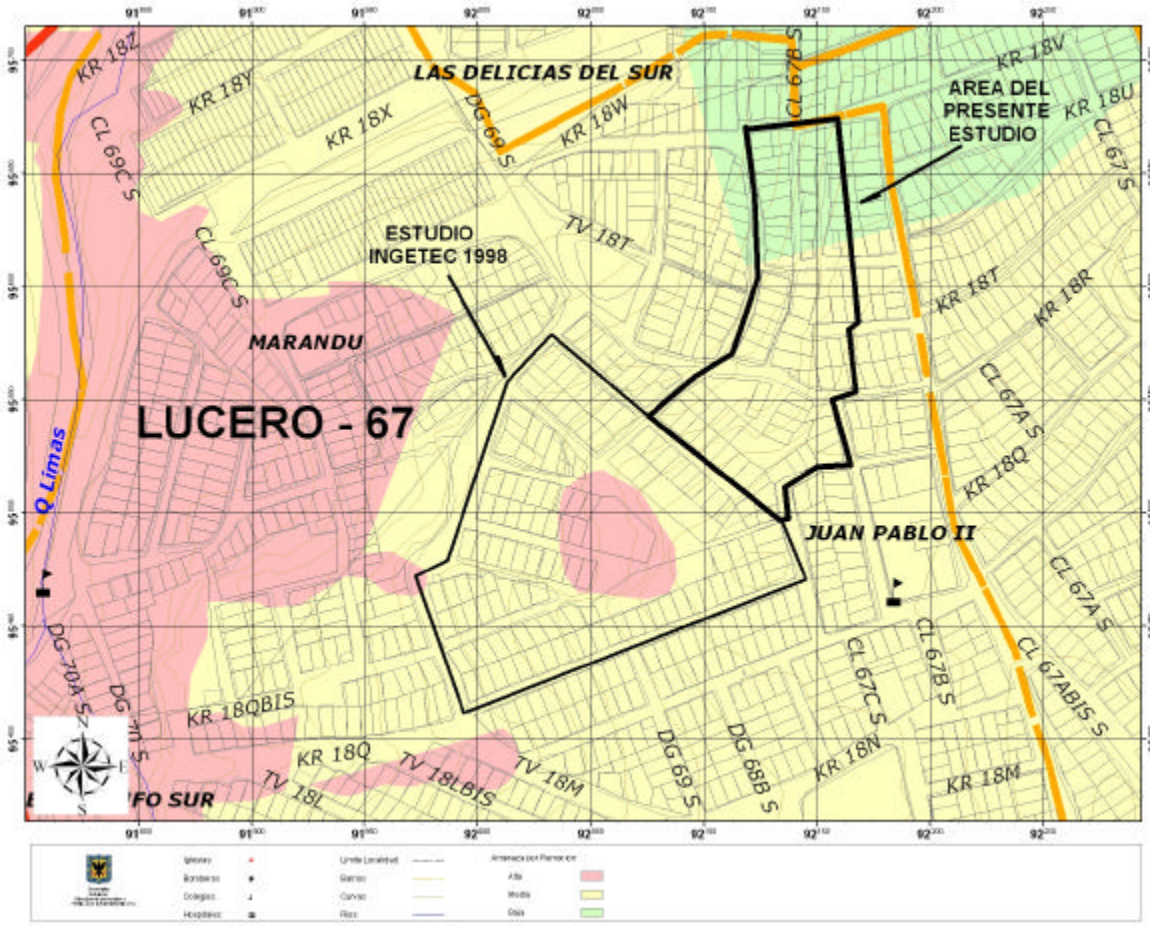
- Recopilación de información primaria y secundaria.
- Levantamiento topográfico detallado de la zona de estudio a escala 1:500, con curvas de nivel cada 0.50 m.
- Análisis de características climáticas, hidrológicas, hidrogeológicas, hidráulicas y sismológicas.
- Exploración del subsuelo por medio de métodos directos e indirectos; perforaciones, apiques, trincheras y línea sísmica y ejecución de ensayos de laboratorio que permitan determinar los niveles, calidad y tipo de suelo existente y elaborar el perfil geotécnico y geológico de la zona, así como la caracterización geomecánica de los materiales.
- Inventario y cartografía de variables como: geología, geomorfología, usos del suelo, coberturas e inventario de viviendas.
- Inventario de los procesos morfodinámicos, con el fin de conocer los mecanismos de falla, los factores condicionantes y desencadenantes de ellos.
- Análisis de estabilidad de taludes por fenómenos de remoción en masa.
- Análisis de amenaza – vulnerabilidad y riesgo de la zona.
- Análisis de tipología de viviendas, condiciones de exposición y resistencia.
- Determinación y evaluación de alternativas de reducción del riesgo en la zona.
- Diseño detallado de obras y acciones tendientes a minimizar el riesgo potencial y maximizar el entorno ambiental.
- Plan de Gestión Social para obras de mitigación
- Presupuesto detallado y especificaciones.

1 GENERALIDADES

1.1 LOCALIZACIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO

La zona de estudio hace parte del barrio Juan Pablo II, Sector La Isla, de la Localidad de Ciudad Bolívar. El área seleccionada corresponde a un sector denominado La Isla, cuya forma en planta es irregular y delimita un área aproximada de 0.9Ha. El límite al occidente corresponde a la calle 68S y la diagonal 68S, mientras que por el norte esta limitada por la carrera 18V Bis; por el oriente el área de estudio se extiende hasta la calle 67C Bis S y por el sur hasta las carreras 18R Bis y 18T, como se muestra en la Figura 1-1.

Figura 1-1 Localización general



De acuerdo a las visitas de campo desarrolladas con los especialistas se identificaron dos zonas por sus condiciones de inestabilidad:

? La Zona A corresponde afloramientos rocosos, originados en actividades extractivas en los que se han presentando caída de bloques, y no se presenta cobertura vegetal.

Corresponde a un área inferior al 1% de la zona en estudio, y posee ángulos de inclinación entre 45º y 90º.

? La Zona B constituida principalmente por rellenos de diferentes génesis, y sobre la cual se localizaron viviendas y vías del sector. Poseen ángulos de inclinación inferiores a los 45º cuando no se encuentra cubierta por estructuras de concreto (pavimentos y escaleras de acceso). Morfológicamente está definida por las actividades extractivas ejecutadas con anterioridad a la invasión de estos terrenos, mostrando una zona de meseta a la altura de la calle 67C Sur.

Bajo las consideraciones anteriores, Las labores de exploración del subsuelo deben estar orientadas a determinar espesores de los rellenos y el suelo residual de la zona B, mientras que en la Zona A, se debe buscar estimar la calidad y condiciones geomecánicas de los macizos expuestos.

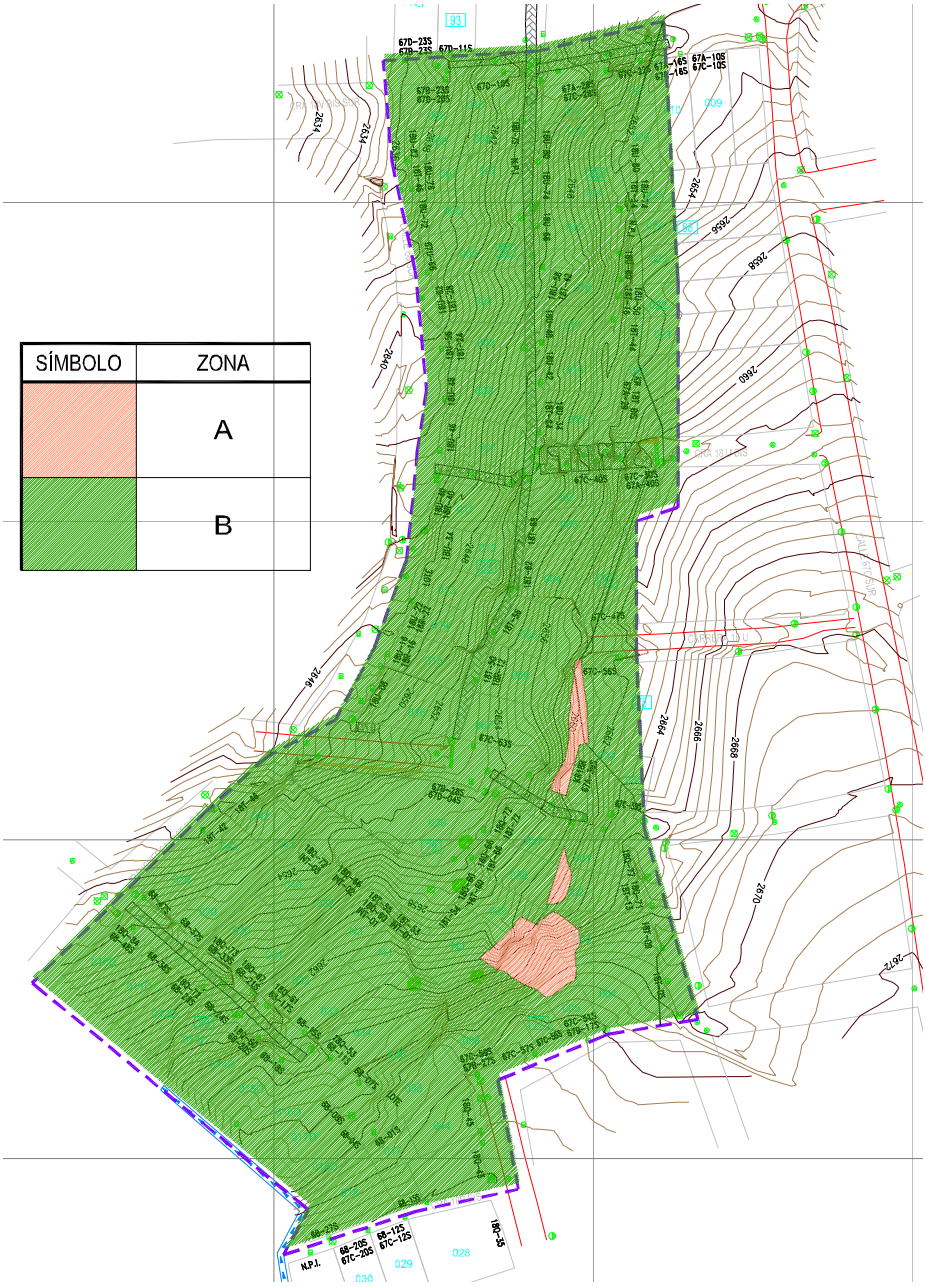


Figura 1-2 Clasificación Zonal

1.2 RECOPILACIÓN DE INFORMACIÓN

El análisis de la información recopilada, permitirá obtener una comprensión general de los fenómenos que afectan el sitio, así como de los agentes detonantes de los problemas de inestabilidad activos o potenciales.

Como resultado de esta actividad, se adquirió la información que se estimó conveniente y se plantearon las actividades que se requirieron para subsanar los inconvenientes por información no existente.

1.2.1 Instituto geográfico Agustín Codazzi - IGAC

Se solicitaron las siguientes fotografías aéreas de diferentes décadas, destinadas al análisis multitemporal geomorfológico. Estas fotografías serán entregadas dentro de un mes.

Tabla 1-1 Fotografías Aéreas recopiladas

Año	Vuelo	Fotografías
1955	C-743	001-000-999, 170-169-168
1956	C-772	272-275
1969	C-1244	31-33
1973	C-1438	36-37
1977	C1728	245-248
1986	C2265	49-52
1996	R1212	139-140

1.2.2 Empresa de acueducto y alcantarillado de Bogotá

Se recopiló información de las estaciones cercanas al área del estudio pluviométricas y pluviográficas como lo es la Estación Casablanca y la Estación Tanque Jalisco, con el fin de usarlas en el análisis de hidrología de la zona en estudio.

Se enviará igualmente oficio de solicitud, a la empresa de acueducto y alcantarillado de Bogotá EAAB, de los avisos de servicio con relación de daños a partir del 2003, debidamente georeferenciados y sistema de redes existentes en sistema SIG. Esta información es entregada generalmente por la EAAB en Arc View.

La EAAB no cuenta con una estación climatológica cercana al área de estudio.

1.2.3 Corporación autónoma regional – CAR

Se recopiló en la entidad la Estación Climatológica Doña Juana la cual tiene registros desde marzo de 1989.

1.2.4 Departamento administrativo de planeación distrital - DAPD

Se recopiló las actas de legalización del barrio Juan Pablo II (Resolución 1773) y la resolución 0756 (modificación al numeral 3 de la Resolución 1773 ver ANEXO 1) además de las planchas catastrales y de loteo, del barrio Juan Pablo II CB 2/4-3 No. 4 del año 1987, en escala 1: 500

1.2.5 Departamento administrativo de catastro distrital - DACD

Se recopiló el plano catastral y de loteo incorporado a la plancha L-46 A el cual es una restitución de fotografías aéreas de la zona del 2001 a escala 1:500.

1.2.6 Dirección de Prevención y Atención de Emergencias

1.2.6.1 Evaluación preliminar de susceptibilidad y amenaza en las localidades de Ciudad Bolívar, Rafael Uribe Uribe, Usme y San Cristóbal de Santa Fe de Bogotá D.C. Fase I (DAPD)

Este documento fue elaborado por un convenio interadministrativo entre el Departamento Administrativo de Planeación Distrital (DAPD) y la Empresa de Energía de Bogotá (EEB). Dicho informe corresponde a los estudios de zonificación geotécnica, Fase I, en términos de categorías de estabilidad, y la definición de quince sitios críticos desde el punto de vista de estabilidad de laderas, que representan algún grado de riesgo para los pobladores del sector. Se revisaron los siguientes aspectos del documento:

Geología

Se encontró información geológica que indica el marco general de la zona de estudio aunque la escala 1:10000 no permite obtener datos concluyentes, de acuerdo con lo anterior se puede decir que en el sector se encuentran las siguientes unidades geológicas:

El Conjunto Medio de la formación Guaduas (KTgm), de dominio de areniscas gris claras y amarillas por oxidación, cuarzosas, grano fino a grueso subangular a redondeado, esfericidad media alta y con frecuentes cambios laterales a lodolitas y arcillolitas, aflora en los barrios Perdomo Alto, Sierra Morena y canteras de Terreros. Presenta intercalaciones de arcillolitas gris oscuras y amarillas, blandas, laminadas, con restos de plantas y hacia la parte media un manto de carbón de 0.40 m de espesor, y en menor proporción capas de limolitas gris claras a oscuras.

Los Depósitos de Pendiente (Qdp), resultante de la denudación y originados en zonas fracturadas con alta pendiente que facilitan su movimiento por gravedad, son de dos tipos: coluviones con matriz soportados y talus; en el presente trabajo no se han diferenciado y aparecen cartografiados como un sólo grupo. Los depósitos provenientes de unidades arenosas tales como Formación Arenisca Dura, Labor y Tierna, conjunto arenoso de la Formación Guaduas y Formación Areniscas de la Regadera, son principalmente talus. Su mejor exposición se realiza en el piedemonte oriental. Las unidades arcillosas, donde se

aprecia alternancia de rocas duras y blandas (areniscas y arcillolitas), Formaciones Chipaque, Guaduas, Bogotá, Regadera y Usme producen coluviones de remoción y/o erosión. Estos se presentan a lo largo del valle del río Tunjuelito, y en sectores del piedemonte oriental y flanco occidental del Sinclinal Usme-Tunjuelito.

Geomorfología

Utilizando como base la misma escala trabajada en los planos geológicos se elaboraron planos con las unidades geomorfológicas, debido a la escala trabajada los datos obtenidos son apenas indicativos de la condición geomorfológica de la zona, de acuerdo con esto en el sector se presentan las siguientes unidades geomorfológicas:

Unidad de Depósitos de Ladera (Qdp): geoformas resultantes de la acción de los fenómenos denudativos sobre rocas antiguas, que se depositan en las partes bajas de las laderas y dan lugar a una topografía irregular con pendientes topográficas entre 15° y 30° y se localizan en algunos sitios aislados de las laderas de los cerros surorientales y suroccidentales; cubren en sectores a rocas de las Formaciones, Plaeners, Labor y Tierna, Guadua, Bogotá, Regadera y Usme; presentan disección baja a moderada.

Unidad de Origen Denudacional - Estructural Plegado (II): ocupa las partes media-baja de los cerros suroccidentales, y la conforman laderas de remoción y transporte, y laderas en proceso de transporte, con pendientes topográficas de moderadas a suaves (5° - 15°); modeladas en mayor intensidad por plegamientos y en menor intensidad por fallamiento, diaclasamiento y estratificación. Está desarrollada en rocas de composición arcillosa de la Formación Guaduas afectadas por erosión laminar y en surcos, y en menor proporción cárcavas.

Dentro de los procesos geomorfológicos se tiene especial referencia por los fenómenos de remoción en masa dentro de los cuales se hace referencia a deslizamientos recientes en general de pequeña a moderada magnitud y se localizan principalmente sobre las riberas de los drenajes principales, originados en su mayor parte por alta intervención de las márgenes y la acción dinámica de las corrientes; y en los sectores de explotación minera, por el manejo antitécnico de los mismos. Entre los sectores que merecen destacarse se tiene: las riberas de las Quebradas: Chiguaza, Morales, Santa Librada, Lima y Limas, y algunas zonas localizadas en los barrios: Voz de Alerta, El Pedregal, Gran Chaparral (Juan Pablo II), Juan José Rondón, San José de Oriente y Jerusalén (Sector Argentina), Barrio Quindío, Nueva Colombia.

Por la escala utilizada en el estudio también esta información es solo un indicativo.

Climatología

La localidad de Ciudad Bolívar muestra un cambio de altitud entre 2600 a 3100 m.s.n.m, con una temperatura promedio de 9-19ºC y una variación de humedad relativa de 55 - 56% en período lluviosos, y en períodos secos de 48-51%. La precipitación promedio mensual es de 650 - 900 mm en la zona plana y de 900 – 1100 mm en la zona alta. La distribución anual de las lluvias es de forma bimodal con períodos lluviosos abril a mayo y

de octubre a noviembre, y períodos secos en los meses de diciembre a enero y de junio a agosto, septiembre.

Se hizo un estudio de relación entre lluvia y fenómeno de remoción en masa del que se obteniéndose que los períodos invernales están asociados con la formación, generación o activación de fenómenos de remoción en masa, que originan pérdidas económicas y en ocasiones de vidas humanas en las franjas urbanas de las localidades máxime cuando la intervención antrópica ha deteriorado las condiciones ambientales del entorno. Por esta razón, el estudio del efecto de las lluvias en la estabilidad de taludes adquiere gran importancia.

El comportamiento de las lluvias en el sector de Juan Pablo II, difiere de los otros movimientos estudiados, ya que muestra registros acumulados bajos con periodos secos largos. Por lo tanto, no se consideró en el análisis.

Conclusiones

En las conclusiones del estudio se hace una recopilación de los sitios críticos y que presentan fenómenos de remoción en masa en la fecha del estudio, octubre de 1995, al sector de Juan Pablo II comprendido por los barrios Gran Chaparral y La Esperanza, con base en los sitios críticos establecidos anteriormente, el comité técnico, conformado por los profesionales de Planeación Distrital, Empresa de Energía Eléctrica, Empresa de Acueducto y Alcantarillado e Ingeominas,

1.2.6.2 Estudio geotécnico sector Juan Pablo II Fase II (DAPD)

Con el mismo convenio interadministrativo del documento anterior, se siguió con el estudio de Fase II, y de él se pudo extraer la siguiente información.

El barrio Juan Pablo II se encuentra ubicado en un antiguo frente de explotación de canteras, rodeado por la formación Guaduas Conjunto Medio. El área ha sido parcialmente rellenada con depósitos de acumulación de estériles, dispuestos de forma antitécnica. Los taludes tienen pendientes verticales y están conformados por areniscas en el techo que evidencian problemas de erosión y degradación del macizo rocoso por intemperismo. La base está conformada por arcillolitas.

La zona se define como categoría de estabilidad V (según la Evaluación de Susceptibilidad y Amenaza Preliminar – Fase I. Ingeominas, 1995), con laderas que presentan evidencias de deslizamientos, procesos antiguos de remoción de masa y alto grado de erosión por el efecto antrópico y la ausencia del control del drenaje. Los procesos denudativos se asocian a períodos de lluvias y un mal manejo del agua de escorrentía.

Un talud de antiguo frente de explotación ha generado un alto riesgo para las viviendas que se encuentran ubicadas en la pata y en la cresta del talud, lo que obligó a la evacuación de los habitantes. El desconfinamiento del macizo rocoso y la acción del agua han originado fallas de tipo planar en la cresta y flanco derecho del talud

En desarrollo de este estudio, se realizó una investigación geotécnica mediante métodos directos (sondeos y trincheras) e indirectos (prospección geofísica). La caracterización de la zona permitió identificar el afloramiento de rocas sedimentarias de edad cretácea-terciaria, pertenecientes a la formación Guaduas Conjunto Superior y depósitos no consolidados del cuaternario. A continuación se describe la geología de la zona:

- Formación Guaduas Conjunto Superior en la zona, formada por areniscas de grano fino a grueso, de dureza media a dura, gris claras y amarillas, muy friables, en estratos de 10cm a 3.0m de espesor con meteorización en superficie e intercalaciones de arcillositas. En la parte inferior se presenta una intercalación de arcillolitas gris clara y violáceas, rojizas y amarillas, blandas, plásticas, en estratos de 30cm a 2m de espesor muy meteorizadas.
- Depósitos no consolidados, conformados por depósitos coluviales compuestos por fragmentos de areniscas y bloques embebidos en la parte superior del depósito, suelos residuales producto de la meteorización de los niveles areno-arcillosos en la parte sur del sector, desechos de excavaciones mineras en la parte central y borde occidental del sector y depósitos de ladera recientes localizados en la parte central del área estudiada.

Los estratos del macizo rocoso presentan pliegues (anticlinales y sinclinales) los cuales generan rasgos estructurales variables (rumbos y buzamientos), que en la parte central muestran un rumbo promedio N-S, con buzamiento promedio de 26W. Hacia el oeste de los alrededores del área estudiada se presenta una traza de falla con orientación NE-SW, razón por la cual las rocas se encuentran muy fracturadas.

Diversos procesos morfodinámicos en los taludes de corte de las canteras (erosión en surcos, cárcavas de intensidad moderada, movimientos de remoción en masa como deslizamientos trasnacionales, caída de bloques y flujo de detritos de pequeña a moderada magnitud), han producido variaciones laterales en los escarpes artificiales (presencia de cuñas de fallas) y depósitos de acumulación con formas onduladas, lobulares y de lengüelas en la base de los cortes.

Del levantamiento estructural del macizo se obtuvo la siguiente información:

Estratificación	N-S / 26W
Diaclasa principal	N40E / 84SE
	N50E / 90 NW
Diaclasa secundaria	N50W / 85 SW
	N50W / 70 NE
	N55E / 80 NW
	N85E / 80 SE

Se clasificó el macizo rocoso (método Hoek, Geological Strength Index, SGI, 1994)[1] como alterado, constituido por bloques cúbicos bien entrabados, meteorizados en superficie y formados por tres grupos de discontinuidades.

De la evaluación de estabilidad se concluye que no hay posibilidad de falla por volteo. La falla por las diaclasas se da por la pérdida de resistencia entre las paredes, originada por el agua de infiltración y por las presiones hidrostáticas.

Se sugieren como medidas correctivas perfilar los taludes en roca 1H:2V, con una berma intermedia de 1.50m de ancho; en la base de los cortes se debe construir un muro de gaviones para obtener confinamiento. Adicionalmente, se deben ejecutar obras complementarias para conducir agua de escorrentía superficial (cunetas o zanjas de coronación alrededor del talud), y las aguas de infiltración (subdrenaje con trincheras drenantes en la berma, cresta del talud y base del muro de gaviones). El agua captada debe conducirse al alcantarillado del barrio. Para mejorar el entorno ambiental y favorecer la estabilidad, se deben sembrar especies nativas sobre la cresta del talud y en el cuerpo del depósito reciente.

1.2.6.3 Estudio de riesgo por remoción en masa y diseño detallado de las obras de control, protección y estabilización en el barrio Juan Pablo II, sector La Laguna de la localidad de Ciudad Bolivar (LA VIALIDAD)

Dentro del informe final se presentan los resultados del “Estudio de riesgo por remoción en masa y diseño detallado de las obras de control, protección y estabilización en el barrio Juan Pablo II, sector La Laguna de la localidad de Ciudad Bolivar”, el cual fue ejecutado en 1999.

En la zona objeto de este estudio, el desarrollo urbanístico de viviendas se encuentra aledaño a un talud con inclinación cercana a los 40º y sectores locales de características escarpadas, donde se expone el macizo de areniscas producto de un antiguo frente de explotación de materiales (cantera).

En el sector se observa la condición cinemática de los niveles de arenisca que se exponen en su parte media y alta, con la presencia de un sistema de discontinuidades y procesos de erosión que favorecen el desprendimiento y la caída de bloques por volteo. Adicionalmente, la acción de las aguas de infiltración, tanto naturales como de origen antrópico, favorecen los procesos erosivos dentro del talud y el posterior desprendimiento de los bloques de arenisca de tamaños variables entre 0.4m y 1.5m.

La geología local se caracteriza por los siguientes grupos o unidades de rocas, así como suelos y rellenos:

? Nivel de areniscas masivas expuesto en la base del talud, conformando los sectores laterales de la antigua cantera. Se presentan en capas gruesas de 2m a 5m de

[1] HOEK. Evert y BRAY, John. Rock slope Enginnering. Institution of Mining an Metalurgy. Great Britain University Press. Cambridge. 1974.

espesor, con intercalaciones muy delgadas de arcillolitas grises y una disposición estructural horizontal.

- Unidad de areniscas y arcillolitas con posición estratigráfica superior al nivel de areniscas masivas, la cual se caracteriza por la presencia de 3 o 4 niveles de areniscas lenticulares, en capas de 0.5m a 1.2m de espesor, intercaladas con niveles de arcillolitas grises de 0.3m a 0.5m. Los niveles de arcillolita corresponden a roca meteorizada y fisurada, con procesos de erosión diferencial que determinan la condición de estabilidad de los niveles de arenisca adyacentes.
- Nivel de arcillolitas expuesto en la parte central y sur del talud, configurando la parte alta del corte que constituye el nivel de cimentación de algunas de las construcciones del sector.
- Suelos residuales compuestos por arcillas de color amarillo con tonalidades grises, derivadas de las arcillolitas con las intercalaciones de areniscas. Este horizonte de suelo residual presenta un espesor variable entre 1 y 2m.
- Suelos coluviales compuestos por gravas y bloques angulares embebidos en matriz limo arcillosa con un alto grado de consolidación, con espesores de 2 a 3m. Estos materiales han sido depositados como resultado del proceso de degradación de los materiales del talud existente y fenómenos de inestabilidad asociados, y posiblemente de materiales dejados por la explotación minera.
- Rellenos antrópicos expuestos en la parte superior del corte, los cuales presentan una composición principalmente arcillosa, con presencia de fragmentos de roca, escombros y basuras, con espesores entre 0.5m y 1.2m.

En cuanto a la condición estructural se resalta la presencia de una falla que cruza por la parte media del talud, con orientación N60E e inclinación entre 80 y 90º SE. Adicionalmente, las diferentes unidades de arcillolitas y areniscas presentan una disposición estructural casi horizontal con buzamientos de 10º 20º hacia el occidente, y se identifica un sistema de discontinuidades con orientación normal al talud.

De acuerdo con los ensayos de laboratorio, las capas de arcillolita no presentan índice de durabilidad, lo cual indica la alta susceptibilidad a la erodabilidad y alterabilidad de este material. Es así como la erodabilidad de los materiales más finos resulta ser el mecanismo más crítico capaz de desencadenar fenómenos de inestabilidad en el talud estudiado dejando en libertad bloques de roca que pueden caer. Por otro lado, la arenisca presentó poca alteración en el ensayo de solidez en sulfato de sodio.

En la zona de estudio se identificaron básicamente dos mecanismos de falla importantes:

- Caída de bloques de roca favorecida por el grado de erosión diferencial entre las intercalaciones de areniscas y arcillitas. Los procesos erosivos se ven acentuados principalmente durante épocas de lluvias, por efectos de escorrentía y aguas provenientes de las viviendas.
- Deslizamientos superficiales de tipo rotacional que involucran los rellenos presentes en la corona del talud y los suelos residuales de naturaleza arcillosa. Tales mecanismos son detonados por periodos de lluvia especiales o eventos sísmicos de movimiento fuerte, así como por la presencia de altos niveles freáticos controlados por el manejo inadecuado de las aguas servidas.

El sistema estructural y la calidad de construcción de las viviendas del sector son aceptables. Sin embargo, las viviendas en su mayoría se encuentran cimentadas sobre materiales de relleno antrópico de bajas especificaciones, con espesores variables que alcanzan hasta 1.2m de profundidad.

Las viviendas que se encuentran en mayor riesgo están localizadas en la base del talud, las cuales se verían afectadas tanto por desprendimiento y caída de bloques como por falla del mismo talud.

Dentro de las obras proyectadas para la mitigación del riesgo se encuentran:

- Protección superficial del talud mediante un revestimiento en malla, concreto lanzado y pernos de anclaje.
- Construcción de un cerramiento en la zona de influencia de caída de bloques, compuesto principalmente por postes metálicos de 4m de altura, con malla eslabonada, zona blanda de amortiguamiento de la caída de los bloques y muro de aislamiento del borde del talud.
- Construcción de filtros en trinchera y un sistema de obras de drenaje superficial consistente en cunetas y canal revestido en concreto.

Obras de revegetalización del talud, acompañadas de un plan de mejoramiento arquitectónico y paisajístico.

1.2.6.4 Concepto Técnico No. 3758

Este documento fue emitido el 23 de julio de 2002 y tenía vigencia temporal. En él se definieron los predios de amenaza alta para restringir el uso para vivienda y los predios en alto riesgo para implementar medidas de mitigación o correctivas para proteger las familias que las ocupan. El concepto estaba orientado a servir como insumo para la planificación del barrio y toma de decisiones de uso del suelo.

Menciona que en el barrio Juan Pablo II se pueden presentar problemas puntuales de inestabilidad –desprendimientos y caída de bloques, o deslizamientos y flujos- por intervención antrópica, al generar cortes sobre rocas y depósitos recientes.

Relaciona también los resultados de la evaluación de amenaza, realizada por el Sistema Semicuantitativo de Evaluación de Estabilidad (SES) y la Metodología de Taludes Naturales, que para el caso particular del presente estudios muestra como amenaza alta la ZA3 en la manzana 77 predios 01 a 06, manzana 79 predios 37 a 39 y manzana 83 predios 51 y 63 a 67. En conjunto describe las áreas relacionadas como talud de muy alta pendiente y gran altura con presencia de grietas, conformado por areniscas cubiertas por material de relleno y recomienda la ejecución de un estudio de riesgo que contemple definición y diseño de obras de mitigación, así como realizar obras de estabilización de contros de aguas especialmente de escorrentía y protección del talud mediante especies vegetales. El área restante de la zona de estudio la califica en amenaza media.

Para la evaluación de vulnerabilidad emplea el índice de pérdida global IPG, por lo que todo el barrio lo categoriza como de vulnerabilidad global media.

Para la cuantificación de riesgo, en el área de estudio clasifica la manzana 79 predio 79 y un predio sin mapear como de amenaza alta y el área restante como de riesgo medio.

Las recomendaciones que emite el concepto, pertinentes al área de estudio fueron las siguientes:

- Incluir en el programa de reubicación de familias en alto riesgo el predio 39 de la manzana 79 y el predio adyacente sin mapear.
- Incorporar como suelos de protección por riesgo el predio 39 de la manzana 79 y el predio adyacente sin mapear.
- Se deben adelantar estudios geotécnicos detallados que definan el cambio de condición de riesgo para dar uso urbano a los sectores de alto riesgo y a los de alta amenaza por remoción en masa.
- Adelantar medidas de protección y control en la totalidad de las laderas bajo amenaza alta o media expuestas a agentes erosivos, mediante la siembra de especies vegetales y obras de captación de aguas lluvias tendientes a mejorar las condiciones de estabilidad del entorno físico. Estas medidas deben incluir obras de control de erosión, de recuperación morfológica de cortes y obras de infraestructura para evitar que continúe el deterioro de la ladera.

1.2.6.5 Diagnóstico Técnico DI – 2303

Este diagnóstico fue elaborado el 18 de diciembre de 2004 y en el describe la ocurrencia de un desprendimiento de suelo residual y material de relleno (deslizamiento trasnacional) de la parte superior de un talud con pendiente alta y una altura cercana a los 9m. El material se acumuló sobre el tercio medio del escarpe descansando sobre parte de la cubierta de la vivienda identificada con la nomenclatura Diag. 67Q sur No. 18T-51 (manzana 79, lote 39). Asocia la ocurrencia del evento a los siguientes factores:

- Intervención antrópica relacionada con la conformación de escarpes por la actividades extractivas mineras
- Estado de meteorización de los materiales del talud
- Sobrecarga que genera el relleno depositado en la parte superior del escarpe.

Como factores detonantes señala el incremento en el contenido de humedad proveniente de las descargas de agua procedentes de las viviendas de la parte superior por posibles averías de las redes hidrosanitarias, y la colmatación del colector de alcantarillado que cruza sobre la carrera 18Q Bis A. Entre las recomendaciones de este documento se encuentran las siguientes:

- Incluir en el programa de reasentamiento los predios 39 y adyacente (sin nomenclatura) de la manzana 79
- -Iniciar acciones por parte de la Alcaldía de la localidad de Ciudad Bolívar para que los propietarios de las viviendas ubicadas en la parte alta del escarpe sellen fugas de aguas de sus sistemas internos de drenaje, a saber: Carrera 18Q N° 67B-23 Sur (subdivisión del lote 6 de la manzana 77) propiedad de Augusto Garzón, Carrera 18Q N° 67C-51 Sur o N° 67B-17 Sur (nueva) (Manzana 77, predio 5), o no arrojen aguas como es el caso del predio de la Carrera 18Q Bis A N° 67C-55 Sur (subdivisión del

predio 6 de la manzana 77) de propiedad de David María Quintero y habitada por Wilson López.

- Notificar a la Empresa de Acueducto y Alcantarillado de Bogotá para que de manera inmediata acometa las actividades de limpieza de la alcantarilla que circula por la Carrera 18Q Bis A, y para que adicionalmente, sea sometida a mantenimiento regular.
- No ocupar la parte posterior de la vivienda del predio 39 de la manzana 79 y mantener en observación la evolución del talud

1.2.6.6 Diagnóstico Técnico DI - 2426

Este documento se elaboró con base en la visita efectuada por funcionarios de la DPAE el día 13 de julio de 2005, en donde encontraron lo siguiente:

- En la parte posterior de la vivienda con dirección Carrera 18T No. 67C-55 Sur (Manzana 77 Lote 6B), de propiedad del señor José Augusto Garzón, se observa reactivación del deslizamiento antes mencionado, evidenciada a través de una grieta en el terreno con separación de 1 cm, ubicada a aproximadamente 2 m del escarpe.
- La vivienda del señor Hernando Carmona, ubicada en la Carrera 18Q Bis A No. 67B-25 Sur (Manzana 77 Lote 6A), presenta grietas diagonales en paredes con separación máxima de 0.8 cm y grietas en el piso del sótano con separación de 3 mm y ligero basculamiento.
- La vivienda con dirección 18T No. 67C-51 Sur (Manzana 77 Lote 5), de propiedad de Alcira Quintero Solano, está ubicada a unos 5 m de la corona del deslizamiento mencionado y está construida sobre material de relleno mal consolidado y mal compactado, donde se observa una grieta con separación de 1 cm; adicionalmente el muro en piedra pegada sobre el cual está cimentada la vivienda presenta una grieta con 2,5 cm de separación.
- En la vivienda con dirección Cl. 67C Sur No. 18T-13 (Manzana 77 Lote 2) se observa grietas horizontales y diagonales en la pared de fachada y dilatación del andén con 0.8 cm de separación; en la parte posterior se presenta dilatación entre pared y viga de 1 cm de separación y hundimiento del terreno que podría generar deslizamiento de unos 10 m3 de material de relleno sobre la vivienda ubicada en la Cl. 67D Sur No. 18T-66 (Manzana 79 Lote 38), la cual está ubicada en la parte inferior de la inicialmente mencionada.
- En la Cl. 67C Sur No. 18T-04 (Manzana 77 Lote 3) se presenta afectación leve en la parte anterior de la vivienda, evidenciada por grieta de 4 mm en el muro de cimentación de la vivienda, en piedra pegada, y grieta de 6 mm en el muro del andén.

Hacia el costado norte de la zona de estudio objeto del presente diagnostico, el talud se encuentra cubierto en buena parte por depósitos de pendiente y rellenos antrópicos, presentándose dilataciones en los andenes de varias viviendas de la Manzana 83 (18), ubicadas en la parte inferior del mismo, e inclinación de algunos postes de energía y teléfono, algunos de los cuales ya fueron relocalizados. En la evaluación realizada se encontró lo siguiente:

- Parte de la vivienda ubicada en la Cra. 18U No. 67C-47 Sur (Manzana 83 (18) lote 51) está construida en material de recuperación con piso en madera sobre “palafito” que presenta inclinación; esto se debe a deficiencias constructivas sumadas a movimiento

del terreno, ya que la vivienda está ubicada en la parte superior del talud y sobre material de relleno, el cual presenta una grieta continua con separación de 3 cm. La otra parte de la vivienda presenta un sistema estructural de muro portante, cimentado relleno confinado por un muro en piedra pegada donde se observa una grieta con 0.5 cm de separación; adicionalmente, se presenta dilataciones entre piso y paredes de 1 cm. Según información de la propietaria, Francia Elena Téllez, en la parte posterior de esta vivienda se presentó un deslizamiento hace varios años.

- La vivienda del señor Ángel María Ortiz Roncancio, ubicada en la Cl. 67D Sur No. 18T-62 (Manzana 83 (18) lote 64), está ubicada en la parte inferor del talud, colindando con la vivienda antes mencionada, y podría verse afectada por deslizamiento de aproximadamente 15 m3 de material de relleno y posible colapso de la vivienda. Adicionalmente, presenta dilatación en el andén de 2.5 cm.
- La vivienda con dirección Cl. 68 Sur No. 18U-34 (Manzana 89 (19) lote 12) está ubicada en la parte inferior de aquellas que presentan dilatación en los andenes, donde podría presentarse un desprendimiento de aproximadamente 10 m3 de material de relleno que afectaría la parte posterior de dicha vivienda. En la parte anterior se observa grietas en la pared de fachada y dilatación y grietas en el andén.

La mayor parte de las viviendas del sector tiene un sistema estructural de mampostería no confinado, el 40% de las cuales son de dos plantas, cimentadas generalmente sobre material de relleno confinado por muros en piedra pegada, algunos con columnas y vigas, lo que indica que ante un evento de remoción en masa se pueden presentar daños estructurales leves a moderados.

Entre las conclusiones más importantes se destacan las siguientes:

- Incluir en el programa de reasentamiento manzana 83, lote 5 (carrera 18U No. 37C-47s)
- Efectuar labores de monitoreo sobre las viviendas que se encuentran en la manzana 77, lotes 2, 5, 6A, 6B; manzana 79 lote 38; manzana 83 lotes 51 y 64; y manzana 89 lote 12.
- Incluir en la Base de Datos de Sitios Críticos por Fenómenos de Remoción en Masa de la DPAE el sector ubicado entre la Carrera 18 V Bis y la Transversal 18T Bis A con las calles 67C Bis Sur y 68A Sur, a fin de que se adelante un estudio de riesgo por fenómenos de remoción en masa, que defina las alternativas de mitigación del riesgo existente sobre las viviendas y habitantes de este sector.

1.2.7 Otros documentos

Se consultó el Informe Ejecutivo del Estudio de Microzonificación Sísmica de Bogotá de 1997. Este documento servirá para determinar las condiciones sísmicas y parámetros de diseño en el análisis de inestabilidad de la zona.

2 LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO

Como elemento fundamental en la formulación de la cartografía geológica, geomorfológica, geotécnica, y para efectos del análisis de amenaza y el planteamiento de las medidas de reducción del riesgo, se realizó un levantamiento topográfico detallado, escala 1:500, con el que se pretendió registrar de la manera más precisa posible, la morfometría de las laderas y escarpes, las franjas críticas de estabilidad, los procesos morfodinámicos, las unidades residenciales, la infraestructura de servicios públicos y todo tipo de estructura física presente en el sector de estudio (postes, pozos, escaleras, vías, entre otras). Dichas labores se adelantaron evolutivamente tal y como se describen en los siguientes numerales.

2.1 METODO DE TRABAJO

La actividad inicial consistió en la ejecución de la poligonal de amarre, requisito indispensable para la validez del levantamiento; posteriormente se localizaron en puntos estratégicos las estaciones para conformar poligonales internas (primarias, secundarias y auxiliares), base para la radiación de puntos.

Una vez materializada la poligonal de trabajo, se realizó el levantamiento topográfico detallado total, a escala 1:500 mediante el uso de estación total haciendo toma de los puntos topográficos relevantes y de aquellos que contribuyeran a una mejor modelación del relieve.

En la Figura 2-1 se presenta la línea de amarre y la nube de puntos respectivamente realizada de acuerdo con el desarrollo de una poligonal primaria, secundaria y auxiliar.

En oficina y con base en la información adquirida, se hizo procesamiento de puntos y generación de curvas de nivel cada medio metro (0.50m), además se hizo el dibujo que representa la geometría en planta de los diferentes elementos, toda la información se revisó en campo. El producto final se muestra en el Plano No. 1.

2.2 DESCRIPCIÓN DE LA POLIGONAL DE AMARRE

Para realizar la poligonal de amarre se utilizó el vértice IGAC CD-608-A el cual se ubica en la Avenida Boyacá. Desde este vértice se lleva la poligonal hasta la zona de estudio, materializando los mojones en concreto (PG-No.) y cerrando la poligonal en el mismo vértice IGAC.

Estos puntos de amarre y el vértice IGAC se presentan en la Tabla 2-1.

El levantamiento se realizó con una Estación Total de precisión angular al segundo y con alcances de lectura con prisma sencillo de 1800 m de distancia en longitud, con capacidad para almacenar hasta 5000 puntos topográficos. En el ANEXO 3se presentan el certificado de coordenadas IGAC del Vértice CD-608-A utilizado para el ajuste de coordenadas.

2.3 LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO DEL ÁREA

En el trabajo de campo que se llevó a cabo con la ayuda de una estación total con aproximación en ángulo al segundo y en distancia al milímetro, hizo énfasis en las franjas que revisten importancia para la evaluación tales como: zonas críticas de estabilidad, zonas de erosión, accidentes topográficos, líneas vitales, infraestructura de servicios y viviendas. El barrido altimétrico y planimétrico se ejecutó bajo la aplicación de un procedimiento mixto, es decir tanto con la definición de los contornos de taludes en vías y detalles más relevantes, como con la captura de una nube de puntos para los detalles urbanísticos. El barrido con nube de puntos se destinó a la definición de elementos urbanísticos como: manzanas, pozos de inspección y vías. Complementariamente, se tomaron puntos adicionales en los vértices de las manzanas para su correcta definición y el ajuste de los predios de cada una de ellas.

La interpretación cartográfica se ejecutó con el empleo de un software especializado: bajo la aplicación de un modelo de interpretación dirigida. Esto significa que se definieron y respetaron las barreras físicas actuales para condicionar la interpretación a éstas, sin permitir el desempeño del software a su libre esquema de triangulación. En este sentido jugaron un papel importante las observaciones de campo y el contorno de la zona en estudio.

2.3.1 Descripción de la poligonal principal y secundaria

Una vez georeferenciada el área a través de la poligonal de amarre, se procedió a la materialización de una poligonal principal y secundaria dentro del área de estudio. Estas poligonales están conformadas por 23 puntos o estaciones de referencia. Desde estos puntos identificados como AUX se establecen visuales de apoyo a los sitios radiados para la obtención de la nube de puntos. Sus coordenadas se muestran en la Tabla 2-2.

En total incluyendo los puntos de amarre, los mojones de referencia y auxiliares se identificaron 1058 puntos. En la Figura 2-1 se presenta la nube de puntos determinados.

Tabla 2-1 Listado de coordenadas de los puntos de amarre

PUNTO	NORTE	ESTE	COTA	DESCRIPCION
1	95920.104	93172.075	2571.805	CD-608-A
2	96196.4367	93145.4915	2570.403	-1
3	96188.4723	93064.5923	2572.242	D-2
4	96105.0132	92989.0075	2575.538	D-E
5	95999.9193	92906.891	2577.205	P-G1
6	95922.7959	92834.0078	2578.343	P-G2
7	95880.604	92748.9601	2579.508	P-G3
8	95771.4502	92839.9575	2598.868	D-4
9	95681.8343	92869.678	2618.53	D-5
10	95716.4551	92956.963	2647.388	D-6
11	95761.4044	92949.9034	2649.741	D-7
12	95781.3349	92973.1669	2650.049	D-8
13	95814.451	93008.887	2640.076	D-9
14	95920.099	93172.0724	2571.811	CIERRE

Tabla 2-2 Puntos de la poligonal primaria, secundaria y auxiliar

PUNTO	NORTE	ESTE	COTA	DESCRIPCIÓN
2338	95557.5964	92202.5838	2670.108	AUX-1
2339	95525.1231	92200.9517	2672.435	AUX-2
2340	95466.4013	92214.2468	2676.43	AUX-3
2409	95581.9463	92179.7107	2667.401	AUX-4
2442	95682.9241	92174.0857	2652.154	AUX-5
2465	95607.0577	92140.364	2650.01	AUX-6
2466	95606.0183	92120.8113	2642.969	AUX-7
2467	95555.6016	92100.5003	2650.759	AUX-8
2468	95668.6737	92116.4376	2635.17	AUX-9
2516	95611.245	92148.1504	2654.766	AUX-10
2591	95671.0355	92140.3617	2643.738	AUX-11
2596	95649.7277	92139.4717	2644.662	AUX-12
2611	95641.8541	92140.0373	2645.079	AUX-13
2632	95564.8455	92128.515	2652.754	AUX-14
2887	95607.3847	92124.0664	2642.866	AUX-7
3108	95558.751	92131.6523	2653.354	AUX-15
3128	95549.9302	92158.7364	2665.996	AUX-16
3164	95522.0883	92164.446	2669.519	AUX-17
3167	95522.0856	92164.4469	2670.02	AUX-17
3190	95514.0762	92136.0977	2673.307	AUX-18
3191	95497.5482	92138.0291	2673.799	AUX-19
3218	95483.6981	92097.7873	2672.9	AUX-20
3231	95504.6192	92096.2781	2667.847	AUX-21
3253	95512.9881	92107.9254	2666.637	AUX-22
3337	95541.5627	92075.2635	2650.508	AUX-23

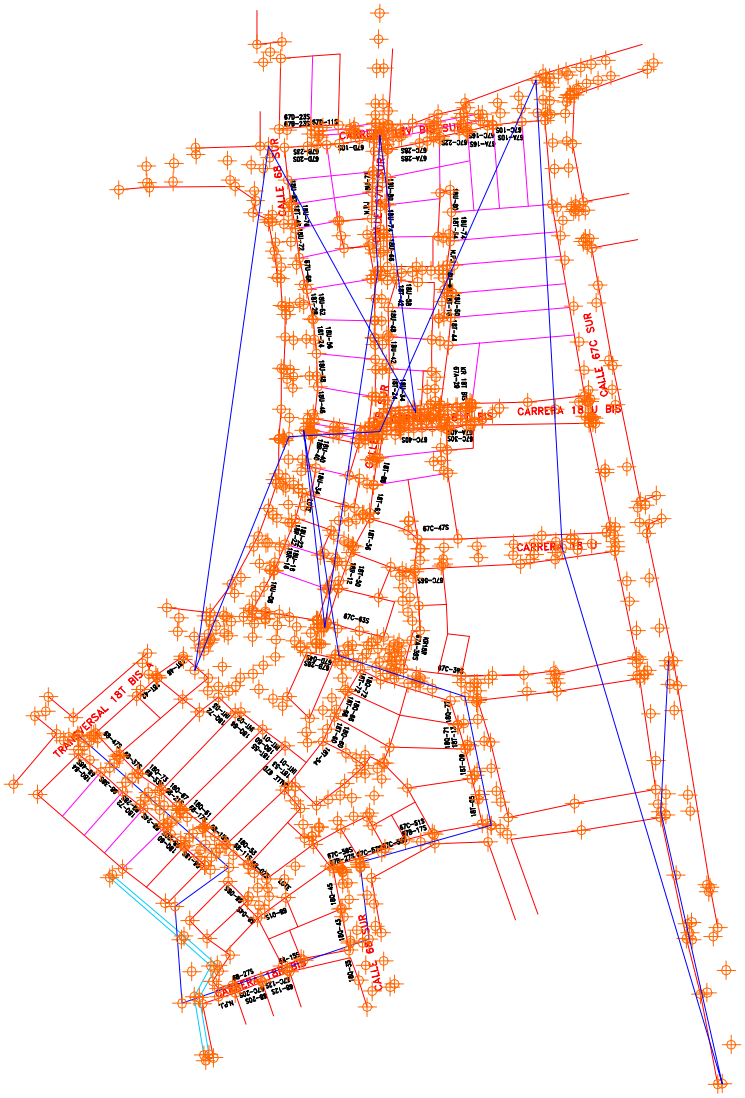


Figura 2-1 Nube de puntos

3 CLIMA, HIDROLOGIA, HIDRAULICA Y SISMOLOGÍA

3.1 CLIMA, HIDROLOGÍA, HIDRAULICA

Dentro del marco de los estudios de riesgo por remoción en masa y la evaluación de alternativas de mitigación, los análisis de los elementos climáticos del área juegan un papel importante, en particular los que se refieren al régimen de precipitación, como factor detonante de deslizamientos de laderas. Por otra parte, es de gran importancia la evaluación de los procesos de escorrentía y su posible efecto sobre los problemas que se desea solucionar en este estudio. No menos es la evaluación hidráulica de las redes de drenaje tanto natural como artificial del área. En este estudio, donde el área afectada dispone de redes de alcantarillado y, de acuerdo con la cartografía de épocas pretéritas existieron drenajes naturales desaparecidos en la cartografía actual, es de particular interés determinar la capacidad de conducción de las redes de drenaje pluvial, de manera que se verifique su bondad para conducir de manera segura y eficiente los caudales generados en las cuencas de las quebradas y que eran conducidos por sus cauces antes de construir las redes de alcantarillado.

En este capítulo del informe se adelanta una caracterización de los elementos que constituyen el clima del área e hidrología. En capítulos posteriores y si se requiere de acuerdo al escenario de riesgo se desarrollará un análisis de caudales generados por lluvias.

La función básica de este informe es tener en cuenta el régimen de lluvias de la zona con el fin de poder diseñar obras de drenaje que se planteen y considerar el nivel de agua como una variable para el análisis de amenaza. En el capítulo de Amenaza posteriormente se evaluara el tema de lluvia crítica y periodo de retorno en la zona.

3.2 CLIMA

La caracterización del clima del área se llevó a cabo con base en la información de los elementos constitutivos del mismo, sobre los cuales se realizó una recopilación de información para la zona.

3.2.1 Información disponible

De acuerdo con las investigaciones adelantadas tanto en la Empresa de Acueducto y Alcantarillado de Bogotá, EAAB-ESP, en la Corporación Autónoma Regional de Cundinamarca, CAR y en el Instituto de Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales de Colombia, IDEAM, se encontró que aunque existen varias estaciones de medición, en no todas ellas se miden los elementos del clima necesarios para los objetivos propuestos. De las estaciones analizadas se seleccionó la de Doña Juana, cuya información corresponde con el mayor número de elementos y adicionalmente, es la más cercana al área de interés.

La caracterización de la precipitación media se adelantó con la información correspondiente a la estación del Tanque Jalisco Tunal con periodo de registro 1957 –

1991, la cual fue chequeada y algunos casos complementada utilizando como apoyo los registros de la estación Casa Blanca, cuya serie e registros es 1976 – 2004.

En la Figura 3-1 se presenta la localización de las estaciones y el patrón de distribución territorial de la precipitación media mensual en la Sabana de Bogotá, obtenido por INGEOMINAS en el marco del estudio de deslizamientos realizado en el área cercana a la que es objeto del presente estudio. Como se mencionó anteriormente se seleccionó para efecto de análisis, la información sobre evaporación media mensual, temperatura media del aire, humedad relativa media mensual y brillo solar de la estación Doña Juana y los valores totales mensuales de precipitación correspondientes a la estación Tanque Jalisco Tunal ubicada en cercanías al punto de interés y al tanque del mismo nombre.

De los análisis realizados con anterioridad para estudios similares de áreas cercanas se puede concluir que el clima del área es, con muy pocas diferencias, similar al de la Sabana de Bogotá, tal como se puede apreciar en lo que se consigna a continuación

3.2.2 Precipitación media

De acuerdo con el patrón de distribución territorial, los valores medios anuales multianuales de precipitación disminuyen de oriente a occidente en esta zona de estudio de la Sabana. El valor total anual medio multianual, de acuerdo con la información de la estación Tanque Jalisco Tunal es de 564 mm, valor que coincide con lo observado en el patrón de isoyetas de la Figura 3-1.

La determinación de los valores medios anuales y mensuales de precipitación se adelantó a partir de la información de la serie de datos de la estación Tanque Jalisco Tunal, estos valores de la serie histórica se presentan en la Tabla 3-1

3.2.2.1 Distribución territorial

La definición de la distribución territorial en la Sabana de Bogotá la realizó INGEOMINAS[2] en el marco de los estudios de deslizamientos en el Sector El Espino, área localizada en el sur oriente de la Sabana. Como se puede apreciar en la Figura 3-1 los mayores valores de precipitación media anual multianual se presentan en el nororiente de la ciudad y decrecen hacia el sur y sur oeste de la Sabana. Para el área de interés se observan tentativamente valores medios anuales menores a 650 mm, que coinciden con lo obtenido de la información de la estacion anteriormente citada.

3.2.2.2 Distribución temporal

La distribución intra anual de la precipitación obedece a un modelo bimodal, en el que se evidencian dos períodos lluviosos intercalados con períodos secos. El primer período lluvioso o húmedo corresponde a los meses de abril y mayo, en el que tiene ocurrencia el

[2] INGEOMINAS (2003). “Estudio de evaluación de amenaza por deslizamiento para los Barrios El Espino y El Cerro El Diamante, e instalación y monitoreo de instrumentación geotécnica”. DPAE

25,46 % de la precipitación anual. El segundo se localiza entre los meses de octubre y noviembre, en el que ocurre el 26,75 % del total anual. Los períodos secos corresponden a los meses de enero - febrero, el primero y a julio - agosto el segundo. La variación intra anual de la precipitación en el área y sus valoras se aprecian en la Figura 3-2.

3.2.3 Temperatura del aire

La temperatura media del aire es más o menos constante a lo largo del año, la máxima variación es de 1,6 ° C entre el mes más frío y el más cálido. El valor medio de la temperatura es de 12,1° C. Los meses más cálidos son noviembre, marzo, abril y mayo donde se alcanzan valores cercanos a los 13° C. El más frío es el de julio, con 11,2 ° C.

En la Figura 3-3 se representa la variación intra anual de la temperatura y se muestran los valores típicos.

En la Tabla 3-2, se presentan los valores medios mensuales principales, obtenidos de la estación climatológica principal Doña Juana - CAR (código 2120630) la cual se encuentra ubicada a 2700 m.s.n.m dentro de la localidad de Ciudad Bolívar.

3.2.4 Humedad relativa

La Humedad Relativa es casi constante. Muestra una variación máxima del 7,0 % dentro del año. Los meses más secos son enero y febrero con valores de 69,2 y 69,9%, respectivamente. El más húmedo es julio, donde el valor medio alcanza el 78,1%. En la Figura 3-4 se representa la variación intra anual de la humedad relativa y se muestran los valores típicos.

3.2.5 Brillo solar

Las horas de brillo solar varían dentro del año y se aprecian diferencias marcadas hasta de un 60% en algunos meses, con respecto a la media mensual anual. Los meses de mayor presencia de sol son mayo, agosto y noviembre con valores que varían entre las 80 y 90 horas. El mes en que se observa menos el sol es enero con cerca de 30 horas de brillo, lo que representa aproximadamente un 35% con respecto al valor mayor. Los valores mensuales y la variación dentro del año se ilustran en la Figura 3-5.

3.2.6 Evaporación

Los valores de evaporación corresponden a los obtenidos de mediciones directas en tanque, en la estación Doña Juana. Los valores de las lecturas son muy homogéneos presentándose un 10% como máxima variación.

Los valores más altos de evaporación ocurren en los meses de abril, junio, octubre y diciembre, en los cuales no se presentan indicativos muy marcados al relacionarlos con las temperaturas altas y los menores valores de humedad relativa. Las cifras para estos meses están cercanas a 72 mm, presentando su mayor valor en el mes de octubre con 75,3 mm. El total anual es de 811,5 mm.

En la Figura 3-6 se representa la variación intra anual de la evaporación y se muestran los valores típicos.

3.3 HIDROLÓGICA E HIDRÁULICA

Los análisis hidrológicos se encaminaron a determinar los valores de escorrentía para diferentes períodos de recurrencia en el área bajo estudio adyacente al proceso de erosión de la ladera delimitada como se ilustra en la Figura 3-7.

De acuerdo ha lo citado para efectos de la determinación de los caudales de escorrentía del área se emplearon las curvas de Intensidad Duración Frecuencia desarrolladas por la EAAB-ESP para la zona. La selección se llevó a cabo teniendo en cuenta que para efectos de determinación de los valores de escorrentía, dada la magnitud del área adyacente al talud afectado por la erosión, los tiempos de concentración correspondientes son de tan sólo unos pocos minutos, como se aprecia en el siguiente cálculo.

El tiempo de concentración para la cuenca, se calculo utilizando las ecuaciones enunciadas a continuación:

- Formula modificada de Bransby -Williams:

$$t = 0.14464 * \left(\frac{L}{H^{0.20} A^{0.10}} \right)$$

Donde:

t = Tiempo de concentración (min.)
A = Área de drenaje (m2).
H = Caída promedio (metros por cien metros) desde la parte más alta del área a drenar hasta el punto de diseño.
L = Distancia en metros medida sobre la línea natural de flujo entre el punto de diseño y el punto de drenaje que toma el tiempo más largo en llegar a la sección de diseño.

- Formula para diseño de aeropuertos:

$$Tc = 1.8(1.1 - C)\sqrt{L} / \sqrt[3]{S}$$

Donde:

Tc = Tiempo de concentración (min.)
C = Coeficiente de escorrentía (adimensional).
S = Pendiente media del canal principal (m/m*100%).
L = longitud del Canal Principal

De los cálculos de tiempo de concentración para la cuenca trazada hasta el punto mas bajo resultó aproximadamente de 6.5 minutos.

La ecuación de las curvas IDF – EAAB E.S.P. es de la forma:

$$I = C_1 \left(Duración + X_0 \right)^{C2}$$

De la aplicación de la anterior expresión se obtuvieron los valores de intensidad en mm/hr que se presentan en la Tabla 3-3.

Dado que no fue posible determinar la distribución temporal de los aguaceros, ante la carencia de pluviogramas, se optó por obtener los caudales de escorrentía para la cuenca trazada mediante el empleo de la fórmula racional, utilizando un coeficiente de escorrentía del 60%, correspondiente a un tipo de área de drenaje residencial con casas multifamiliares separadas ó unidas (Monsalve Saenz Germán, Hidrología en la Ingeniería, Ed. Escuela Colombiana de Ingeniería)[3].

Del empleo del primer método se obtuvieron los valores que se muestran en la Tabla 3-4 para los periodos de retorno indicados, en el ANEXO 9 se muestra las memorias de calculo de caudales.

3.4 SISMOLOGÍA

La zona de estudio de acuerdo al Estudio de Microzonificación Sísmica de Bogotá se ubica hacia lo que se conoce como Zona 1 – Cerros. Para esta zona el parámetro Am tiene un valor de 0,24, el cual debe ser utilizado para los análisis de estabilidad.

En cuanto al sistema de fallas, cerca de la zona de estudio se encuentra la “Falla Juan Pablo II” en sentido N75W.

[3] MONSALVE SAENZ GERMÁN. “Hidrología en la Ingeniería”, Ed. Escuela Colombiana de Ingeniería. Bogota. (1995).

Tabla 3-1 Precipitación media mensual multianual – series históricas (mm)

ESTACION	MESES												TOTAL
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
Tanque Jalisco Tunal	14,9	25,8	40,8	74,0	69,9	46,2	32,0	36,0	41,8	80,1	71,1	32,5	524,5

Tabla 3-2 Valores medios mensuales multianuales de variables climatológicas

	ENE	FEB	MAR	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGO	SEPT	OCT	NOV	DIC
Temperatura (°C)	12	12	13	13	13	12	11	12	12	12	13	12
Humedad Relativa, (%)	69	70	73	73	77	75	78	75	71	71	73	72
Brillo Solar (hr)	32	38	65	60	92	53	53	80	40	50	79	43
Evaporación	65,8	67,1	60,2	71,6	65,3	72,7	63,5	66,9	65,9	75,3	65,5	72,0

Tabla 3-3 Valores de intensidad para diferentes periodos de retorno

T_R (Años)	C_1	X_o	C_2	I (mm/hr)
3	2443.3	24.5	-1.06	64,1
5	2857.4	23.0	- 1.07	76,4
10	3547.1	22.3	-1.08	94,1
25	4113.4	20.9	- 1.08	115,2
50	4651.4	20.4	- 1.08	132,9
100	5465.1	20.5	- 1.10	145,6

Tabla 3-4 Caudales obtenidos empleando el método racional

T_R (Años)	Cuenca N 1. Q (m^3/s)
3	0,17
5	0,21
10	0,25
25	0,31
50	0,36
100	0,39

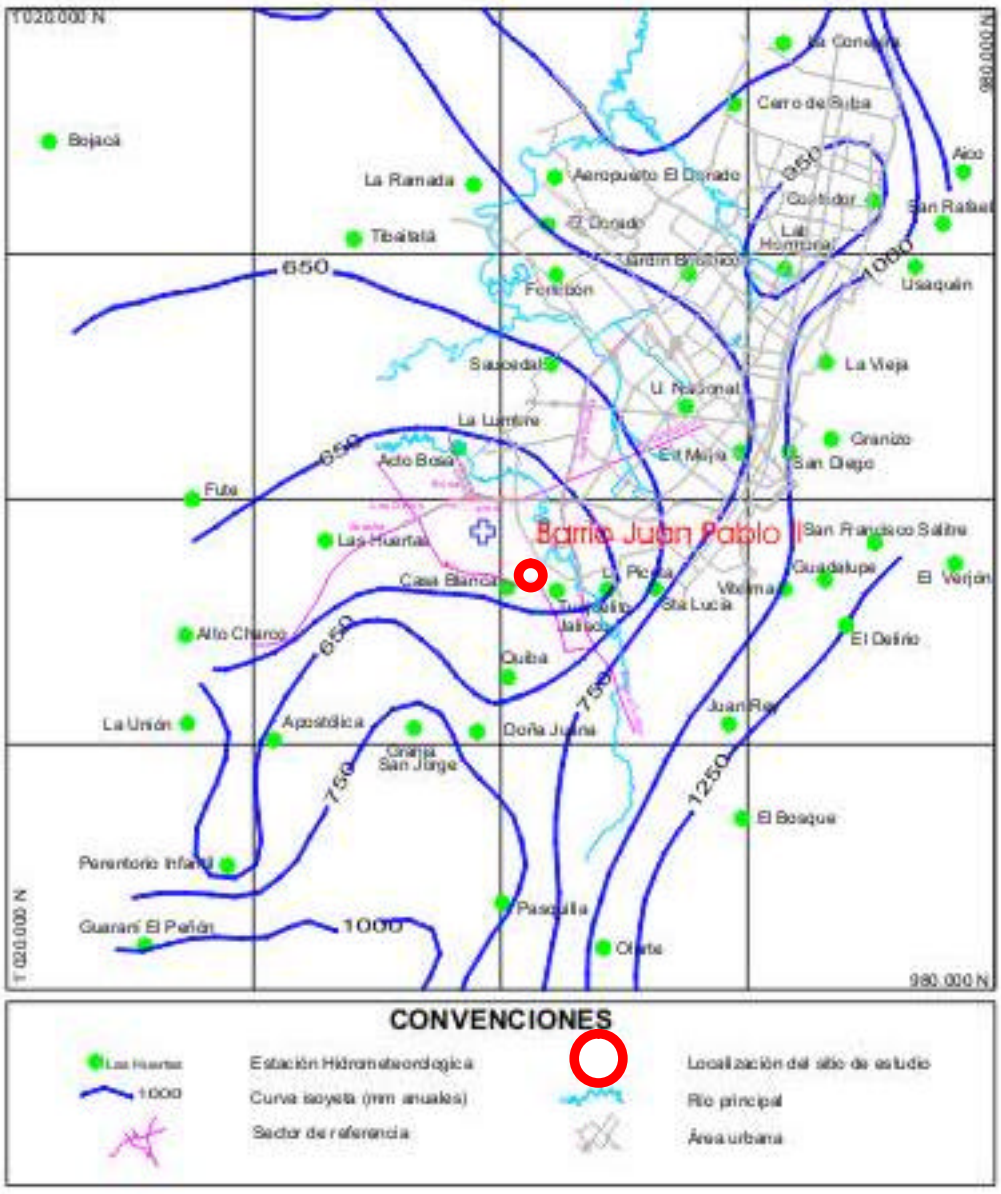
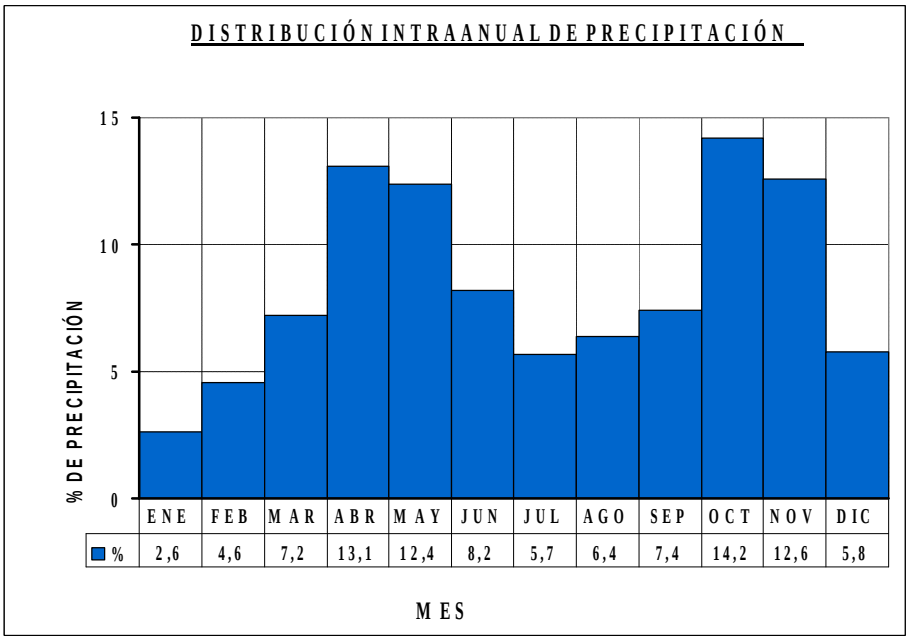


Figura 3-1 Localización de estaciones y patrón de distribución de precipitación media (Ingeominas 2002)



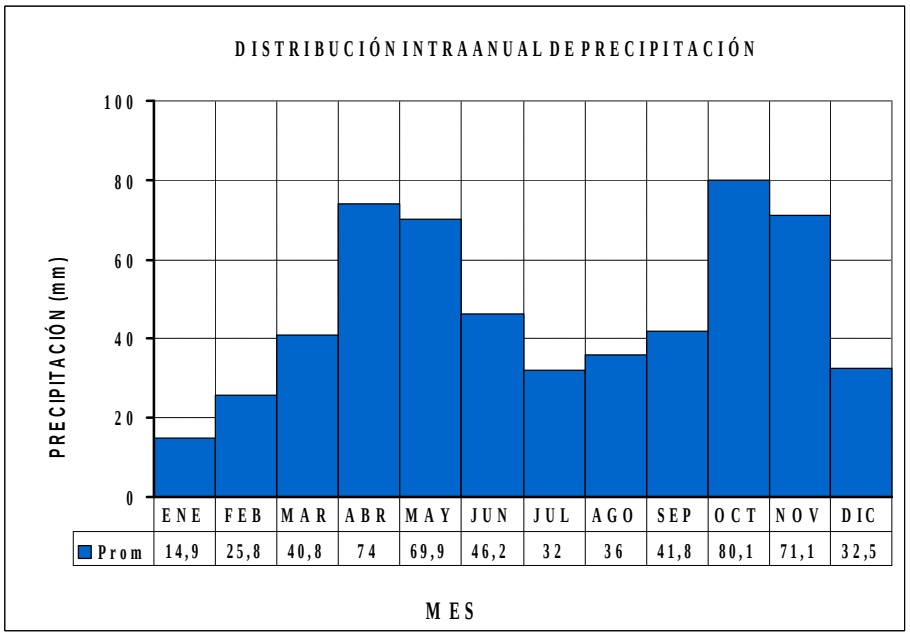


Figura 3-2 Distribución intraanual de precipitación

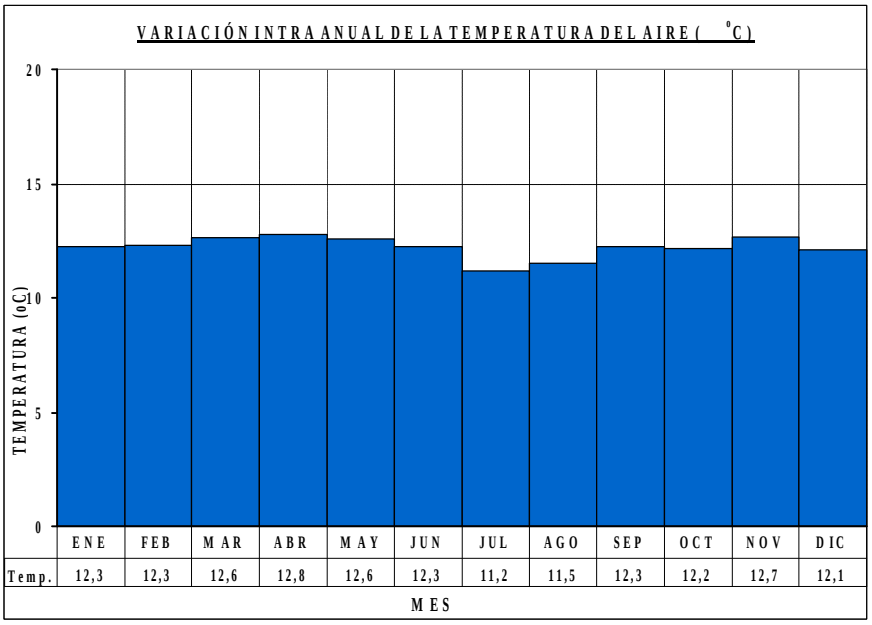


Figura 3-3 Temperatura del aire

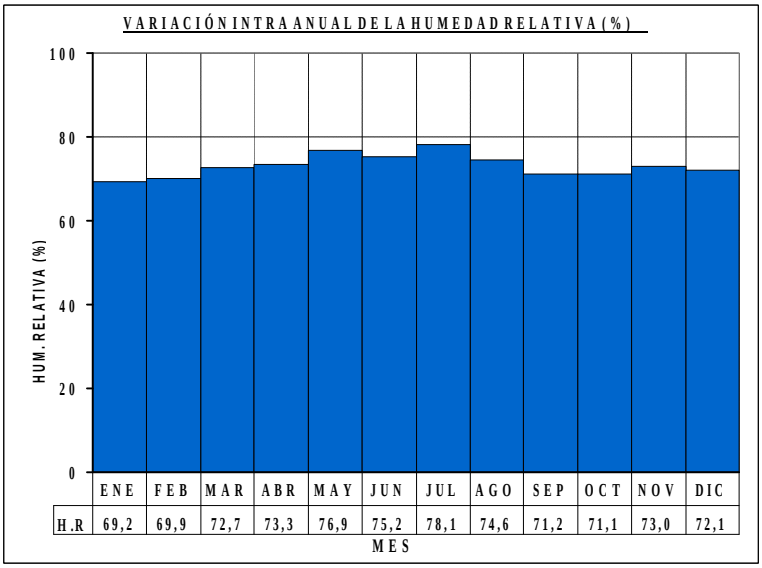


Figura 3-4 Variación de humedad relativa

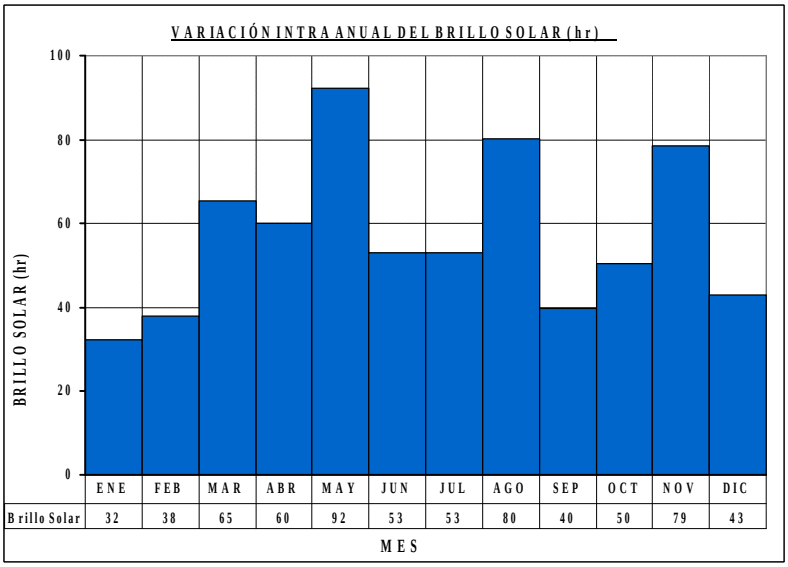


Figura 3-5 Variación brillo solar

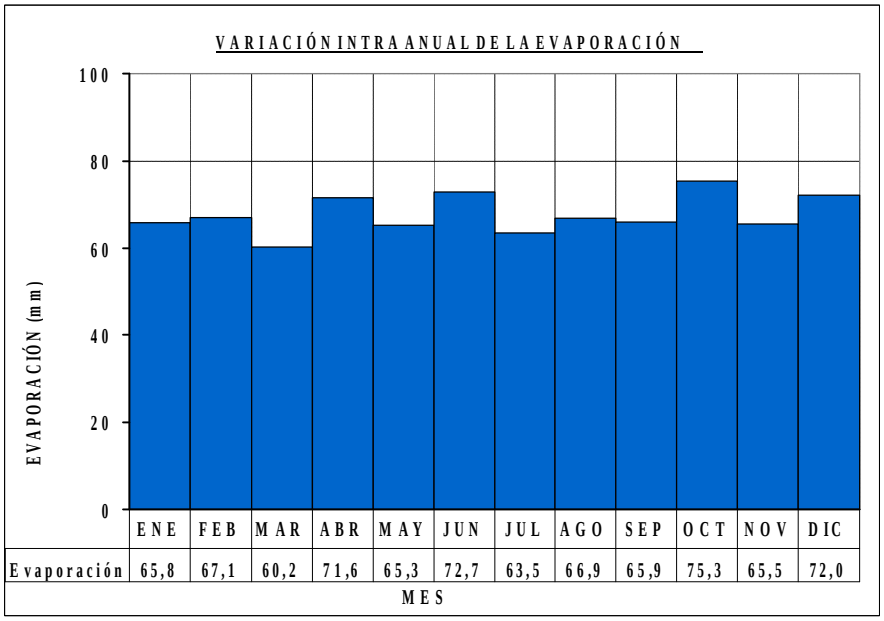


Figura 3-6 Variación evaporación



Figura 3-7 Delimitación de la cuenca en el área de estudio

4 ESTUDIO GEOLÓGICO Y GEOMORFOLÓGICO

4.1 ASPECTOS DE GEOLOGÍA REGIONAL

Se encuentra sobre una secuencia sedimentaria que hace parte del flanco occidental del Sinclinal de Usme y en la que predominan areniscas amarillas dispuestas en capas gruesas (más de 3 metros de espesor) suprayacidas por lodolitas que conforman la Parte media de la Formación Guaduas.

Los procesos tectónicos se relacionan con fallas de rumbo, con orientación cercana a E-W ortogonales a la Falla del Mochuelo. (Ver la geología regional formulada por UPES - Ingeocim, 1999 en la Figura 4-1)[4]

4.2 ESTRATIGRAFÍA

En este numeral se tiene como referencia la información del Léxico Estratigráfico Internacional (Da Porta, 1973)[5].

Formación Guaduas (TKgm)

Nombre: Propuesto por Hettner (1892) y redefinido por Hubach (1957). El nombre de esta unidad procede de la población de Guaduas (Cundinamarca).

Edad: Finales del Cretácico (Maastrichtiano Superior) a inicios del Terciario (Paleoceno Inferior).

Área tipo y límites: En el sentido de Hubach (1957) la Formación Guaduas queda comprendida entre la Arenisca Tierna del Guadalupe superior, en la base, y la Arenisca del Cacho en la parte superior. Van der Hammen (1957)[6] da como localidad típica para la Formación Guaduas la sucesión que se encuentra entre el Boquerón de Lenguazaque y el Boquerón de Guachetá en el Departamento de Cundinamarca.

Características físicas de la roca en el área tipo:

- Conjunto Inferior. – Consta esencialmente de arcillas gris oscuras con algunos fósiles en la base.
- Conjunto Medio. – Está determinado por dos niveles de areniscas. En la base la Arenisca Guía y en la parte superior la Arenisca Lajosa. Entre ambas areniscas se encuentra una masa de arcillas gris-oscuras, compactas, a veces carbonáceas y que contienen mantos de carbón explotables. Constituye en general la parte productiva de la Formación Guaduas.

[4] INGEOCIM Ltda. “Zonificación de Riesgo por Inestabilidad del Terreno para Diferentes Localidades en la Ciudad de Santa Fé de Bogotá D.C.” (1998).

[5] DA PORTA, J.. “Léxico estratigráfico internacional (Terciario-Cuaternario)” Paris.

[6] VAN DER HAMMEN, Th. “Plioceno y Pleistoceno en el altiplano de Bogota y alrededores”. Análisis geográfico No. 24. Instituto Geográfico Agustin Codazzi. Bogotá. (1995).

- Conjunto Superior. – Consta de "gredas rojizas, azulosas, verdosas y moradas entre las que localmente hay mantos inexplotables de carbón y bancos de areniscas no estables de grano más o menos grueso".

Características físicas de la roca en el área de estudio:

- Conjunto medio: Intercalación de areniscas cuarzosas de grano medio a grueso, de color amarillento a gris, con cementación entre moderada y buena y fracturamiento entre moderado e intenso, dispuestas en capas con espesores que pueden ser mayores de 2 metros. Presentan intercalaciones de lodolitas grises laminadas, de baja fisibilidad cuyos espesores son menores de 25 cm. Sobre las areniscas se observan paquetes lodosos de más de 4 metros de espesor, los cuales constituyen la parte alta del polígono de estudio.

Características geotécnicas y procesos morfodinámicos:

Los macizos rocosos correspondientes a la Formación Guaduas se caracterizan por su variabilidad. Se puede generalizar un comportamiento de macizo rocoso donde predominen areniscas de regular a buena cementación, con intensidad de fracturamiento variable. Las arcillolitas presentan comportamiento de roca blanda o suelo residual arcilloso tipo IIA (Deere & Patton) en las zonas donde afloran, aunque llegan a comportarse como suelo residual tipo IC en las zonas afectadas por el fallamiento y por la presencia de aguas (probablemente residuales).

4.3 GEOLOGÍA ESTRUCTURAL

La zona de estudio se ubica en el flanco occidental del Sinclinal de Usme, pero dicho flanco presenta replegamientos menores y fuerte afectación tectónica, de hecho el mapa geológico UPES-Ingeocim (1999)[7] muestra un pequeño anticlinal orientado N10W, cuyo eje se encuentra aproximadamente 100 metros al oriente del área (es decir que la zona se encuentra en el flanco occidental).

Sin embargo, existe una falla orientada N75W ubicada pocos metros al sur del polígono de interés que hace que los buzamientos cambien 180º, razón por la cual, el anticlinal se encontraría tumbado. Además de esta falla de carácter zonal o regional, existen estrías de fricción que definen fallas de rumbo menores con orientación preferencial N45E, subverticales y de carácter al parecer sinestral.

4.4 GEOLOGÍA LOCAL

Se llevó a cabo el levantamiento cartográfico, con el intento de caracterizar cada una de las unidades de roca/suelo aflorantes en la zona de estudio (ver Plano No. 2 GEOLÓGICO). Sin embargo, casi la totalidad de la zona se encuentra cubierta por viviendas y vías, razón por la cual los afloramientos son muy escasos. Los escasos y pequeños afloramientos muestran areniscas cuarzosas bien cementadas dispuestas en

[7] INGEOCIM Ltda. "Zonificación de Riesgo por Inestabilidad del Terreno para Diferentes Localidades en la Ciudad de Santa Fé de Bogotá D.C." (1998).

capas muy gruesas con delgadas intercalaciones de lodolitas, cubiertas por una secuencia gruesa de lodolitas multicolores con predominio del gris; el resto de los materiales aflorantes corresponden a rellenos antrópicos que cubre una zona que fue sometida a extracción de materiales. Originalmente la roca se encontraba cubierta por depósitos transportados de origen glacial o coluvial.

Por otra parte, la investigación del subsuelo realizada en el marco de este estudio encontró bajo las areniscas otra secuencia de lodolitas grises claras, con espesores mayores de 4 m.

A continuación se describen las unidades, de más antigua a más reciente:

4.4.1 Unidades roca/suelo

Unidad de lodolitas basales de la Fm. Guaduas – Parte media (TKgm – Lod1)

Esta unidad infrayace la zona de estudio y fue encontrada en la investigación del subsuelo, pues no aflora. Consiste de lodolitas grises laminadas, de fisibilidad baja. Su espesor es mayor de 4 m.

Unidad de areniscas cuarzosas de la Fm. Guaduas – Parte media (TKgm - Are)

Esta unidad infrayace la mayor parte de la zona de estudio y solo se observa en afloramientos pequeños y muy aislados.

Unidad de areniscas cuarzosas, moderadamente a bien cementadas, de grano medio a muy grueso, con granos de formas subangulares a subredondeados. La arenisca se dispone en capas gruesas, de espesor cercano a 2 m, separadas por intercalaciones delgadas (menores de 5 cm) de lodolitas grises, laminadas, poco fisibles, con plasticidad media a alta.

Su permeabilidad y porosidad es muy alta y su fracturamiento es variable entre muy fracturadas e intensamente fracturadas (generalmente correspondiente a número de Cecil 7, con tres familias de discontinuidades y discontinuidades dispersas). Como estructuras sedimentarias internas se observan estratificación interna ondulosa a plano paralela (ver Fotografía 4-1 y Fotografía 4-2).

Unidad de lodolitas superiores de la Fm. Guaduas – Parte media (TKgm – Are-Lod2)

Lodolitas (arcillolitas limosas) blancas en seco y grises claras-verdosas en húmedo, con espesor mayor de 2 metros. Son rocas finogranulares laminadas, muy alteradas, razón por la cual no se observa su fisibilidad. Aflora únicamente en el escarpe que constituye los patios traseros de la Calle 67B sur y en sectores ubicados adyacentes a la zona de estudio hacia el norte. Alteran a suelos residuales arcillosos de alta plasticidad, los cuales al ser afectados por la concentración de aguas residuales han causado un deslizamiento en la parte sur (ver Fotografía 4-3).

Unidad de suelos transportados (Qco) (Formación Mondoñedo?)

Coluvión clasto-soportado no reciente (cubierto por suelos negros con influencia de cenizas volcánicas) con fragmentos de areniscas cuarzosas subangulares y angulares con aureolas de oxidación. El tamaño máximo de los fragmentos pétreos es de 40 cm y el tamaño promedio de 5 a 20 cm. La matriz es areno-limosa gris clara en seco y gris parda a oscura en húmedo. El depósito tiene alta permeabilidad y su espesor varia entre 50 cm. y 2 m. Dada la existencia de tinciones oscuras en algunos afloramientos, se puede suponer que esta unidad infrayacía los suelos oscuros con influencia de cenizas volcánicas que fueron removidos por la actividad urbanística (ver Fotografía 4-4)(afirmación además soportada por un pequeño afloramiento de suelos negros endurecidos, correspondientes al horizontes de lixiviación y depositación coloidal de arcillas y materiales orgánicos denominado coloquialmente “neme”, aunque en dicho afloramiento este material reposa directamente sobre el macizo de arenisca)

Es probable que corresponda a la Fm. Mondoñedo, descrita (Van der Hammen, 1995)[8] como: “secuencia de depósitos coluviales de grano fino intercalados con paleosuelos… los colores rojizos… son atribuidos a condiciones relativas de humedad. Los sedimentos limosos verdosos suprayacentes probablemente representan cenizas volcánicas meteorizadas” De acuerdo con el mismo autor, esta formación se depositó en el Cuaternario Tardío (última glaciación y Holoceno)

Sobre esta unidad se observan cortes sub-verticales de hasta 1,5 metros, sin problemas de estabilidad. Aflora en pocos cortes de la parte superior norte de la zona de estudio.

Unidad de rellenos antrópicos (Qra)

Relleno de 30 cm a 3 metros de espesor, con matriz generalmente arenosa, de colores variables entre pardos medios y grises claros, generalmente matriz soportados, con fragmentos pétreos de tamaño variado, escombros de construcción y en algunos sitios con gran cantidad de basuras. En el mapa geológico anexo se dividió esta unidad en dos subunidades: la de Rellenos antrópicos (Qra1) sin predominio de fragmentos pétreos (en los cuales los clastos de arenisca tienen tamaños usualmente menores de 10 cm) y los parches de materiales antrópicos con bloques gruesos (Qra2) con tamaños de bloques angulares de arenisca entre 20 y 40 cm que posiblemente provengan del agrupamiento de bloques de tamaños demasiado grandes para ser triturados o vendidos al momento en que la actividad extractiva estaba activa (ver Fotografía 4-5 y Fotografía 4-6).

[8] VAN DER HAMMEN, Th. “Plioceno y Pleistoceno en el altiplano de Bogota y alrededores”. Análisis geográfico No. 24. Instituto Geográfico Agustin Codazzi. Bogotá. (1995).

4.4.2 Estructural

Falla de Juan Pablo II

Adyacente a la zona de interés (aproximadamente 100 metros al sur del extremo sur del área de estudio), se presenta el eje de la denominada informalmente en este documento Falla de Juan Pablo II, falla de rumbo (dextral?) con dirección aproximada N75W, y plano cercano a la vertical. Existe una familia de discontinuidades relacionada con esta falla geológica. Es importante anotar que la falla fue descrita y cartografiada (DPAE - Georiesgos, 2005). La falla es de rumbo, probablemente sinestral, con una pequeña componente normal. Como ya se anotó, la falla separa dos dominios estructurales, un dominio sur con planos de estratificación ladera afuera (hacia el occidente) un dominio norte con planos de estratificación ladera adentro (hacia el oriente), dentro del cual se encuentra la zona de estudio.

Mediciones

Dada la escasez y la mala calidad de los afloramientos, no fue posible la medición sistemática de datos de discontinuidad. Se midieron algunos datos de estratificación y de diaclasamiento, y dos estrías de fricción. Estos datos se observan en el ANEXO 8.(anotados como acimut del buzamiento / inclinación de buzamiento).

De lo anterior puede anotarse que el rumbo de los planos de estratificación varía entre N5W y N25E y las inclinaciones entre 28 y 52 hacia el oriente (ladera adentro); que existe una familia de diaclasas asociada a las fallas con estrías de fricción y que dichas fallas tienen un rumbo aproximado N45E y que son de rumbo (sinestral?), con un pequeño componente en la vertical.

4.5 GEOMORFOLOGÍA

4.5.1 Morfoestructural

La zona se ubica en una forma de ladera estructural desarrollada sobre areniscas. Hace parte del Piedemonte sur de la Sabana de Bogotá y presenta una morfología con pendientes naturales que varían entre 5 y 20º y sectores sometidos previamente a extracción con pendientes sub-verticales, con taludes de máximo 12 metros de altura).

La zona de interés se encuentra en la parte alta de una ladera de tipo estructural que conforma un monoclinal fallado con inclinación hacia el oriente (ladera adentro).

La ladera tenía una inclinación promedio de 25-30º y conformaba una zona más escarpada que las geoformas adyacentes. Probablemente, el hecho de tener más inclinación facilitó su escogencia como zona de extracción de materiales de construcción, labor que fue adelantada mediante cortes aproximadamente paralelos al rumbo de las capas en las partes media y alta de la ladera. Como consecuencia de estas actividades, se crearon condiciones cinemáticas para la desestabilización de pequeñas porciones de macizo rocoso por la creación de escarpes antrópicos sub-verticales sobre rocas sometidas a esfuerzos (voladuras) que disminuyeron sus características de resistencia.

Laderas de contrapendiente con intervención alta (actividad extractiva) (Lcp_A)

Se ubican en la parte media de la zona de estudio, en las áreas que fueron intervenidas por la actividad extractiva. Se desarrollan sobre areniscas y en menor proporción lodolitas intercaladas con areniscas que originalmente se encontraban cubiertas por suelos coluviales delgados y suelos oscuros. Sus pendientes son sub-verticales, con segmentos en voladizo. Están sujetos a la caída de bloques, dado su fracturamiento y la disminución de sus características de resistencia por los esfuerzos a los que fueron sometidos durante su laboreo como yacimiento minero. Sus pendientes varían entre 60 y 90º, con algunos taludes o porciones de talud en voladizo.

Esta unidad incluye las sub-unidades de escarpes mecanizados y explanaciones antrópicas.

Escarpes mecanizados

Son los escarpes producidos por la actividad extractiva o por el retroceso de ellos mediante procesos de remoción en masa. Sus pendientes son sub-verticales (mayores de 60º). Están sujetos a la caída de bloques, dado su fracturamiento y la disminución de sus características de resistencia por los esfuerzos a los que fueron sometidos durante su laboreo como yacimiento minero. La ocurrencia de caída de bloques es probable, aunque hay que anotar que los escarpes con dicha probabilidad tienen alturas menores de 6 metros.

4.5.1.1 Explanaciones antrópicas

Formas suaves producidas por las actividades extractivas (patios de cantera) y también por las adecuaciones para vías de acceso. Los gradientes de pendiente suelen ser menores de 10º. Se ubican en la parte baja de la zona de estudio, adyacentes a los taludes de la antigua explotación minera.

Laderas de contrapendiente con intervención baja (Lcp_B)

Corresponde a la parte alta de la zona de estudio, la cual se encuentra prácticamente sin intervención. La intervención que se ha dado consistió en el cubrimiento del terreno con viviendas y con vías, sin cortes ni rellenos considerables (menores de 1 m). La cobertura de estas zonas es la original de la ladera: el coluvión fino cubierto por una delgada capa de suelos oscuros limosos. Los rangos típicos de pendiente para estas zonas no intervenidas varían entre 20 y 25º. No se observaron procesos de remoción en masa sobre esta unidad.

Ladera con relleno de cauces (Lrc)

Corresponde a la parte alta suroriental adyacente a la zona de estudio. Sobre esta unidad existía un cauce con entallamiento de aproximadamente 5 metros de profundidad, el cual fue rellenado para adecuar el terreno para actividad urbanística.

4.5.2 Morfodinámica

Meteorización

La meteorización es el conjunto de procesos externos (físico-químicos) que causan la alteración y desintegración de los componentes de las rocas y los suelos.

Para el área estudiada, el factor principal de meteorización es de tipo hídrico, en la que el lavado de ciertos minerales, y la concentración de otros, lleva al cambio de los suelos originales en suelos tipo residual. Los suelos residuales son fácilmente observables en algunos parches donde la actividad extractiva exhumó los niveles de lodolitas.

Los procesos de meteorización se muestran en estadios avanzados en algunas zonas de la parte superior, no intervenida por actividades extractivas, se observan suelos arenosos y limosos de colores rojizos. Estos colores, concordantes con altos contenidos de óxidos e hidróxidos de hierro se relacionan con ambientes húmedos, no con los ambientes secos semidesérticos como el que actualmente se encuentra en la zona de estudio (ver Fotografía 4-7). Todo lo anterior permite inferir que, en general, el área tuvo estabilidad en el tiempo, pero que dicha situación fue modificada por la intervención antrópica (extracción de materiales y rellenos de cauces).

Erosión hídrica concentrada

Se definen como el grupo de eventos por medio de los cuales el material rocoso o los suelos son desprendidos o disueltos y transportados por el agua a lo largo de un eje lineal. Esto incluye, en el caso de los suelos, el movimiento de partículas arrancadas por el impacto de las gotas de lluvia que son transportadas en un flujo superficial.

Para la zona de estudio, la fotointerpretación muestra carcavamiento en las laderas ubicadas al otro lado de la divisoria de aguas ubicada al oriente de la zona, las cuales se encuentran, fuera del área de estudio.

Procesos de remoción en masa

4.5.2.1.1 Deslizamientos

El movimiento consiste de deformación por corte y desplazamiento, a lo largo de una o varias superficies que son visibles o pueden inferirse razonablemente, o dentro de una zona mas o menos estrecha. La rotura del talud no siempre es simultánea en todos los puntos de la superficie de falla, sino que puede propagarse desde una zona de falla local. La masa afectada puede deslizarse mas allá de la superficie original de rotura sobre el terreno natural (Invias, 1996)[9].

[9] Instituto Nacional de Vias – INV. Manual de Estabilidad de Taludes, Geotecnia Vial. 1998

Los deslizamientos se clasifican, de acuerdo con su forma de ruptura, como rotacionales o traslacionales. A continuación se describen los últimos, que son los que se presentan en el área trabajada: Se relacionan con movimientos en los cuales la superficie de ruptura coincide con una superficie estructural, como un plano de buzamiento de una falla geológica, un plano de estratificación, un plano de diaclasa, etc. En este movimiento, la masa deslizada se efectúa por traslación sobre el plano de falla. A diferencia de los rotacionales, en los traslacionales es inherente la heterogeneidad de los materiales involucrados o la falla por superficies de discontinuidad.

En la parte central-sur, en un talud afectado por actividad extractiva se encuentran este tipo de procesos (deslizamiento traslacional) sobre lodolitas muy alteradas y suelos residuales arcillosos de media a alta plasticidad. Al parecer el agente detonante son las fugas de aguas servidas de viviendas ubicadas en la parte alta. El deslizamiento tienen una corona de aproximadamente 15 metros y un espesor aparentemente menor de 3 metros (ver Fotografía 4-8).

4.5.2.1.2 Caídas y desprendimientos

Una caída representa la disgregación rápida de un volumen de material litológico a lo largo de una superficie sobre la cual ocurre muy poco desplazamiento cortante. Este movimiento ocurre sobre taludes verticales, sub-verticales o en voladizos, donde la gravedad constituye el principal agente motor del movimiento. Las caídas, desprendimientos o desplomes son generados por procesos similares; ellos se distinguen solamente por la magnitud del fenómeno.

Las caídas son generalmente movimientos intermitentes en caída libre, asociados a escarpes de macizos rocosos con material litológico relativamente resistente y que presentan fracturamiento moderado a intenso; el volumen de material afectado es generalmente bajo y representa fragmentos independientes (cantos a bloques) En los desprendimientos se produce una disgregación de masa litológica ya sea de suelo o roca fracturada y existe un descenso súbito con fragmentación del material a lo largo de una ladera de fuerte pendiente (ver Fotografía 4-9).

En el caso de la zona de estudio el proceso se da a partir de las areniscas dispuestas en capas gruesas con desprendimiento y caída de material en fragmentos mayores de 30 cm.

4.6 ANTECEDENTES HISTÓRICOS DE PROCESOS DENUDACIONALES.

Este numeral se basó en el análisis multitemporal de fotografías aéreas (Tabla 4-1), en el cual se destacaron los diferentes tipos de materiales, los cursos de agua, los rellenos antrópicos, entre otros aspectos relevantes. (ver ANEXO 8)

4.6.1 Vuelo C604 (Foto 018) de 1951.

La zona no ha sido intervenida por actividad urbanística. El uso de suelo corresponde a potreros. El área de estudio se encuentra sobre una franja más escarpada que las laderas adyacentes, en la cual no es evidente la susceptibilidad a procesos de remoción en masa más si al carcavamiento. Nótense los lineamientos fotogeológicos que evidencian la

complejidad tectónica del flanco occidental del Sinclinal de Usme y el curso de agua que existía dentro del área de estudio.

4.6.2 Vuelo R1131 (Foto 025) de 1977.

La zona muestra una fuerte intervención por actividades extractivas, llevadas a cabo de manera desordenada y anti-técnica. Los frentes de extracción se ubican sobre la antigua zona de mayor pendiente. Los cursos de agua existentes fueron alterados. Dentro del área de estudio se ubican frentes de extracción con dirección aproximada Norte – Sur, el principal de los cuales se ubica en la parte alta de la ladera

4.6.3 Vuelo R1153 (Foto 256) de 1990.

La intervención extractiva culminó y es evidente la ocupación de zonas explotadas antitecnicamente con urbanización informal (zona de estudio) y también formal (zona de Las Acacias, adyacente al curso de la quebrada Limas. El frente de extracción que define la zona de estudio avanzó hacia el norte. La situación a esta fecha ya era muy similar a la actual.

4.6.4 Vuelo C2717 (Foto 114) de 2004.

En esta imagen se aprecia la situación actual, con zonas de antiguas actividades extractivas cubiertas por la retícula urbana. Sin embargo, en el caso del barrio Juan Pablo II, la situación de inestabilidad no es precaria, como en otras áreas que ocupan antiguos frentes de extracción.

Tabla 4-1 Fotografías utilizadas en el análisis multitemporal

Vuelo	No. Fotos	Escala	Fecha
C-604	017 a 019	1 : 25.000	1951
C-1732	191 a 195	1 : 8.000	1977
R-1131	139 a 141	1 : 5.000	1990
R-1153	254 a 257	1 :11.200	1990
C2717	114 y 115	1 : 21.000	2004

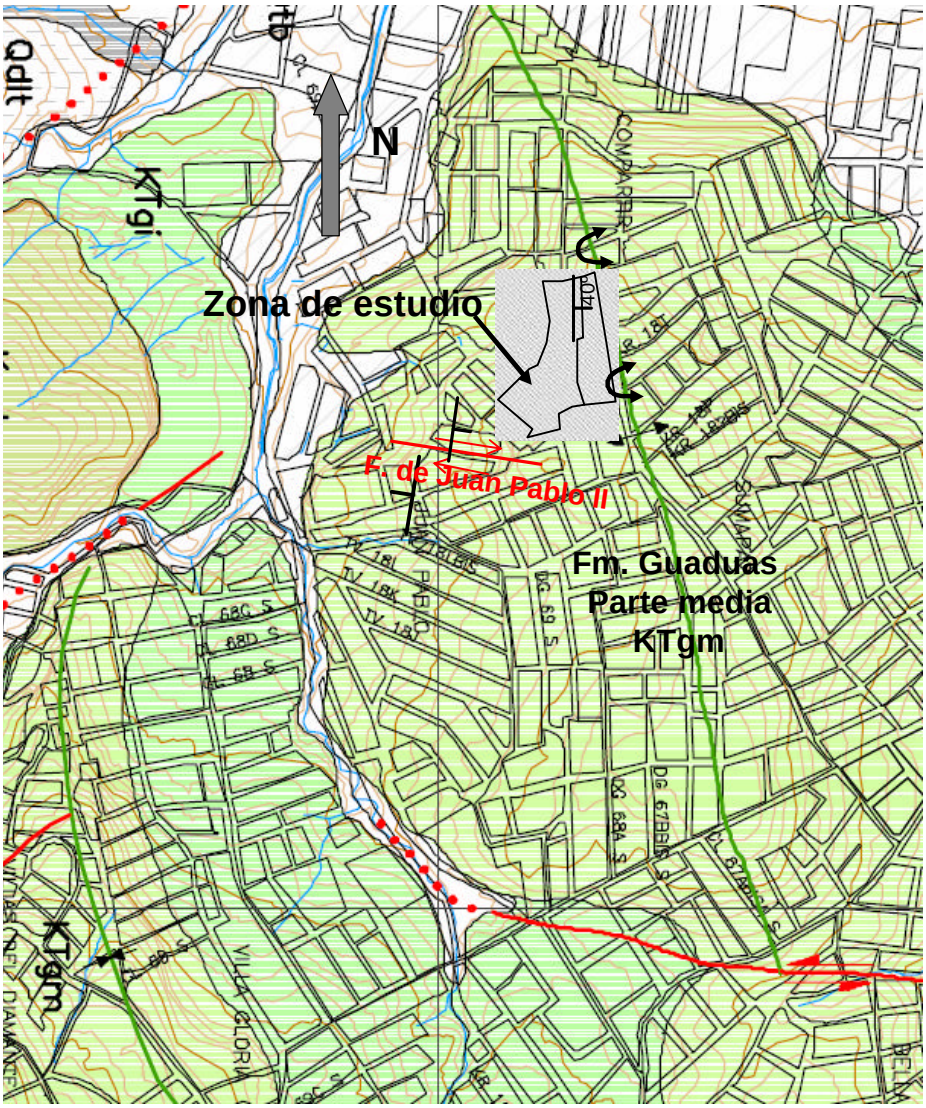


Figura 4-1 Marco Geológico Regional del área de estudio (Tomado de Upes, 1999), con modificaciones a partir de este estudio y otros de Georiesgos (inclusión de la F. de Juan Pablo II, del carácter tumbado del anticlinal, etc.)



Fotografía 4-1 Areniscas cuarzosas bien cementadas de la Fm. Guaduas (Mb. Medio). Nótese el tamaño de grano grueso y muy grueso.



Fotografía 4-2 Aspecto de la disposición de las areniscas en capas gruesas.



Fotografía 4-3 Lodolitas grises laminadas poco fisibles.



Fotografía 4-4 Suelo transportado, con influencia coluvial y posiblemente fluvio-glaciar.



Fotografía 4-5 Rellenos antrópicos, con predominio de bloques con poca matriz o matriz ausente (probablemente relacionados con el apilamiento de bloques no aprovechables en la industria extractiva).



Fotografía 4-6 Rellenos antrópicos, con mezcla de materiales variados en matriz arenosa de colores amarillentos. Nótese su espesor, mayor de 2 m.



Fotografía 4-7 Colores amarillentos en suelos de la parte superior del área



Fotografía 4-8 Deslizamiento traslacional sobre suelos residuales arcillosos.



Fotografía 4-9 Posibilidad de caída de bloques en taludes de poca altura (menores de 4 metros), en el escarpe de la antigua extracción de materiales ubicado al centro de la zona de estudio.

5 COBERTURA VEGETAL Y USOS DEL SUELO

5.1 CATEGORIAS DE CLASIFICACIÓN

El uso del suelo y de la cobertura vegetal en una región es el resultado de las características del medio físico (clima, suelo), de la estructura agraria (tendencia de la tierra) y de las actividades económicas. Esto determina que el uso del suelo se constituya en un factor importante en la inestabilidad del terreno.

La cobertura vegetal, en general, constituye un papel fundamental en las condiciones de estabilidad, particularmente en lo referente al control de erosión (interceptación, retención, retardo, infiltración, transpiración), y contribuye a prevenir movimientos en masa (deslizamientos superficiales).

Además, la cobertura vegetal juega un papel fundamental en la calidad de vida de los habitantes, pues el manejo sostenible de la cobertura vegetal garantiza la calidad del suelo, agua y aire, entre otros.

Con base en el reconocimiento y criterio, en la identificación de la cobertura vegetal y uso actual del suelo, se obtuvo las diferentes categorías de clasificación que se presentan en los siguientes numerales y se muestran en el Plano No 8.

5.1.1 ÁREAS URBANAS CONSOLIDADAS (ZUP)

Constituye aquellas áreas cien por ciento consolidadas (construcciones y vías). Estas zonas están limitadas por bordes de muros, bordes de escaleras, ocupando toda la ladera, calles peatonales pavimentadas con sus respectivas zonas de servicios. Este tipo de área corresponde al 71% del área de estudio.

5.1.2 AREAS URBANAS SIN PAVIMENTAR (ZUSP)

Constituye zonas suburbanas, no pavimentadas, adecuadas con material de relleno o construidas sobre la roca y o depósitos de suelo. La comunidad ubica las viviendas sobre estos materiales con servicios pero sin la generación de vías adecuadas internas.

En general el acceso se realiza por medio de calles peatonales pavimentadas adyacentes. Este tipo de área corresponde al 14% del área de estudio.

5.1.3 PASTOS O VEGETACIÓN HERBÁCEA (PN)

Áreas cubiertas por partes naturales. Los pastos hace referencia a la cobertura vegetal caracterizada por vegetación baja (menos de un metro de altura), compuesta por hierbas y gramíneas especialmente.

En la zona de estudio se presenta estas zonas con alguna intervención antrópica como cortes de capa vegetal, bajos espesores de suelos y manejo de drenaje bajo a nulo. . Este tipo de área corresponde al 10% del área de estudio.

5.1.4 ERIALES (E)

Corresponde a las áreas de canteras y afloramientos de roca, desprovistos de vegetación, con diferentes grados de erosión. Presentan limitaciones para el crecimiento de la vegetación u otro tipo de cobertura. En la zona de estudio corresponden a un 1% del área.

5.2 CONDICIONES DE LA URBANIZACIÓN

El uso del suelo en la zona pertenece directamente a viviendas de uno y dos pisos en un 95% aproximadamente.

6 CARACTERIZACIÓN GEOTÉCNICA

Para determinar las características y propiedades mecánicas del subsuelo, en el presente estudio se adelantan una serie de actividades de exploración del subsuelo consistente en perforaciones mecánicas, trincheras, apiques y ensayos de laboratorio. En este numeral se describen los resultados alcanzados a la fecha de presentación de este informe.

6.1 EXPLORACIÓN DEL SUBSUELO

De acuerdo con las condiciones de la zona de estudio, se estableció el plan de exploración presentado en el Figura 6-1 con el objeto de establecer las principales condiciones del subsuelo en relación con la distribución de los materiales y su comportamiento mecánico. La exploración del subsuelo contempla métodos directos como sondeos, apiques, trincheras y métodos indirectos como línea de refracción sísmica.

El programa de exploración contempla la ejecución de siete sondeos, cuatro apiques, dos trincheras y dos líneas sísmicas.

6.1.1 Sondeos Mecánicos, Apiques y Trincheras

Se han efectuado 5 sondeos manuales con profundidad variable entre 0.8 y 4.0m mediante los cuales se recuperaron muestras de los materiales encontrados, que permiten su identificación y la caracterización detallada en el laboratorio. Además se realizaron dos sondeos mecánicos a profundidades de 9.0m y 14.0m.

Con el fin de tener una mejor descripción de los materiales predominantes y de obtener muestras inalteradas para la realización de compresiones inconfinadas, cortes directos y un ensayo triaxial, se realizaron cuatro apiques con profundidades entre 0.8m y 1.6m,

En el afloramiento rocoso hacia la zona sur del área de estudio, más específicamente en la carrera 18R con calle 67 A, se realizó una trinchera de la cual se obtuvieron bloques de roca para ser ensayados en laboratorio.

Hacia el costado sur del área de estudio, en la parte posterior de la vivienda identificada como 18T-54, se evidencian procesos de inestabilidad, con el fin de caracterizar el material involucrado en dichos procesos se efectuó una trinchera hacia la parte media de la ladera de la cual se recupero una muestra inalterada, en la parte baja de este mismo sitio se recuperó otra muestra inalterada.

Adicionalmente, se ejecutaron pruebas de campo como el ensayo de penetración estándar con el fin de establecer ordenes de magnitud de la resistencia de los materiales.

La distribución de los sondeos presentada anteriormente, permitiría identificar la secuencia estratigráfica de materiales y corroborar información de geología regional y local.

En el ANEXO 4 se presentan los resúmenes gráficos de los registros de cada una de las perforaciones realizadas (información procesada y de campo). Las profundidades

alcanzadas en los sondeos y apiques se presentan en la Tabla 6-1 y Tabla 6-2 respectivamente.

En total se han obtenido 31 muestras alteradas del ensayo de penetración estandar – SPT por medio de la cuchara partida. El listado de muestras por sondeo se presenta en el ANEXO 4.

6.1.2 Pruebas de campo

Durante la ejecución de los sondeos se realizaron ensayos in-situ de penetración estándar (SPT) para controlar cambios estratigráficos y posteriormente se analizaran para obtener estimaciones de la resistencia al corte de los suelos encontrados, incluido en el ANEXO 4.

Para cada una de las muestras extraídas por mecanismos de rotación (roca), se determinó el porcentaje de recobro y el RQD (Rock Quality Designation).

6.2 ENSAYOS DE LABORATORIO

Sobre las muestras obtenidas de los sondeos ejecutados se ha iniciado ensayos de clasificación. Para realizar los demás ensayos se obtendrán algunas muestras adicionales en las trincheras, taludes de corte y apiques. En la Tabla 6-3 se relaciona el número de ensayos ejecutados:

6.3 MATERIALES

La caracterización geomecánica de los materiales, se hizo a partir de los resultados obtenidos en el programa de investigación del subsuelo, líneas de refracción sísmica y ensayos de laboratorio (ANEXO 4).

En los siguientes numerales se presenta la descripción de cada material detectado en el sitio explorado.

6.3.1 Material 1 (RELLENO ANTRÓPICO)

Relleno de 30 cm a 2 metros de espesor, con matriz generalmente arenosa, de colores variables: amarillentos y grises, generalmente matriz soportados, con fragmentos pétreos de tamaño variado, presentan humedades bajas entre 11 y 27 %, es decir en el rango plástico. Su plasticidad es media a alta, oscilando entre 11 y 29%. Clasifica como CL. Registran velocidades de onda vertical de entre 356 y 743 m/s.

6.3.2 Material 2 (DEPÓSITO COLUVIAL)

Coluvión matriz-soportado reciente proveniente del deslizamiento de suelos residuales arcillosos de alta plasticidad. El espesor es menor de 3 m.

6.3.3 Material 3 (FORMACIÓN GUADUAS (Lodolitas))

Lodolitas multicolores, con predominio de grises, laminadas, poco fisibles, que desarrollan suelos residuales arcillosos de alta plasticidad, presentan humedades bajas

entre 10 y 13 %, es decir en el rango plástico. Su plasticidad es media, oscilando entre 17 y 27%. Clasifica como CL. Registran velocidades de onda vertical y horizontal de 1261 m/s.

6.3.4 Material 4 (FORMACIÓN GUADUAS (Areniscas))

Arenisca cuarzosa, bien cementadas, de grano medio a muy grueso, con granos de formas subangulares a subredondeados. En capas gruesas, de espesor cercano a 2 m, separadas por intercalaciones delgadas (menores de 5 cm) de lodolitas grises, presenta humedad baja entre 4 y 3 %. Su resitencia a la compresión se encuentra entre 0.41 y 0.56 toneladas, un peso unitario promedio de 1.96 ton/m^3. En condición saturada su resistencia al corte presenta valores de ángulo de fricción (?? entre 27 y 40º y de cohesión entre 3.1 y 4.8 ton/m^2. Registran velocidades de onda horizontal de 3015 m/s.

Tabla 6-1 Profundidades de sondeos

Sondeo No.	Profundidad (m)
1	4.00
2	0.80
3	2.00
4	2.80
5	3.70
6	9.00
7	14.00

Tabla 6-2 Profundidades de apiques

Sondeo No.	Profundidad (m)
1	1.60
2	0.80
3	1.00
4	1.20

Tabla 6-3 Cantidades de ensayos de laboratorio realizados

Ensayo de laboratorio	Cantidad
Contenido de humedad natural	26
Límites de consistencia (LL y LP)	23
Granulometría	16
Lavado sobre tamiz No 200	7
Peso unitario (total y seco)	4
Compresión triaxial monotónica en suelos	1
Compresión en roca	2
Corte Directo saturado	2

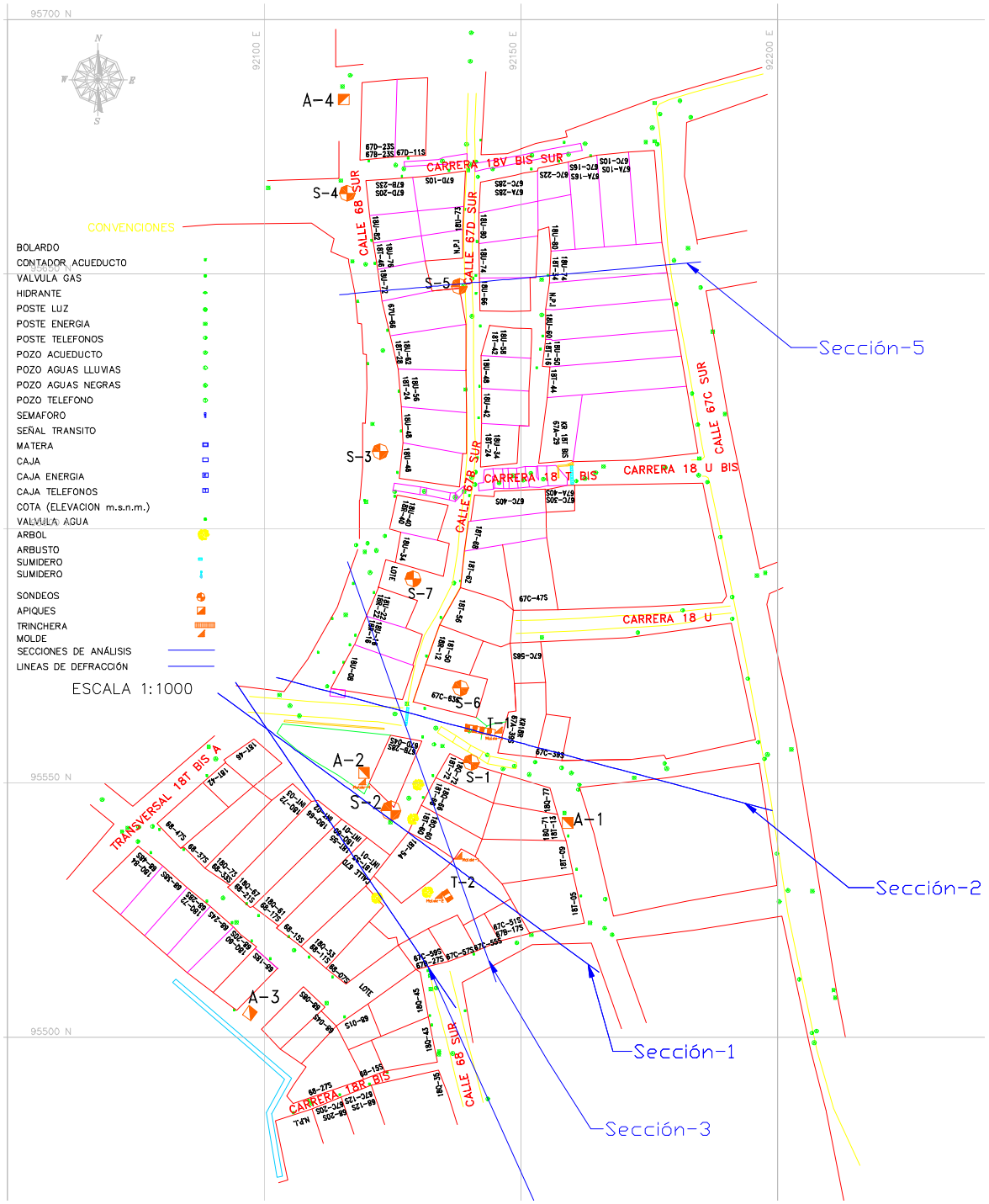


Figura 6-1 Localización de exploración

7 EVALUACIÓN DE AMENAZA POR FRM

7.1 INTRODUCCIÓN

La zona presenta antecedentes históricos de intervención minera pero no se evidencian procesos geomorfológicos actuales activos, con un cubrimiento del orden del 90% de viviendas consolidadas, obras de urbanismo y vías pavimentadas. Los espesores de suelo existentes no superan en la mayoría de la zona los dos metros de espesor y la roca de la Formación Guaduas aflora en varios puntos con pequeños espesores de coluvión antiguo.

El daño existente de una vivienda ubicada hacia la parte inferior obedece a problemas de asentamientos en rellenos no adecuados y las ubicadas hacia la parte superior del talud por mal manejo de agua hacia los taludes y los rellenos, degradando la roca a suelos residuales.

Por lo anterior los análisis cuantitativos de estabilidad no son posibles de ejecutar o se pueden considerar como herramientas no provechosas ya que los factores de seguridad generados serán altos con probabilidad baja de eventos sin dilucidar un modelo acorte a lo esperado en el sitio de estudio y generando condiciones sobreestimadas de amenaza.

Por ello se plantea para el análisis un modelo semicuantitativo que evalué las condiciones de la zona, en cuanto a la intervención antrópica, drenaje, condiciones de materiales entre otros aspectos que permitan evaluar en forma aproximada la amenaza por FRM basado en el criterio del evaluador y acorde a las consecuencias de intervención en la zona y su progreso en el tiempo.

De esta forma se utilizará la metodología SES modificado (Sistema Semicuantitativo de Evaluación de Estabilidad) propuesto por Ramírez (1989) y modificado por González (1997)[10], el cual es utilizado por la DPAE en análisis de Amenaza para conceptos de legalización de barrios. Esta metodología se basa en la evaluación de ocho variables las cuales presentan un máximo valor para buenas condiciones y mínimos valores para malas condiciones. La sumatoria de estas variables permite evaluar el nivel de amenaza existente.

7.2 METODOLOGÍA SES

La metodología SES modificado contempla las siguientes variables de trabajo:

1. **Tipo de materiales**: referente al levantamiento geológico, reconocimiento geotécnico y a la información de exploración del subsuelo y ensayos de laboratorio. La metodología hace referencia a tres tipos de material: roca, material intermedio y suelo.

[10] GONZÁLEZ, Álvaro (1999). Estimativos de parámetros efectivos de resistencia con el SPT en X Jornadas Geotécnicas de la Ingeniería Colombiana. Sociedad Colombiana de Ingenieros – Sociedad Colombiana de Geotecnia. Bogotá. 1999.

2. **Efectos antrópicos**: densidad de vivienda y efectos de explotación de áreas adyacentes.
3. **Relieve**: Referente a la pendiente del terreno.
4. **Drenaje.** Referente a la cantidad de drenajes y pendientes del cauce.
5. **Usos del suelo.** Referente al control de erosión y aguas de escorrentía superficial.
6. **Clima**: referente al periodo de retorno de lluvias asociado a la zona.
7. **Erosión**: el estado actual de la zona frente a los procesos de degradación por agentes externos.
8. **Sismo**: análisis de estabilidad y actividad sísmica

De acuerdo a estos parámetros se desarrollan las diferentes tablas de evaluación las cuales se incluyen en el ANEXO 10 planteadas en el Análisis de la metodología SES.

Para cada una de estas variables se califica teniendo como valores máximos y mínimos los siguientes:

Tabla 7-1 Calificación de estabilidad

PARÁMETRO	SÍMBOLO	PUNTAJE	
		MÁXIMO	MÍNIMO
MATERIAL	**M**	70	1
FACTOR ANTRÓPICO	**A**	50	2
RELIEVE	**R**	36	7
DRENAJE	**D**	35	6
USO DEL SUELO	**U**	25	3
CLIMA	**C**	40	3
EROSIÓN	**E**	12	2
SISMO	**S**	22	0
CALIFICACIÓN DE ESTABILIDAD		290	24

La metodología SES planteada y los puntajes son los que recomienda la DPAE para la ejecución de conceptos de riesgo. La asignación de puntajes tiene que ver con el % de peso que se le debe dar a cada variable. En este caso el material (24%) y el factor antrópico (17%) son las variables de mayor peso en el 100%. La DPAE en comenta que han sido ajustadas de acuerdo a las condiciones de la ciudad y además por la utilización de esta metodología en la zonificación de la ciudad en 1997.

La evaluación de parámetros anteriores que se deben calificar, permiten categorizar la amenaza de la siguiente forma asociándolo al valor de probabilidad de falla:

Tabla 7-2 Categorización de amenaza

AMENAZA SES	CALIFICACIÓN

ALTA	<146
MEDIA	146 – 171
BAJA	>171

La comparación de probabilidad en función de la probabilidad hace mención a los valores de probabilidad de falla obtenidos en el estudio de Ingeocim en 1997[11] luego de realizar el modelo de superposición y contrastación entre los modelos SES y MTN (Método de taludes naturales), asignando las probabilidades de falla.

7.3 ANALISIS

Inicialmente, se identificaron zonas por pendiente de donde se obtuvieron 11 zonas. De estas zonas se identificaron 13 zonas adicionales dentro de las 11 zonas previamente identificados en función de los tipos de material y unidades geomorfológicos. En la Figura 7-1 se presenta delimitado cada una de las zonas de estudio.

Para cada una de estas unidades se evalúo cada una de las ocho variables mencionadas de la siguiente forma:

7.3.1 Tipo de material - M.

Teniendo en cuenta la ubicación de cada una de las subzonas desde el punto de vista de geología, así como unidades geomorfológicos se clasificaron de la siguiente forma:

Unidades de suelo. Se identificaron 16 unidades de suelo, las cuales se clasificaron como tipo S-3, en condición de suelo predominantemente fino y consistencia media. La influencia por grado de meteorización como roca parental sedimentaria clasifica el suelo como tipo S2 y por transporte como S3, el cual finalmente fue adoptado. Como unidad de suelo se clasifico como rellenos y depósitos coluviales.

Unidades de material intermedio. Se identificaron cuatro unidades de este tipo. Se clasificaron como I-2 el cual corresponde a erodabilidad media de la matriz para rocas sedimentarias con influencia media de las estructuras. La unidad utilizada fue los coluviones.

Unidad de roca. Se identificaron cinco unidades de roca. Se clasificaron como R-4 de origen sedimentario con fábrica cementada orientada. De acuerdo a su resistencia baja por compresibilidad y tamaño de bloque se clasifico como ligero con orientación de discontinuidades favorable o neutro.

[11] INGEOCIM Ltda. “Zonificación de Riesgo por Inestabilidad del Terreno para Diferentes Localidades en la Ciudad de Santa Fé de Bogotá D.C.” (1998).

Figura 7-1 Zonas y subzonas de análisis

A continuación se presentan los resultados obtenidos:

Tabla 7-3 Análisis por material – M

ZONA	SUBZONA	M - MATERIALES												
		U. GEOMOR	U.GEOL	ANÁLISIS	Tipo suelo	CT	Tipo de mat.	M	TIPO DE ROCA	Fracturamiento	ER	Discontinuidad	D	M
1	1	LcpB	Qra1	Suelo	S-3	25	12	37						37
1	2	Vlnserc	Qra1	Suelo	S-3	25	12	37						37
1	3	LcpB	Qra1	Suelo	S-3	25	12	37						37
2	1	LcpB	Qra1	Suelo	S-3	25	12	37						37
3	1	LcpB	Qco	Intermedio	I-2	28	22	50						50
3	2	LcpA_emec	Qra1	Suelo	S-3	25	12	37						37
3	3	Vlnserc	Qra1	Suelo	S-3	25	12	37						37
3	4	LcpB	Qra1	Suelo	S-3	25	12	37						37
3	5	LcpA_emec	Tkmg-Are,Brecha	Roca					R4	Ligero	25	Favorable o neutro	20	45
4	1	LcpA_emec	Qra1	Suelo	S-3	25	12	37						37
5	1	LcpB	Tkmg-Are,Qmo	Roca					R4	Ligero	25	Favorable o neutro	20	45
5	2	LcpA_emec	Qra1	Suelo	S-3	25	12	37						37
6	1	LcpB	Qra1	Suelo	S-3	25	12	37						37
6	2	LcpA_emec	Qra1	Suelo	S-3	25	12	37						37
6	3	LcpA_ea	Qra1	Suelo	S-3	25	12	37						37
6	4	LcpA_emec	Qra1	Suelo	S-3	25	12	37						37
7	1	LcpB	Qra1	Suelo	S-3	25	12	37						37
7	2	LcpA_emec	Tkmg-Are,Tkmg-lod	Roca					R4	Ligero	25	Favorable o neutro	20	45
7	3	LcpA_emec	Tkmg-Are,Tkmg-lod	Suelo	S-3	25	12	37						37
8	1	LcpB	Qmo,Tkmg-Are	Roca					R4	Ligero	25	Favorable o neutro	20	45
8	2	LcpA_emec	Qco	Intermedio	I-2	28	22	50						50
9	1	LcpB	Qmo	Intermedio	I-2	28	22	50						50
10	1	LcpA_emec	Tkmg-Are,Brecha,Qmo	Roca					R4	Ligero	25	Favorable o neutro	20	45
11	1	LcpA_emec	Qmo,Tkmg-Are,Qra2	Intermedio	S-3	25	12	37						37
11	2	LcpA_ea	Qra1	Suelo	S-3	25	12	37						37

7.3.2 Factor antrópico - A

Se evaluó una zona con nivel fuerte de intervención antrópica, seis con nivel moderado y 18 con valoración incipiente. Los resultados se presentan a continuación:

Tabla 7-4 Factor antrópico – A

ZONA	SUBZONA	A -FACTOR ANTRÓPICO	
		NIVEL	A
1	1	Incipiente	30
1	2	Incipiente	30
1	3	Incipiente	30
2	1	Incipiente	30
3	1	Fuerte	10
3	2	Moderada	20
3	3	Moderada	20
3	4	Incipiente	30
3	5	Incipiente	30
4	1	Incipiente	30
5	1	Incipiente	30
5	2	Incipiente	30
6	1	Incipiente	30
6	2	Incipiente	30
6	3	Incipiente	30
6	4	Incipiente	30
7	1	Incipiente	30
7	2	Moderada	20
7	3	Moderada	20
8	1	Incipiente	30
8	2	Moderada	20
9	1	Incipiente	30
10	1	Moderada	20
11	1	Incipiente	30
11	2	Incipiente	30

7.3.3 Relieve – R

Se identificaron 11 unidades por pendiente, las cuales se presentan a continuación:

Tabla 7-5 Análisis de pendientes por zona

ZONA	DISTANCIA	COTA INICIAL	COTA FINAL	PENDIENTE
1	36.22	2669.00	2671.50	6.90%
2	27.55	2656.00	2661.50	19.96%
3	16.39	2662.00	2667.50	33.56%
4	10.08	2632.00	2635.00	29.76%
5	10.61	2640.00	2646.00	56.55%
6	6.42	2645.50	2647.00	23.36%
7	13.94	2656.00	2662.00	43.04%
8	8.90	2660.00	2670.00	112.36%
9	20.88	2666.00	2672.00	28.74%
10	13.47	2650.00	2658.00	59.39%
11	10.99	2644.00	2646.00	18.20%

Estas zonas permiten evaluar las condiciones de relieve teniendo en cuenta el modelo de procesos geomorfológicos (J. B. Dalrymple et al. 1966) obteniendo los siguientes resultados:

Tabla 7-6 Relieve - R

ZONA	SUBZONA	R - POR RELIEVE				
		%	Subzona	A	B	R
1	1	7%	Ladera con infiltración	21	0	21
1	2	7%	Ladera con infiltración	21	0	21
1	3	7%	Ladera con infiltración	21	0	21
2	1	20%	Ladera con infiltración	21	0	21
3	1	34%	Escarpe o ladera rectilínea	12	3	15
3	2	34%	Ladera intermedia de transporte	7	5	12
3	3	34%	Ladera intermedia de transporte	7	5	12
3	4	34%	Ladera intermedia de transporte	7	5	12
3	5	34%	Ladera intermedia de transporte	7	5	12
4	1	30%	Ladera intermedia de transporte	7	5	12
5	1	57%	Ladera intermedia de transporte	7	5	12
5	2	57%	Ladera intermedia de transporte	7	5	12
6	1	16%	Ladera intermedia de transporte	7	5	12
6	2	17%	Ladera intermedia de transporte	7	5	12
6	3	23%	Ladera intermedia de transporte	7	5	12
6	4	23%	Ladera intermedia de transporte	7	5	12
7	1	43%	Ladera intermedia de transporte	7	5	12
7	2	43%	Ladera intermedia de transporte	7	5	12
7	3	43%	Ladera intermedia de transporte	7	5	12
8	1	112%	Ladera intermedia de transporte	7	5	12
8	2	112%	Ladera intermedia de transporte	7	5	12
9	1	29%	Ladera intermedia de transporte	7	5	12
10	1	59%	Ladera intermedia de transporte	7	5	12
11	1	18%	Ladera intermedia de transporte	7	5	12
11	2	18%	Ladera intermedia de transporte	7	5	12

7.3.4 Drenaje – D.

Para todas las zonas se selecciono un valor promedio que corresponde a una consideración de densidad de drenaje media (m/Ha) y pendiente media (5-15º).

? Uso del suelo y cobertura – U

De acuerdo al capítulo referente se ubicó cada zona y se clasifico, evaluando por puntaje de la siguiente forma:

Tabla 7-7 Uso del suelo y cobertura - U

ZONA	SUBZONA	U (USO DEL SUELO Y COBERTURA		
		COBERTURA	COBERTURA	U
1	1	AUC	VC>	20
1	2	AUC	VC>	20
1	3	AUC	VC>	20
2	1	AUC,P	PAV	20
3	1	AUC, E	VC<	12
3	2	AUC	VC>	20
3	3	AUC	VC>	20
3	4	AUC	VC>	20
3	5	AUC,P	PAV	20
4	1	AUSP	VC>	20
5	1	AUC,AUSP	VC<	12
5	2	AUC,P,AUSP	VC>	20
6	1	AUC,AUSP	PAV	20
6	2	AUC,P,AUSP	VC<	12
6	3	AUC,P,AUSP	AF	12
6	4	P,AUC	AF	12
7	1	AUC,AUSP	VC>	20
7	2	AUC,AUSP	AF	12
7	3	AUC,AUSP	AF	12
8	1	AUC,AUSP	VC>	20
8	2	E,P,AUC	CL	8
9	1	P,AUC,AUSP	PAV	20
10	1	AUC,P,E	VC>	20
11	1	AUSP	VC>	20
11	2	AUC,AUSP	VC>	20

7.3.5 Clima - C

La valoración del parámetro se realizó en función de la precipitación, por considerar que las lluvias en la mayoría de los casos actúa como factor detonante de los eventos de inestabilidad.

7.3.5.1 Lluvia crítica (relación lluvia – deslizamiento)

La precipitación es el factor que comúnmente se asocia con los fenómenos de remoción en masa, debido a que la mayoría de los deslizamientos ocurren en aguaceros de gran magnitud, o durante los periodos lluviosos, ya que al producirse la precipitación, el agua puede ser conducida por la superficie en forma de escorrentía o puede filtrarse a través de ella. El primero de estos dos fenómenos ocasiona problemas de erosión, principalmente en zonas donde no hay cobertura vegetal, donde la presencia de surcos y cárcavas puede hacer al talud susceptible al deslizamiento por medio de la infiltración, además de la permeabilidad media de los materiales, el agua procedente de la lluvia puede actuar en el talud o ladera de varias formas:

? Aumentando la presión de poros y por consiguiente disminuyendo los esfuerzos efectivos y la resistencia al corte.

? Originando presiones hidrostáticas en las diaclasas de las masas rocas produciendo fuerzas hidrodinámicas, especialmente cuando el agua fluye en sentido paralelo a la superficie del talud o ladera.

? Reduciendo la cohesión del material (reblandecimiento)

? Acelerando la meteorización

? Produciendo erosión interna

? Incrementando el peso total de la masa por humedecimiento de la misma.

El efecto adverso de los anteriores procesos en la estabilidad del talud o ladera va aumentando por la ocurrencia de las lluvias, durante varios días consecutivos o con pocos días de diferencia debido a que el talud no ha drenado el agua infiltrada de una lluvia cuando ocurre la siguiente y produce un fenómeno de acumulación progresiva hasta alcanzar los umbrales de inestabilidad que disparan el movimiento de una parte o de toda la ladera.

Para determinar la relación precipitación crítica – duración (relación lluvia – movimiento) es necesario disponer de un inventario detallado de movimientos con fecha de ocurrencia y localización del evento, para lo cual aunque la DPAE ha desarrollado bitácoras y registros históricos no se encontró suficiente información para realizar el análisis estadístico local (insuficiencia de datos en el tiempo). Por ello se recurre al estudio de amenaza, vulnerabilidad y riesgo por inestabilidad del terreno de varias localidades de Bogotá ejecutado por Ingeocim en 1998[12], en donde a partir de un inventario histórico de deslizamiento en toda Bogotá detonados por lluvias y registros históricos de precipitaciones diarias de estaciones en la ciudad, se encontró que la ciudad se puede dividir en zonas teniendo como ecuación para el suroccidente de Bogotá las siguientes:

[12] INGEOCIM Ltda. “Zonificación de Riesgo por Inestabilidad del Terreno para Diferentes Localidades en la Ciudad de Santa Fé de Bogotá D.C.” (1998).

Tabla 7-8 Lluvia crítica

ZONA	LLUVIA CRITICA (mm)	DURACIÓN (DIAS)
Suroccidental	0.3609 X LLUVIA ANUAL (mm)	$3.2829*LLCRITICA^{0.4157}$

El valor total anual medio multianual es de 616 mm en la estación Casa Blanca, la más cercana al área con una serie valores de longitud suficiente para adelantar estimativos confiables, datos dados en el Capítulo 4.

Para el barrio con valores de lluvia anual de 616 mm, corresponde una precipitación acumulada crítica de 222.70 mm, con una duración de 31 días. El periodo de retorno en esta zona y para la lluvia crítica esta dado en el estudio de Ingeocim Ltda[13] para 29 años de acuerdo al mapa de periodo de retorno asociados a la localidad Ciudad Bolívar. De acuerdo con estos resultados se puede concluir que el papel del agua, es el de servir como agente disparador para períodos de exposición cortos (< 30 años), lo cual sólo podría explicarse por la conjugación de más de una fuente, v.gr. aguas lluvias y aguas servidas.

De esta forma y de acuerdo a los rangos dados de clima en la metodología SES se considera de clasificación baja con un puntaje de 32.

7.3.6 Erosión – E

Se identificaron los procesos incipientes existentes en cada una de las zonas obteniendo los siguientes resultados

[13] INGEOCIM Ltda. “Zonificación de Riesgo por Inestabilidad del Terreno para Diferentes Localidades en la Ciudad de Santa Fé de Bogotá D.C.” (1998).

Tabla 7-9 Erosión – E

ZONA	SUBZONA	E-EROSION	
		TIPO	E
1	1	Sin erosión	12
1	2	Sin erosión	12
1	3	Sin erosión	12
2	1	Sin erosión	12
3	1	Sin erosión	12
3	2	Sin erosión	12
3	3	Sin erosión	12
3	4	Sin erosión	12
3	5	Sin erosión	12
4	1	Sin erosión	12
5	1	Sin erosión	12
5	2	Sin erosión	12
6	1	Sin erosión	12
6	2	Sin erosión	12
6	3	Sin erosión	12
6	4	Sin erosión	12
7	1	Sin erosión	12
7	2	Sin erosión	12
7	3	Laminar	10
8	1	Laminar	10
8	2	Laminar	10
9	1	Sin erosión	12
10	1	Sin erosión	12
11	1	Sin erosión	12
11	2	Sin erosión	12

7.3.7 Sismo – S

Se considera a la zona como suelo tipo S-2 con un valor de Am de 0.24. Para este valor se identifica un puntaje de 5.

7.4 RESULTADOS FINALES

Teniendo en cuenta la evaluación anterior y la tabla 7.2 se obtienen los siguientes resultados para cada una de las zonas:

Tabla 7-10 Amenaza por subzonas

ZONA	SUBZONA	SUMA TOTAL	EVALUACION AMENAZA
1	1	182	BAJA
1	2	182	BAJA
1	3	182	BAJA
2	1	182	BAJA
3	1	161	MEDIA
3	2	163	MEDIA
3	3	163	MEDIA
3	4	173	BAJA
3	5	181	BAJA
4	1	173	BAJA
5	1	173	BAJA
5	2	173	BAJA
6	1	173	BAJA
6	2	165	MEDIA
6	3	165	MEDIA
6	4	165	MEDIA
7	1	173	BAJA
7	2	163	MEDIA
7	3	153	MEDIA
8	1	179	BAJA
8	2	162	MEDIA
9	1	186	BAJA
10	1	171.0	MEDIA
11	1	173	BAJA
11	2	173	BAJA

Esta información es cartografiada de acuerdo a los bordes de cada subzona obteniendo el plano No. 05 de amenaza por FRM.

8 INVENTARIO DE VIVIENDAS

8.1 INFORMACION PRIMARIA

El análisis de vulnerabilidad empleará como conceptos de referencia -o criterio de evaluación- (Sánchez M, 2005): la resistencia, la forma y la adaptabilidad, todos bajo los prismas y directrices del razonamiento aproximado (gracias al uso de herramientas como: la distribución triangular, los intervalos y por que no la lógica difusa) y de la probabilidad subjetiva. Los dos primeros se destinarán al tratamiento de la vulnerabilidad física y el tercero al de la social.

En este orden de ideas el primer paso para la estructuración del modelo reside en conocer las componentes del sistema: los fenómenos de remoción en masa (tema que se abordó en el Capítulo de geología y amenaza), y las unidades físicas y las familias expuestas. La recopilación de los datos que permiten evaluar la capacidad de respuesta de la dos últimas y determinar su nivel de daño, se solventó a través del inventario de las viviendas inmersas en la zona de estudio.

8.2 INVENTARIO DE VIVIENDAS

El estudio de la vulnerabilidad de los elementos expuestos, en este caso las viviendas, se realizó utilizando como instrumento de recolección el “Formulario para la evaluación de daños y estado en edificaciones por fenómenos de remoción en masa” (DPAE, 2001).

El formato está conformado por 4 secciones: La primera de ellas denominada: Datos Generales, comprende información concerniente al propietario, a la ubicación espacial y catastral de los predios y a las características orgánicas de las viviendas. La segunda: Condición Estructural, indaga acerca de las características de fundación y de estructura de las construcciones así como de su calidad constructiva. La tercera titulada: Daños, se enfoca hacia la categorización de las averías o expresiones “patológicas” (a priori) en elementos estructurales y no estructurales, a la auscultación sobre filtraciones, y al planteamiento de alguna medida a priori de acuerdo con lo observado. Y la última condensa datos enmarcados en el contexto social.

Finalmente, contiene un espacio para observaciones, en las que se plasman comentarios de los habitantes o apreciaciones del aforador que en alguna medida contribuyen al estudio. En el ANEXO 5 se presenta el formato de campo, los formatos diligenciados se muestran el ANEXO 6, el ANEXO 7 se presentan los formatos digitalizados.

El trabajo de campo consistió inicialmente en una identificación de manzana por barrio por medio de los planos de DACD. Posteriormente se concreta las visitas de campo con acompañamiento de la comunidad. Con la identificación básica de problemas, zonas sociales complejas se inicia el barrido de manzana y lote para la elaboración de la encuesta. El trabajo de campo duró alrededor de 2 semanas con un promedio diario de 15 viviendas.

9 ANÁLISIS DE VULNERABILIDAD Y RIESGO

9.1 ANALISIS DE VULNERABILIDAD

La vulnerabilidad se puede definir como una condición existente en la sociedad o un grupo social, implicando población, entorno urbano e infraestructura urbana los cuales pueden verse afectados y sufrir daño o pérdida en caso de materialización de una amenaza. La vulnerabilidad puede generarse como social, física, económica, institucional, etc.

La vulnerabilidad física de esta forma puede definirse en función del grado de exposición de cada uno de los elementos del entorno y de su nivel de resistencia ante la ocurrencia de un evento.

La evaluación de la vulnerabilidad tiene como objetivo analizar la condición existente de las viviendas frente a la amenaza por los diferentes fenómenos de remoción en masa existentes en la zona de estudio y, conjugada con la evaluación de la amenaza traducirla en riesgo. Este análisis permitirá determinar las medidas y tratamientos que se pretendan desarrollar en la zona, disminuyendo el grado de exposición o incrementando la resistencia de un elemento.

La vulnerabilidad de las viviendas se optó por evaluar la vulnerabilidad de las viviendas a partir del grado de exposición de éstas ante el fenómeno amenazante (Índice de exposición, IE) y del comportamiento de las construcciones en tal circunstancia (Índice de resistencia, IR). Finalmente se conjugaran los índices antes descritos para estimar la vulnerabilidad física.

9.1.1 Tipos de vulnerabilidad

Las sociedades expuestas a diferentes eventos de origen natural pueden presentar problemas de índole social por su dificultad para recuperarse pues entre otros pierden sus lazos familiares, vecinales y de ciudad o hasta la vida; de índole institucional por la poca respuesta o la incapacidad de gobernar al generarse el problema; de carácter económico por la dificultad para volver a invertir o recuperar lo existente y de carácter físico que involucra las pérdidas tangibles y directas por la ocurrencia del evento.

Para este estudio el análisis estará enfocado a los siguientes tipos de vulnerabilidad:

? Vulnerabilidad social - VS: Es presentada por el nivel de ingresos y las condiciones económicas existentes en la población de la zona. Se relaciona directamente con parámetros como la resilencia, el cual mide el poder de recuperación por si misma de una comunidad luego de ocurrido el evento. La evaluación es meramente cualitativa y basada en la descripción de campo, sin ser introducido en la valoración de vulnerabilidad física de viviendas.

? Vulnerabilidad física - VF: presentada por los elementos expuestos principalmente las viviendas.

La vulnerabilidad institucional que mide el papel del Estado y las posibles consecuencias que atraería a la localidad, la ciudad y la región la ocurrencia de un evento y cuál sería la capacidad de respuesta de los entes de gobierno no es tenida en cuenta en este estudio. Se relaciona con la confianza existente actualmente hacia el gobierno, del papel ejecutado a nivel de mejoramiento de la conciencia pública y la solución pronta de los problemas urbanos los cuales son una percepción meramente subjetiva.

9.1.2 Línea base para el análisis

Con el fin de determinar la "línea base", conocida como aquellas variables iniciales de una sociedad que pueden verse afectadas por la ocurrencia de un evento, en este caso de fenómeno de remoción en masa, se encuestaron en campo los residentes de cada uno de los predios existentes aferentes y de importancia en el área de estudio mediante el "Formulario para el inventario de viviendas" desarrollado por la DPAE. Dicho formulario se diligenció con base en las respuestas de las personas interrogadas o con las observaciones de las condiciones existentes

En el ANEXO 5 se presenta el formulario base de la DPAE y en el ANEXO 6 y ANEXO 7 se presenta los formatos diligenciados y digitalizados. En total se inspeccionaron 100 predios de los cuales 5 son lotes vacíos.

En el Plano 4 se presenta la tipología de viviendas del área de estudio y hace referencia al tipo utilizado en este estudio. Para esto último se tuvo en cuenta la tipología de viviendas dada por Leone (1996)[14], descritas en la tabla siguiente:

Tabla No. 8.1. Tipificación de construcciones

TIPO DE VIVIENDA	DESCRIPCIÓN
B1	Tugurios (ranchos). Viviendas en material de recuperación.
B2	Casas prefabricadas. De calidad constructiva regular. Sin refuerzo estructural ni fundación adecuada.
B3	Casas de hasta dos niveles de mampostería estructural sin pórticos o pórticos incompletos.
B4	Casas de hasta dos niveles o más con sistema de pórticos o mampostería confinada (con estructura).

De acuerdo con los resultados de la evaluación realizada a través de la encuesta en la zona de estudio predomina la vivienda de tipología B3 es decir construcciones de mala calidad en mampostería no confinada con uno o dos niveles construidos, le sigue las viviendas de mampostería de buena calidad y en un porcentaje bajo las viviendas en material de recuperación y/ madera, así como prefabricadas (1).

En la figura siguiente se presenta el resumen de tipología existente.

[14] LEONE,F. Concept de Vulnerabilité appliqué a l´évalution des riesques generés par les phenomenes de mouvemenst de terrain. Tesis de Doctorado. Universidad Joseph Fourier, Grenoble I. 1996.

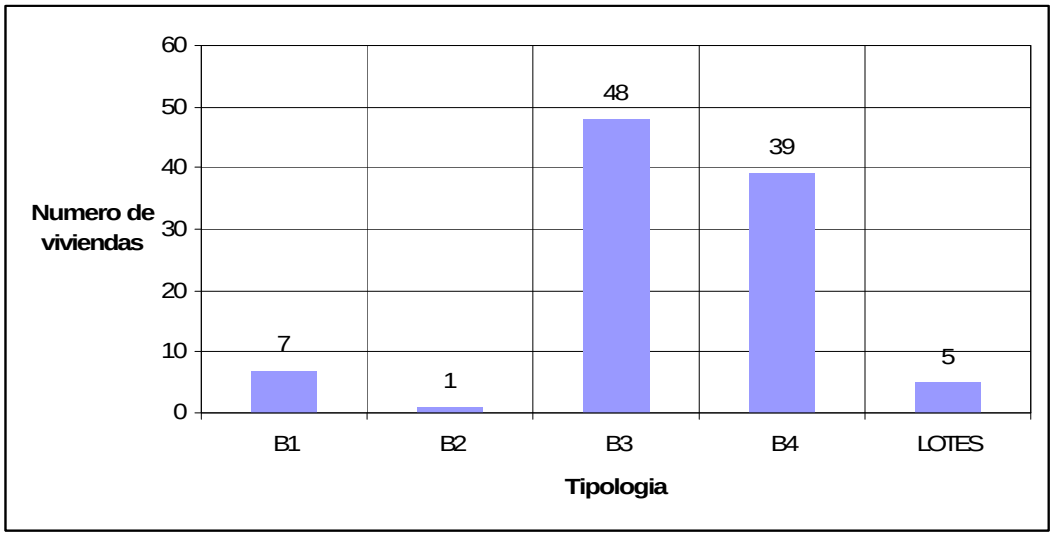


Figura 9-1 Tipología de vivienda

El número de pisos por edificación se presenta en la figura siguiente:

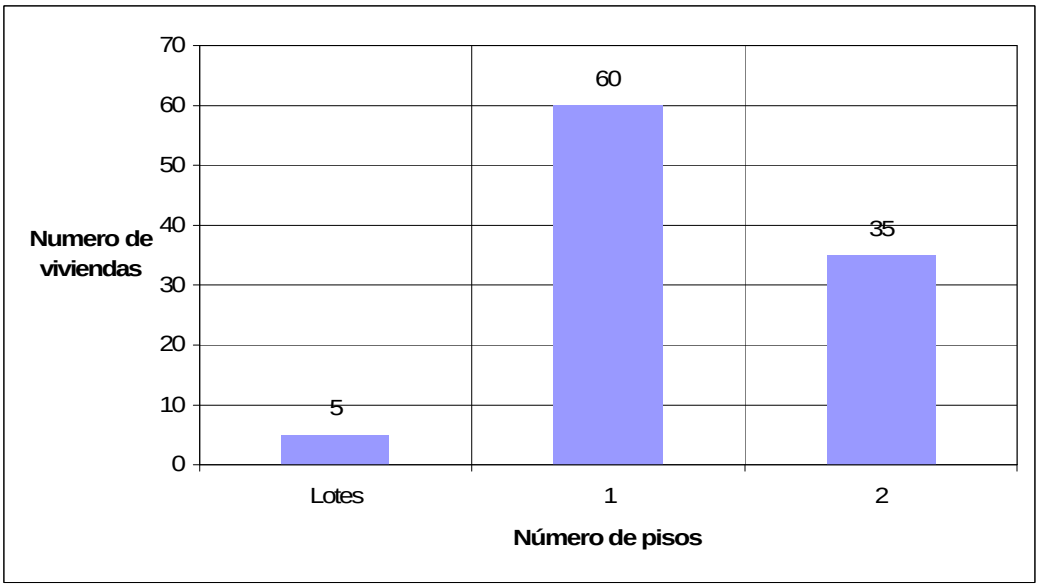


Figura 9-2 Número de pisos por vivienda

De acuerdo con los resultados de la evaluación realizada a través de la encuesta en la zona de estudio predomina la vivienda de tipología B3 es decir construcciones de mala calidad en mampostería no confinada con uno o dos niveles construidos, le sigue las

viviendas de mampostería de buena calidad y en un porcentaje bajo las viviendas en material de recuperación y/ madera, así como prefabricadas (1).

En general las viviendas fueron construidas a partir de 1985.

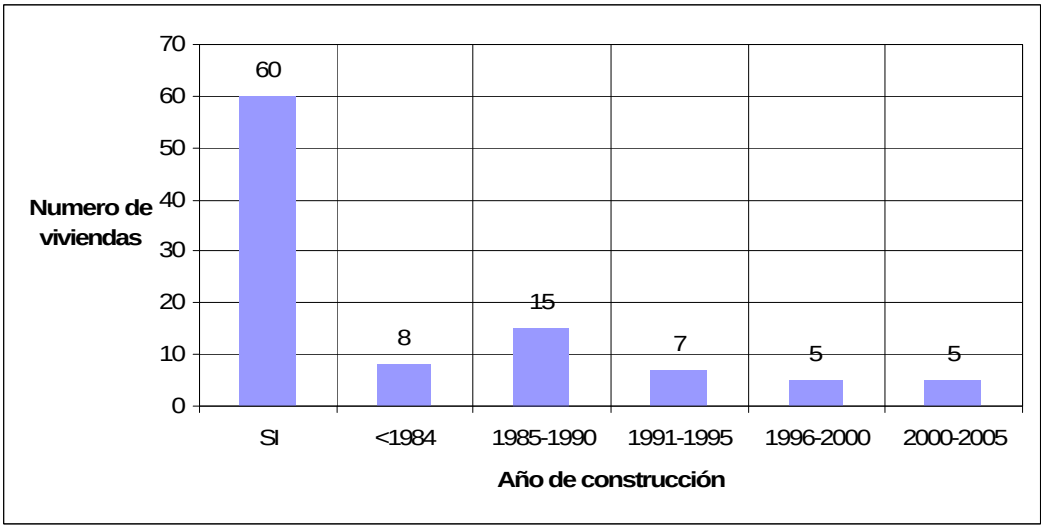


Figura 9-3 Año de construcción por vivienda

9.1.3 Vulnerabilidad social

La vulnerabilidad social corresponde a las características psicológicas, sociales, económicas, políticas y culturales que condicionan el comportamiento preventivo y la capacidad de respuesta del grupo social para atender la emergencia, la rehabilitación y la recuperación. La VS es consecuencia directa del empobrecimiento, del incremento demográfico, de la urbanización acelerada y sin planificación.

Existen comunidades que presentan una respuesta inmediata en condiciones aceptables pero a mediano o largo plazo no continúan dentro del proceso de consolidación de su línea base. De forma inversa pueden existir comunidades que pueden responder poco en forma inmediata pero a mediano y largo plazo pueden llegar nuevamente a su línea base en forma coherente y sin contratiempos. Más aun, comunidades pueden volver a su condición original o línea base, sin necesidad de recurrir a elementos externos o sin haber adoptado un programa lógico de retorno a la normalidad.

Existieron varias viviendas en campo en donde no fue posible obtener información ya sea porque no estaba en las diferentes visitas realizadas o por no querer entregar información. Estas viviendas e información se identifica como SI.

Para permitir evaluar este tipo de vulnerabilidad se recurre a los siguientes componentes:

9.1.3.1 Capacidad económica: ingresos familiares

En general la comunidad tiene ingresos familiares inferiores a un salario mínimo mensual legal vigente. Solo una vivienda tiene ingresos superiores al millon de pesos. En la figura siguiente se presenta la disgregación por vivienda:

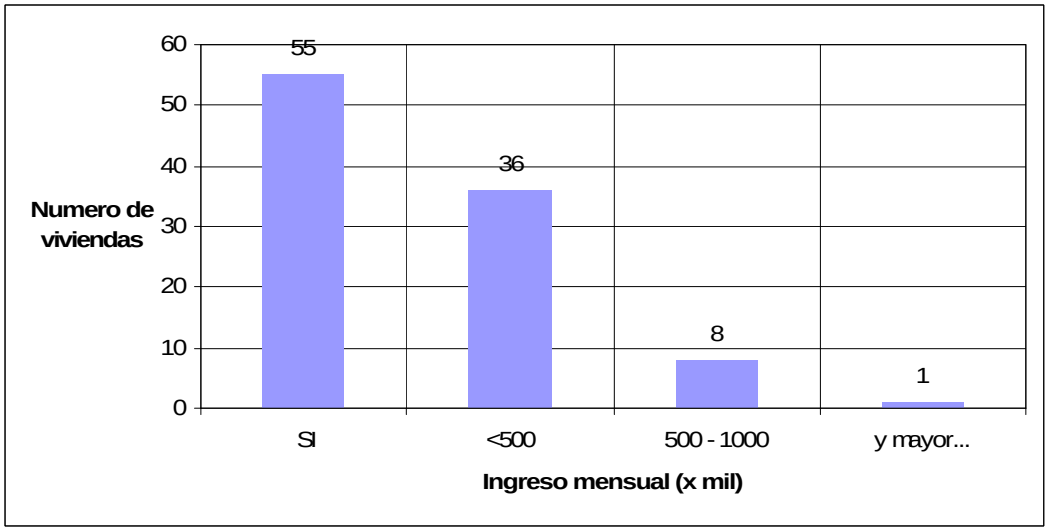


Figura 9-4 Ingreso mensual por vivienda

9.1.3.2 Valor de bienes y enseres

Las comunidades tasan el valor comercial en un valor promedio del orden de 16 millones de pesos. Desde el punto de vista del avalúo el valor promedio es de 9.5 millones de pesos.

9.1.3.3 Valor de bienes inmuebles

La comunidad tasa el valor de bienes e inmuebles del orden de 5 millones de pesos. Valor relativamente alto para las condiciones de las viviendas.

9.1.3.4 Cobertura de servicios

La zona presenta todos los servicios públicos.

9.1.3.5 Densidad poblacional - disgregación adulto – niño

El mayor predominio de habitantes en la zona es de mas de 5 habitantes por vivienda, seguido por 4 habitantes por vivienda. En la figura siguiente se presenta la disgregación por vivienda:

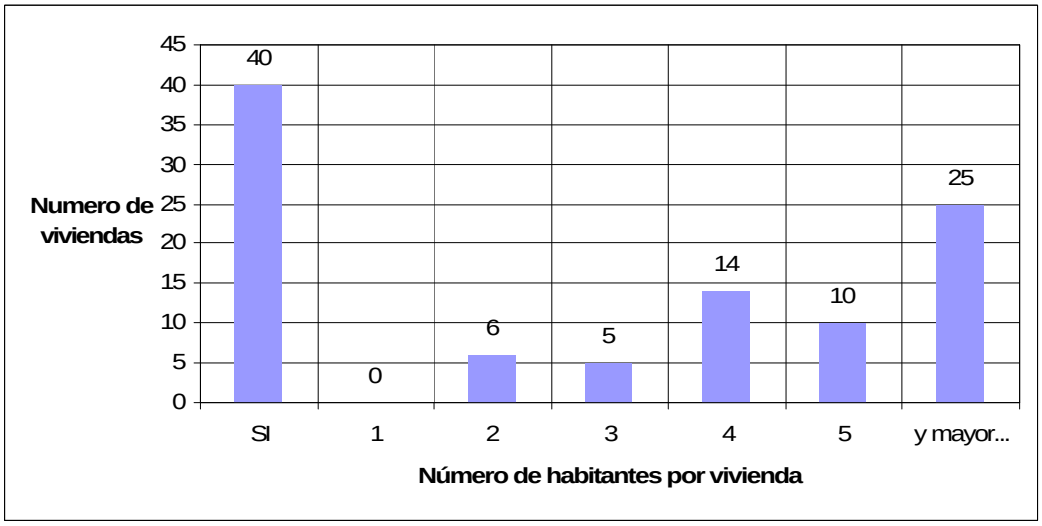


Figura 9-5 Número de habitantes por vivienda

La población infantil en la zona oscila entre 1 a 2 niños por vivienda como la mayor frecuencia, lo que produce que sea de alguna forma una comunidad joven.

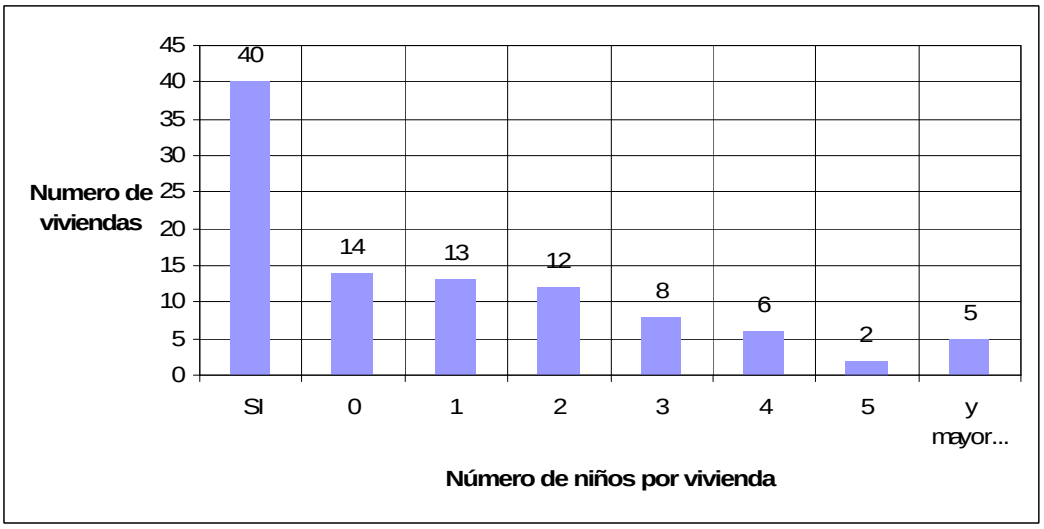


Figura 9-6 Número de niños por vivienda

La densidad de población en el área de trabajo es del orden de 4.67 habitantes por vivienda, valor promedio para el existente en la ciudad y aceptable para el área habitable de las viviendas.

En general las comunidades residentes en el sector son familias con su núcleo familiar formado por padre, madre y de uno a tres hijos.

9.1.4 Vulnerabilidad física

Para la elaboración de este trabajo, se optó por evaluar la vulnerabilidad de las viviendas a partir del grado de exposición de éstas ante el fenómeno amenazante (Índice de exposición IE) y del comportamiento de las construcciones en tal circunstancia (índice de resistencia).

Finalmente se conjugaron los índices antes descritos para estimar la vulnerabilidad física de las viviendas. Estas condiciones además deben tener un ajuste de las condiciones reales en el terreno y tácitamente el consultor debe evaluar los niveles de vulnerabilidad y considerarlos aceptables desde el punto de vista del análisis.

A continuación se realiza una descripción de cada uno de ellos y los valores asumidos en cada caso.

9.1.4.1 CALIFICACIÓN DE LOS DAÑOS

En la metodología propuesta por Leone[15], para calificar los daños producidos en las viviendas por fenómenos de remoción en masa se sigue al criterio del DRM (Délégation aux Risques Majeurs), el cual divide los daños en cinco (5) intensidades de daño, a saber:

Tabla 9-1 Intensidades de daño según el DRM.

INTENSIDAD DE DAÑO	MODOS DE DAÑO	PORCENTAJE DE DAÑO
I	Daños ligeros no estructurales. Estabilidad no afectada	0.01 – 0.1
II	Fisuración de muros. Reparaciones no urgentes	0.2 – 0.3
III	Deformaciones importantes, fisuración en elementos estructurales	0.4 – 0.6
IV	Fracturación de la estructura, evacuación inmediata	0.7 – 0.8
V	Derrumbe parcial o total de la estructura	0.9 – 1.0

El porcentaje de daño o índice de daño (ID) lo define Leone, como:

$$ID = \frac{(Vi - Vf)}{Vi}$$

[15] LEONE,F. Concept de Vulnerabilité appliqué a l´évalution des riesques generés par les phenomenes de mouvemenst de terrain. Tesis de Doctorado. Universidad Joseph Fourier, Grenoble I. 1996.

Donde,

Vi : Valor inicial del bien (antes del evento).

Vf : Valor final del bien (después del evento).

Junto a la tipificación de construcciones dada en la tabla anterior y las solicitaciones dadas en la metodología propuesta por Leone (1996)[16], se encontraron los índices de daño de acuerdo a la siguiente matriz ajustando algunos valores:

Tabla 9-2 Matriz de daño (Leone, 1996)

SOLICITACIÓN		TIPOLOGIA DE VIVIENDA			
TIPO	RANGO	B1	B2	B3	B4
DESPLAZAMIENTOS VERTICALES (VV velocidad de desplazamiento)	VV1 (mm/año)	0.1	0.1	0.05	0.05
	VV2 (cm/año)	0.2	0.2	0.1	0.1
	VV3 (dm/año)	0.3	0.3	0.1	0.1
	VV4 (m/año)	0.4	0.3	0.25	0.20
	VV5 (cm/día)	0.6	0.5	0.5	0.4
	VV6 (cm/día)	0.9	0.8	0.8	0.8
	VV7 (cm/día)	1	1	1	1
EMPUJES LATERALES	PL1 (SF=1/3SE)	0.6	0.4	0.2	0.2
	PL2 (SF=2/3SE)	0.8	0.7	0.6	0.5
	PL3 (SF=SE)	1	1	0.9	0.8
IMPACTOS	ECv1 (cm3)	0.1	0.1	0.05	0.05
	ECv2 (m3)	0.6	0.5	0.4	0.3
	ECv3 (10 m3)	0.9	0.8	0.7	0.6
	ECv4 (>=100 m3)	1	1	0.9	0.8

La calificación de las viviendas se determinó mediante el cálculo del Índice de Vulnerabilidad Física, con base en el Índice de Daños (ID) asociado a cada tipología y según el tipo de solicitación. El valor de IVF se ha calculado con la siguiente expresión empírica propuesta por Soler et al (1998) para involucrar otras variables diferentes al tipo de solicitación y la tipología de la vivienda:

$$IVF= [1-(1-ID)^{(1/(1-?ID))}]^{(1-?ID)}$$

Donde ? es la dependencia o coeficiente de importancia del ID en la valoración del IVF (0 cuando es mínima y 1 cuando es máxima).

La selección del valor de ? o coeficiente de importancia se realizó con base en el grado de amenaza por FRM al que se encuentra sometida la estructura:

[16] LEONE,F. Concept de Vulnerabilité appliqué a l´évalution des riesques generés par les phenomenes de mouvemenst de terrain. Tesis de Doctorado. Universidad Joseph Fourier, Grenoble I. 1996.

Tabla 9-3 Valores de alfa (?)

Grado de Amenaza	Valor de ?
Baja	0.2
Media	0.4
Alta	0.6

9.1.4.2 EVALUACIÓN DE LA VULNERABILIDAD

Se establecieron valores de índice de daño bajos y globales a las viviendas en la zona (0.20) dando solo índices relativamente altos (0.30 – 050) ubicadas sobre y abajo del escarpe.

La calificación de la vulnerabilidad en términos cualitativos se realizó con base en la valoración del IVF tal como se presenta en la siguiente tabla:

Tabla 9-4 Valor cualitativo y cuantitativo de la Vulnerabilidad

Categoría de la Vulnerabilidad	Valor del IVF
Alta	IVF >= 0.55
Media	0.25<=IVF<0.55
Baja	IVF<0.25

En este caso la vulnerabilidad alta de viviendas hace referencia a daños altos por resistencia baja, es decir estructuras en mampostería sin pórticos completos o viviendas prefabricadas o madera tal que por la ocurrencia de un evento podría sufrir altas deformaciones o colapso estructural, un nivel medio a estructuras con una calidad aceptable con estructura aporticada parcial y que pueden verse afectadas y producirse un daño leve a medio en su estructura por presiones laterales y un nivel bajo en donde la estructura es adecuada con columnas de concreto, vigas de amarre al cual la afectación o exposición es baja a nula.

De esta forma se encuentran en total 2 predio en vulnerabilidad alta, 47 en vulnerabilidad media y 31 en vulnerabilidad baja. Se ubican 5 lotes, esta información esta representada en el Plano 6.

9.2 ANÁLISIS DE RIESGO

9.2.1 Introducción

El riesgo puede definirse como el conjunto de daños y perdidas que pueden presentarse en caso de ocurrir un desastre o una emergencia. A continuación se presentará una valoración del riesgo desde el punto de vista de pérdidas económicas.

Para el cálculo de los valores comparables de costos y beneficios se utiliza el valor medio probable, en función de la esperanza matemática de ocurrencia de los fenómenos

potencialmente destructivos que generarían más daños “d” y la probabilidad respectiva asociada “p” de modo que el valor estimado sería:

$$PE = d * p$$

En donde:

PE: porcentaje de perdida esperada en la ventana de tiempo (escenario actual).

d: porcentaje de daño asociado a la resistencia y exposición del elemento.

p: probabilidad asociada al FRM potencialmente destructivo

9.2.2 Análisis

De acuerdo a esto, se realiza los cálculos respectivos teniendo en cuenta los rangos dados de probabilidad de amenaza, así como los % de daño.

Tabla 9-5 Matriz de valoración del riesgo (perdida esperadas %)

% DE DAÑO	PROBABILIDAD DE AMENAZA		
	1.00 - 0.40	**0.40-0.12**	**0.12-0.00**
0.055	0.055	0.022	0.0066
0.115	0.115	0.046	0.0138
0.500	0.50	0.20	0.060
0.750	0.75	0.20	0.090
0.950	0.95	0.38	0.114

De acuerdo a esta matriz y manteniendo los valores con coherencia de solicitación de la vivienda existentes se asignan los siguientes valores de pérdida asociada a las viviendas de acuerdo a la valoración planteada anteriormente.

Riesgo bajo 0.00 – 0.12

Riesgo medio 0.12 – 0.35

Riesgo alto: 0.35 – 1.00

Para estos valores dados y teniendo en cuenta el valor del elemento expuesto (vivienda), se calcula el riesgo para las viviendas como:

$$RIESGO = PEV * Vs$$

PEV: Perdida esperada de una vivienda.

Vs: Valor de las vivienda en pesos (millones)

En total se calcularon 60 predios en riesgo bajo, 20 predios en riesgo medio y ninguno en riesgo alto. Las memorias de calculo se presentan en el ANEXO 11.

En el Plano 7 se presenta la sectorización por riesgo.

10 INTERVENCIÓN DE LA ZONA

Teniendo en cuenta los resultados obtenidos del análisis de amenaza por FRM por medio de la metodología SES modificado (Sistema Semicuantitivativo de Evaluación de Estabilidad) para cada una de las zonas. Se encontró que la amenaza se encuentra entre baja y media afectando directamente el nivel de riesgo. Por este motivo, se considera que no es necesario efectuar intervención inmediata o a largo plazo por FRM. Este enfoque debe tener presente las condiciones actuales, que en términos generales se han mantenido desde diciembre de 2004.

10.1EVALUACIÓN DEL PROBLEMA

De la evaluación y análisis de amenaza y riesgo por FRM se encontró que el área de estudio se encuentra entre baja y media. No se establecieron zonas de amenaza alta, a pesar que se prestó especial atención a los sitios enunciados en el Concepto Técnico No. 3758 del DPAE (manzana 77 predios 01 a 06, manzana 79 predios 37 a 39 y manzana 83 predios 51 y 63 a 67). Del análisis de riesgo no se obtuvieron predios en alto riesgo por FRM.

Finalmente se identificó que los daños y riesgo asociados en los predios relacionados de la manzana 77 se deben a deficiencias estructurales, manifiestas en cimentaciones inadecuadas y/o secciones insuficientes de elementos estructurales.

En los predios 37 a 39 de la manzana 79 sus propietarios no han implementado sistemas adecuados de manejo de sedimentos. Igual sucede con los predios indicados en la manzana 83.

Adicional a lo anterior, los habitantes del sector han manifestado la ocurrencia de fugas por colmatación de colectores en la Carrera 18 Q Bis A, y fugas de los sistemas comunitarios de suministro de agua en la Carrera 18 U entre calles 67 C sur y 67 B sur.

10.2INTERVENCIÓN DEL PROBLEMA

Expuesto lo anterior no se desarrolla el análisis de alternativas de mitigación ya que es improcedente por el tipo de problema existente y la ausencia de niveles de riesgo altos por FRM.

De esta forma para las situaciones descritas en el sub-numeral anterior, se plantean las siguientes medidas de intervención:

- Iniciar gestión por parte de la Alcaldía de la Localidad de Ciudad Bolívar para el sellado de fugas del sistema interno de manejo de aguas (manzana 77 predios 5 y 6).
- Dar aviso a la Empresa de Acueducto y Alcantarillado de Bogotá para que programe mantenimiento rutinario al sistema de alcantarillado que discurre por la Carrera 18Q Bis A, y a la Carrera 18 U entre calles 67 C sur y 67 B sur.
- Retiro del material susceptible a desplazamiento, de la zona ubicada en la manzana 77 entre los lotes 33, 34, 35, 36, 006, 005, 004, 003, 039, NI-03 y NI-02; y posteriormente empradizar para cubrir el material expuesto y susceptible a la erosión.

10.3DISEÑO DETALLADO DE OBRAS

El diseño de obras contempló la ejecución de una barrera de protección que consiste en malla triple torsión calibre 12 con cespedón y taches, sistema el cual permitirá evitar la perdida de material del talud por la degradación de la roca (lodolita) y por materiales de origen antrópico. Antes de colocar esta malla se hace necesario el retiro de la capa antrópica susceptible al deslizamiento.

El diseño contempló la ubicación de taches de 1.0m de profundidad perforados en la roca masiva la cual se encuentra por lo menos a 50 cm de la superficie del terreno o escarpe, materiales que serán retirados, logrando así que dicho elemento trabaje integrado a la roca lodolita (Ver numeral 6.3.3).

De cualquier forma se instalarán taches de 3.0 m ubicados en la parte superior e inferior del talud, permitiendo mayor sustentación del sistema de malla.

El cálculo de cantidades de se evalúo en forma directa en el plano del área a intervenir.

Con el fin de manejar el drenaje superficial desde la parte alta del talud, se instalará un sumidero transversal con rejilla de concreto, desde donde se dispondrá una tubería de 4” en PVC que transportará el agua hacia un pozo existente. El calculo de cantidades de obra se evaluó en forma directa en el plano del área a intervenir.

10.4PRECIOS UNITARIOS

En el ANEXO 13 se presenta los precios unitarios calculados los cuales se resumen en la siguiente tabla:

Tabla 10-1 Lista de precios unitarios

CONVENCION	Actividad	Unidad	Valor
LOCREP	LOCALIZACIÓN Y REPLANTEO	M2	$ 1,213
EMPRA	MALLA TRIPLE TORSIÓN CALIBRE 12 CON CESPEDÓN Y TACHES	M2	$ 61,004
EXMASUELO	EXCAVACIÓN MANUAL EN MATERIAL COMUN (acarreo 15 km)	M3	$ 17,740
SUMIN	SUMIDERO EN CONCRETO	ML	$ 160,521
TUBO CON	TUBERÍA PVC ALCANTARILLADO 4 "	ML	$ 24,743
CONCRETO	CONCRETO 210 KG/CM2	M3	$ 298,831
ASEO	ASEO GENERAL	M2	$ 1,739

10.5ESPECIFICACIONES TÉCNICAS

En el ANEXO 14 se presenta las especificaciones técnicas de la obra.

10.6CANTIDADES DE OBRA Y PRESUPUESTO

El cálculo de cantidades de obra se evaluó en forma directa en el plano del área a intervenir. En la tabla siguiente se presenta el presupuesto para la alternativa de diseño. Las obras planteadas se muestran en el Plano 9.

Tabla 10-2 Presupuesto

DESCRIPCION	UNID	CANT.	VALOR UNITARIO $	VALOR/TOTAL $
				$ 12,994,853.00
LOCALIZACIÓN Y REPLANTEO	M2	250.43	$ 1,213.00	$ 303,768.00
MALLA TRIPLE TORSIÓN CALIBRE 12 CON CESPEDÓN Y TACHES	M2	125.21	$ 61,004.00	$ 7,638,528.00
EXCAVACIÓN MANUAL EN MATERIAL COMUN (acarreo 15 km)	M3	250.43	$ 17,740.00	$ 4,442,577.00
SUMIDERO EN CONCRETO	ML	3.80	$ 160,521.00	$ 609,980.00
TUBERÍA PVC ALCANTARILLADO 4 "	ML	4.50	$ 24,743.00	$ 111,344.00
CONCRETO 210 KG/CM2	M3	1.60	$ 298,831.00	$ 478,130.00
ASEO GENERAL	M2	250.43	$ 1,739.00	$ 435,493.00
SUBTOTAL				**$ 12,994,853.00**
ADMINISTRACION	8%			$ 1,039,588.24
IMPREVISTOS	7%			$ 909,639.71
UTILIDADES	10%			$ 1,299,485.30
IVA SOBRE UTILIDADES	16%			$ 207,917.65
TOTAL PRESUPUESTO				**$ 16,451,483.90**

10.7ESTUDIO DE VIABILIDAD DE OBRAS

Las obras diseñadas NO presentan ningún inconveniente ya que no se intervendrá en predios privados. Los únicos inconvenientes que se pudieran presentar hacen referencia al manejo de la obra en cuanto a limpieza, manejo de maquinaria entre otros.

10.8RECOMENDACIONES DEL USOS DEL SUELO

No se realizará ningún cambio de uso del suelo o intervención directa.

10.9PRIORIDADES DE EJECUCIÓN Y SECUENCIA CONSTRUCTIVA

La secuencia constructiva es:

- Localización y replanteo de obras.
- Limpieza y retiro de masas inestables
- Colocación y/o tendido de la malla con cespedón, desde arriba hacia abajo y colocación
- Instalación taches.
- Instalación total de cespedón y arreglo de malla.
- Aseo de zona

10.10 RECOMENDACIONES DE PROCESOS CONSTRUCTIVOS

El proceso no presenta mayor complicación constructiva. Es posible tener especial cuidado en la ejecución de los taches de la parte superior en no intervenir redes de servicios existentes.

10.11 CRONOGRAMA DE PROYECTO

La ejecución de las obras tendrá una duración de dos meses y una semana.

Tabla 10-3 Cronograma de proyecto

ACTIVIDADES	MES		
	1	2	3
Localizacion y replanteo	(1 día)		
Excavacion manual en suelo			
Malla cespedón			
Sumidero en concreto			
Aseo			(1 dia)

10.12 CONDICIONES DE PROYECTO

Es necesario incluir en los términos de referencia para construcción los siguientes ítems:

- Plan de Manejo Social para la construcción. El contratista deberá presentar la estrategia social a adelantar en la zona de acuerdo a los lineamientos dados en el Plan de Gestión Social de este informe, así como mantener permanentemente en la obra a un gestor social el cual será el interlocutor entre la entidad y la comunidad. Debe incluir en este plan mínimo cuatro reuniones (en fines de semana) con la comunidad para comentar el avance de la obra. El contratista debe tener como mínimo un 20% de comunidad contratada en la zona o en áreas aledañas a la zona. El plan de manejo social debe incluir la estrategia de contratación para esta comunidad. Si en un evento no se cumple el 20% debe ser justificado técnicamente..

- Plan de Emergencia. El contratista debe entregar su Plan de Emergencia en donde se incluya el análisis de riesgo en obra teniendo en cuenta a la comunidad, los bienes y servicios comunitarios como servicios públicos y las excavaciones que se ejecuten. El plan debe incluir como mínimo que el 20% de las personas que trabajan en la zona tengan conocimiento en primeros auxilios y reanimación cardiopulmonar –RCP. Esto debe ser garantizado con planillas de capacitación de una ARP al personal con mínimo cuatro horas de trabajo. El plan debe ser ejecutado para la zona y no se debe aceptar planes plantillas de la empresa en oficina (los cuales no son validos ya que el contratista deberá estar como mínimo el 90% de tiempo en campo. En el plan debe incluirse la empresa o empresas a las cuales esta inscrita el contratista en EPS, Pensión y ARP.

- Manual y reglamento de obra. Es necesario que el contratista tenga en cuenta la ejecución de un manual y reglamento de obra, el cual debe incluir los siguientes aspectos: 1) Horario de trabajo o jornada, 2) Teléfonos de contacto del residente en campo, y residente social, condiciones de higiene de trabajo, condiciones y manejo ambiental en la zona, relaciones interpersonales, relaciones con la comunidad.

10.13 MANUAL DE MANTENIMIENTO

El Manual de Mantenimiento es un documento indispensable para cualquier tipo de obra. Refleja la filosofía, política, organización, procedimientos de trabajo y de control de la entidad ajustado a las disposiciones de la comunidad y la empresa constructora.

En el Manual de Mantenimiento por parte del constructor se debe indicar la Misión y Visión de la Empresa, las políticas, y objetivos de mantenimiento, los procedimientos de trabajo utilizados en la ejecución de la obra, de control y las acciones correctivas. Es importante señalar que deben incluirse sólo los procedimientos que se aplican y las instrucciones en un lenguaje común para la comunidad.

Periódicamente, se procederá a actualizar el Manual de Mantenimiento hasta el final de la obra, eliminando las instrucciones para deberes y obligaciones que estén discontinuandose incorporando las instrucciones para las nuevas obligaciones. La función de elaboración y actualización del manual queda bajo la responsabilidad del responsable en obra, el responsable de la comunidad y el responsable de la DPAE el cual debe aprobarlo y validarlo.

Desde el punto de vista de diseño el Manual de mantenimiento debe contemplar que existen algunas obras las cuales requieren mantenimiento continuo por parte de la comunidad y de la DPAE:

Comunidad

Cespedón de malla: Requiere estar regando constantemente y por lo menos cada semana durante los dos primeros meses y posteriormente cada quince días durante seis meses. Luego es importante informar a la entidad DPAE la posible pérdida de material que pudiera generar procesos de inestabilidad.

Sumidero: Limpieza de basuras, tierra y demás de los espacios. Llenado de posible vacios debajo del sumidero (por socavación generada por el hombre)

EAAB y comunidad

La EAAB puede realizar una revisión periódica de sumideros y cajas de inspección acompañados de la comunidad con el fin de que aprendan del tema. Posteriormente estas labores deben ser asumidas por la comunidad.

El constructor debe diseñar un manual de mantenimiento partiendo de las siguientes condiciones básicas:

DPAE

Malla con cespedón. Revisar cada seis meses la continuidad de malla y cubrimiento, la persistencia de anclajes y taches, permanencia de cespedón.

Sumidero, Revisar permanencia, continuidad, juntas constructivas y buen manejo del agua antes de la temporada de lluvias en marzo y septiembre, o de acuerdo a las condiciones expresadas por el IDEAM o la entidad en el año.

11 PLAN DE GESTIÓN SOCIAL

11.1INTRODUCCIÓN

Partiremos de entender la gestión social como el conjunto de acciones individuales y colectivas que una comunidad emprende en torno a una problemática social que les afecta, en la medida que permite que la comunidad, involucrada en proyectos de obras civiles, aporte desde su percepción y vivencia, el conocimiento de la problemática que exige intervención estatal y a la vez lleva inmerso un compromiso de participación activa en el hallazgo de las posibles soluciones a esa problemática, apropiándose del proyecto y logrando su sostenibilidad en el tiempo.

Cuando hablamos de participación activa, nos referimos en primer lugar al proceso mediante el cual las personas individual y colectivamente van siendo sujetos de su propia historia, es decir, van logrando el control de las decisiones y acciones que tienen que ver en el entorno donde desarrollan sus vidas. Significa que el proceso les permite desarrollar conocimiento, habilidades y destrezas para planear las acciones tendientes a transformar su realidad en forma organizada y coordinada y realizar gestión de recursos técnicos y financieros que les permita responder y responsabilizarse de ejecutar las acciones pertinentes dentro de la problemática que les afecta.

Sin embargo, para que esta participación sea efectiva, las instituciones del Estado, en este caso la DPAE, deben ofrecer capacitación y motivación sobre los temas sensibles y de interés de las comunidades (en este caso sobre prevención de riesgos por remoción de masa y la participación comunitaria), para que estos temas vayan siendo incorporados en los procesos de socialización comunitaria y contribuyan a reforzar los procesos mismos de empoderamiento de las comunidades para que sean sujetos de su propia historia.

En los proyectos de obras civiles es importante tener en cuenta las observaciones y opiniones de las personas y las comunidades involucradas, respecto de tales proyectos y de las obras propuestas para que haya apropiación interés y compromiso; una de las estrategias para lograr este propósito se concreta en la creación de espacios de participación donde se concrete el desarrollo de un Plan de Gestión Social.

Con el fin de vincular a las comunidades de los sectores donde se adelanten estudios y obras, mediante espacios que permitan dar a conocer y hacer el seguimiento de las obras de mitigación, es importante tener en cuenta las observaciones y opiniones de ellas (las comunidades) respecto a tales obras propuestas, así como espacios de participación durante la construcción, se debe desarrollar un Plan de Gestión Social.

El Plan de Gestión Social elaborado en el marco de este proyecto en el Barrio Juan Pablo II, ubicado en la localidad de Ciudad Bolívar, se justifica en la medida que permite a la comunidad habitante en este sector, participar en las diferentes etapas del proyecto y apropiarse de los beneficios de la ejecución de las obras resultantes. La gestión social se inicia con la asistencia a las reuniones que programadas por el equipo técnico, aportando su percepción y su conocimiento en torno a las necesidades y a las problemáticas que los afectan, seguida por el suministro de la información particular, que se solicita en la encuesta, sobre cada una de las viviendas y concretada en una decidida participación y

compromiso en la realización de las actividades que conlleven las posibles soluciones la tales problemáticas.

Es importante tener en cuenta que el grado de injerencia que pueden tener las variables sociales en el ejercicio de diagnóstico, que son resaltadas en el análisis de vulnerabilidad, parten de abordar algunas amenazas de orden antrópico y aceptar la participación del componente social en el diagnóstico sobre las posibles amenazas de origen natural o simplemente mixto; en este sentido, el proceso de consulta desde una perspectiva meramente técnica, conduce a un ejercicio de interacción con líderes y representantes de la comunidad para que la motivación y conformación de grupos de trabajo se fortalezca, bajo la orientación profesional de quienes como responsables de la ejecución del proyecto intervienen.

La participación del componente social en las diferentes etapas del proyecto es una estrategia que soporta y fortalece cualquier estudio de riesgos, liderado y financiado por el Estado, contribuye de un modo significativo a aportar mecanismos, estrategias y alternativas de interacción con las comunidades de cara a los requerimientos de soluciones estructurales que reclaman cada día y con urgencia estos sectores, en cuyo contexto la problemática es cada vez más compleja y exige respuestas positivas en lo referente al diseño y ejecución de la política pública en materia de desarrollo social.

Partiendo de estos elementos, la gestión social dentro de este proyecto se desarrolla en tres fases:

Fase I.: Socialización del proyecto de Consultoría

Fase II. Evaluación de condiciones sociales y económicas de la comunidad

Fase III. Elaboración del Plan de Gestión Social.

Impacto:

Con la ejecución del Plan de Gestión Social se busca que al finalizar esta consultoría, los habitantes involucrados en el proceso tengan un mayor reconocimiento de su problemática, relacionada con riesgo de deslizamiento por remoción en masa, hayan previsto mecanismos que les permitan continuar su participación en los procesos siguientes y diseñado estrategias de intervención en las obras y acciones que se deriven del proyecto.

Plan estratégico:

- Interacción y concertación
- Presencia del equipo técnico en la zona
- Diferenciación de grupos de interés
- Gestión participativa

11.2FASES DEL PLAN DE GESTIÓN SOCIAL

11.2.1 Fase I: Socialización del proyecto de Consultoría:

Como momento previo a la interacción con las comunidades se realizaron tres visitas de reconocimiento de área por parte del equipo ejecutor donde se realizaron los primeros acercamientos con la población. Por otra parte, y teniendo en cuenta que durante el proceso se estaría en permanente interacción con las comunidades residentes en la zona de influencia se diseñó una estrategia de abordaje e interacción que se basó en la identificación de líderes, en comunicaciones individuales con actores involucrados y en reuniones generales con los miembros de la comunidad afectada.

11.2.2 Reuniones con la comunidad:

Desde el inicio de la consultoría y durante su ejecución, se realizaron reuniones con los residentes en donde se informó, se trabajó sobre el papel de los afectados en los proyectos de obras civiles y se presentaron los avances del proyecto . Estas reuniones (4) permitieron conocer las opiniones de los residentes, las expectativas frente a la consultoría y se planteó concertadamente cual será su papel en el momento de la ejecución de las obras.

Las convocatorias fueron realizadas por el equipo consultor a través de la Junta de Acción Comunal, puesto que es la organización que agrupa a todos los residentes del barrio, quienes hicieron perifoneo y realizaron visitas a algunas viviendas para informar individualmente y que a la vez estas personas informaran a sus vecinos.

Tabla 1.1 Reuniones Con la Comunidad

REUNION No.	FECHA	OBJETIVO
1	Enero 3 de 2006	Presentación inicial proyecto
2	Enero 14 de 2006	Acción comunitaria
2	Enero 28 de 2006	Avances Informe Parcial No. 2
3	Marzo 4 de 2006	Informe Final

Reunión No. 1: Enero 3 de 2006

El día 3 de enero, se realizó la primera reunión con la población residente en el área de influencia, en un espacio abierto ubicado en el área de influencia conocido como “el mirador”, con presencia de representantes de la Junta de Acción Comunal, JAC, el jefe de proyecto, el geólogo, la asesora social y un reducido grupo de miembros de la comunidad (8 personas).

Esta reunión se trataron centró en dos temas:

- Presentación de los propósitos del proyecto:Se presentó visualmente el proyecto mediante un plano preliminar , en donde se mostró zona de estudio, la ubicación espacial, el área de influencia y los lineamientos básicos del proyecto
- Definición de responsabilidades de cada una de las partes: comunidad y equipo técnico

En este momento se planteó a los asistentes el alcance del proyecto y se realizó un dialogo entre las partes donde por una parte se presentaron las inquietudes y expectativas de los asistentes y de otra se presentaron los alcances, se plantearon las responsabilidades y se motivó a la comunidad a participar más activamente en las reuniones y a pensar en mecanismos para apropiar el proyecto y facilitar su desarrollo. Concretamente se comprometieron a facilitar el acceso a las viviendas, contribuir en la ubicación de obras realizadas y en la identificación de áreas en riesgo.

Como ya se estaban realizando trabajos de topografía y exploración esto hizo que la los asistentes estuviera expectante y que la comunicación de que se estaba realizando un trabajo de inspección de viviendas fuera bien recibido.

Con este primer acercamiento se logran las primeras percepciones, que cobran fuerza en la medida que se desarrolla la consultoría, y que tienen que ver con el bajo nivel de convocatoria de los dirigentes locales y la diversidad de intereses que se mueven al interior de ella y que dificulta la movilización masiva de la comunidad para entender sus problemáticas y tratar de resolverlas, de otra parte se percibe poca credibilidad en las entidades distritales y en sus programas y proyectos

Reunión No. 2: 14 de enero de 2006

El objetivo de este encuentro concertado con los habitantes, a través de la Junta de Acción comunal, fue el de identificar mecanismos para afrontar el riesgo y hacer el seguimiento a los resultados de la consultoría.

Mediante la técnica de lluvia de ideas se identificaron posibles mecanismos mediante los cuales los residentes pueden hacer frente a la problemática y aportar en las alternativas de solución que se planteen.

Se acordó que al interior de la JAC, se crearía un comité integrado por miembros de la comunidad afectada y directivos de esta cuyas tareas estarán centradas en:.

- Coordinar con los residentes en el sector un monitoreo permanente en torno al riesgo por deslizamiento, e informar a la Junta de acción comunal o autoridades locales sobre los posibles cambios o alteraciones de las condiciones actuales.
- Estar informados de los resultados de esta consultoría y sus recomendaciones
- Interactuar con los miembros de la JAC para identificar las acciones que proponga la DPAE como resultado de esta consultoría
- En caso que la DPAE defina que hay obras en las que deben intervenir otras entidades, hacer, en coordinación con la JAC, el seguimiento al proceso con la correspondiente entidad.
- Verificar que las obras y acciones derivadas de esta consultoría, se realicen

? Sensibilizar a los residentes en el cuidado y preservación de las obras que se realicen como resultado de esta consultoría

Aunque a esta reunión asistieron más personas (17 en total) la asistencia igualmente fue reducida frente a la totalidad de población incluida en el proyecto; e percibe poco interés intervenir en actividades convocadas desde la junta y se corrobora la división interna de esta; pareciera que cada representante tiene sus seguidores y que dependiendo quien los convoque asisten o no.

Ver listado anexo de asistencia

Reunión No. 3: 28 de enero de 2006

Los objetivos de esta reunión fueron:

? Reiterar con los asistentes el compromiso de apropiarse del proceso derivado de este proyecto y de hacer seguimiento a la situación que lo origina.
? Presentar resultados preliminares de la consultoría: Se presentaron gráficamente los resultados de la consultoría haciendo énfasis en las características del terreno, las áreas críticas y los fenómenos que pueden generar inestabilidad.

Las preguntas se centraron fundamentalmente en el tema de si su vivienda, a partir de estos resultados podría entrar en proceso de legalización puesto que como aparece en zona de riesgo, no poseen escrituras.

Algunos de los asistentes se mostraron inconformes porque su vivienda no fue evaluada, situación que fue aclarada por cuanto los interesados reconocieron que no estaban presentes en el momento de las visitas. No obstante hubo que realizar la visita a dos predios sobre los que no estaba clara cual era la situación.

Teniendo en cuenta los antecedentes de baja convocatoria, concertadamente se acordó con todos los asistentes que el 4 de marzo se realizaría una última reunión para presentar el diagnóstico final del estudio

Ver listado anexo de asistencia

Reunión No. 4: marzo 4 de 2006

El objetivo de esta reunión fue el de socializar los resultados técnicos definitivos de la consultoría con todos las familias y plantear las acciones a seguir a partir de los resultados de la consultoría.

No obstante haber sido una reunión concertada con un mes de antelación y de haber solicitado a los representantes de la junta reiterar la invitación, la asistieron fue mínima por parte de la comunidad y sólo se hizo presente uno de los representantes de la JAC

Como resultados de la reunión los actores interesados cumpliendo los compromisos acordados, se comprometen a acompañar a los miembros de la Junta en el seguimiento al desarrollo de las actividades derivadas del proyecto que la DPAE programe.

Los asistentes acordaron también solicitar, en un plazo prudencial, la presencia de un representante de la DPAE para que informe sobre las acciones derivadas de los resultados de esta consultoría, que la entidad va a desarrollar.

11.2.3 Evaluación de condiciones sociales y económicas de la comunidad.

11.2.3.1 Fase II. Evaluación de condiciones sociales y económicas de la comunidad.

El Barrio Juan Pablo II está ubicado al sur de la ciudad de Bogota, en la localidad de San Ciudad Bolívar, la estratificación socioeconómica vigente en el distrito clasifica el área de estudio y el barrio en general como estrato 2(Bajo).

Teniendo en cuenta el análisis de vulnerabilidad precedente, nos concentramos en esta fase en presentar una síntesis de la infraestructura de servicios públicos, tomando como fuentes de información la encuesta de inventario de viviendas aportado por la DPAE, y aplicada en cada uno de los predios; las relatorías de las reuniones con la comunidad y la información obtenida en entrevistas informales.

? **Propiedad :**

Para iniciar este apartado es importante señalar que la lase de análisis de los datos obtenidos en la encuesta no es siempre la misma, dado que la información obtenida en muchos casos es fragmentaria; esto se debe a que hubo dificultad en encontrar en la vivienda a la persona que diera la información completa y en muchos casos la información fue suministrada por los vecinos. De los predios encuestados , el 20% está ocupado por sus propietarios, en 77% de los casos ni se obtuvo esta información. Esta propiedad se demuestra con escritura pública o con un contrato de compraventa del lote; en estos casos hay una conciencia general de que sus predios no pueden ser legalizados aún, debido han sido considerados como viviendas ubicadas en zona de riesgo. De allí la expectativa porque este estudio arroje resultados que les permita legalizar su situación.

? **Vivienda**

Las viviendas están construidas en materiales diversos. Las hay desde la construcción con paredes en tabla y techos de Zinc, hasta construcciones en bloque con vigas y pisos en cemento, pasando por las casas prefabricadas Como las viviendas de este barrio se han ido construyendo paulatinamente, desde hace más de 20 años, se encuentran viviendas con estructuras diversas como se nuestra en el capitulo de vulnerabilidad; además la autoconstrucción y la construcción informal son predominantes en esa lo que puede estar incidiendo en que se presenten problemas o fallas en las estructuras que son atribuidos a problemas de inestabilidad del suelo

Se percibe que los habitantes están preocupados por la incertidumbre que les causa estar en una zona considerada de riesgo y por ello tienen restricciones para realizar mejoramiento de sus viviendas, bien sea porque les niegan los créditos y ayudas estatales o bien por los deterioros permanentes que observan en sus construcciones.

Servicios Públicos:

De los predios del área de estudio, no se logró obtener información sobre prestación de servicios públicos en el 64% de los predios, de las viviendas encuestadas el 100% reporta contar con servicio de energía eléctrica y de acueducto y alcantarillado; no obstante en las entrevistas con residentes se ubicaron algunas viviendas en las que no les ha sido instalado el servicio puesto que sus precios aún no están legalizados.

El servicio de telefonía fijo esta cubierto por las diferentes empresas que existen el Distrito y se reporta que más del 90% de los encuestados cuentan con este servicio.

El acceso a la zona de estudio se hace principalmente accediendo por la parte alta del barrio donde se encuentran calles pavimentadas; en el área de estudio, el 77% de los encuestados manifiesta que sus calles están sin pavimentar y por lo empinado de la ladera los vehículos no pueden acceder a esta zona. En el área se encuentra una vía que fue cerrada por una vivienda construida sobre ella y por la que se asegura pasan las tuberías del acueducto.

Manejo de Basuras

En el barrio existe el servicio de recolección de basuras, los carros realizan la labor de recolección dos veces por semana; en el área de estudio, la recolección la realizan en sitios estratégicos donde los residentes deben acarrear las basuras; esto implica para muchos de los residentes desplazarse hasta 4 cuadras para ubicar sus basuras.

La totalidad de las personas contactadas manifiestan que depositan sus basuras en el lugar definido el día que corresponde; en los recorridos por la zona se pudo observar que aunque hay una preocupación por la recolección de los desechos, no hay disciplina para sacarla los días asignados y como proliferan los perros callejeros, la contaminación por basuras en notoria.

? **Aspectos Demográficos**

En cada una de las 98 viviendas que hacen parte de la zona de estudio, habitan desde 1 hasta tres familias en algunos casos con identidad de parentesco; en 2 de estas viviendas habitan hasta 19 personas en un piso; en 39 de las viviendas encuestadas no se logró obtener información sobre el número de residentes;. en promedio en cada vivienda hay 6 personas y en la mitad de ellas no se reporta que haya niños.

Educación

Los niños en edad escolar asisten principalmente a las escuelas y colegios públicos del barrio La Estrella, El Lucero y San Francisco dado que el barrio sólo cuenta con una escuela y jardines de preescolar de Bienestar Familiar y de Bienestar Social de Distrito. El recorrido para ir desde estos barrios a las escuelas a donde asisten se cubre generalmente a pie y puede demorar entre 10 y 20 minutos

Seguridad social

La mayoría de los habitantes esta inscrito al SISBEN ; y acuden a los centros de salud de Vista Hermosa y Meissen., Las personas que se encuentran empleadas mencionan tener un afiliación diferente a la otorgada por el SISBEN.

? **Actividad Económica**

Si bien en el análisis de vulnerabilidad se presenta un informe detallado de la situación socioeconómica de la población de la zona; vale la pena señalar algunos aspectos cualitativos que aparecen en las entrevistas y en los recorridos.

El 33% de familias residentes en la zona tiene un ingreso mensual igual o inferior al salario mínimo y una parte importante de ellos no cuentan con ningún ingreso fijo por cuanto los miembros en edad económicamente activa se encuentran todos desempleados, en algunos casos identificados en entrevistas personalizadas, son los menores los que asumen el sostenimiento del hogar ocupándole en actividades informales que no les reportan ningún tipo de seguridad social. En muy pocos casos los residentes reportaron tener ingreso superior a 2 salarios mínimos.

? **Procedencia y sentido de pertenencia**

El tiempo de permanencia en el barrio de la mayoría de los residentes es de más de 10 años; aunque hay personas que han vivido allí desde hace más de 20 años, el proceso de consolidación y constricción está centrado en la década del 90.

Son consientes de las limitaciones y carencias del barrio que actualmente habitan, no sólo a nivel de infraestructura sino también por la dificultad en el transporte especialmente en las horas de la noche, a pesar de ello los residentes están interesados en que se clarifique la situación de sus viviendas para poder acceder a los susidios para su mejoramiento.

Uno de los aspectos preocupa a los habitantes de esta área es la incertidumbre que se genera al saberse ubicados en un área con problemas de remoción del terreno, que en algunos casos se manifiesta en el deterioro de sus viviendas, y el desconocimiento de las causas concretas de este deterioro A pesar de ello y de las limitaciones de infraestructura y económicas que se presentan en este y todos los barrios de estrato socioeconómico 1 y 2, los residentes, quieren su espacio y buscan mejorarlo, se sienten identificados como miembros de una comunidad que incluye a todo el barrio puesto que allí hay otras áreas con la misma problemática y otras donde ya se han desarrollado acciones por parte de la DEPAE

Nivel Organizacional

Al área de estudio es jurisdicción de la JAC de Juan Pablo II que fue identificada como la única organización local que posee los mecanismos para la interlocución entre las entidades gubernamentales y la comunidad.

Aunque los miembros de la Junta son residentes con mas de cinco años de permanencia en área, que han compartido desde tiempo atrás sus experiencias, se percibe entre los integrantes de la administración una rivalidad y lucha por el manejo del liderazgo y la comunicación con los miembros de la comunidad. Si bien, percibe una manifestación de credibilidad y respeto, entre los residentes, por las directivas de la junta la credibilidad está aparentemente ligada al representante que les sea de su agrado. Los representantes no manejan los mismos niveles de información y desde luego no la comparten entre ellos

No obstante, se puede percibir, por las expresiones y actitudes que existe un sentimiento de comunidad que les permite trabajar por el beneficio general del área. En general se percibe que los residentes actuaciones comunitarias y voluntad de servicio y apoyo especialmente para la resolución de problemas que tienen que ver con los temas de servicios públicos descuidando un poco las relaciones más sociales de interacción y apoyo.

También existen en los alrededores centros con líderes con poder de convocatoria como lo son las iglesias y colegios, más no se percibe que haya por parte de ellos interlocución e interacción con la comunidad residente en el sector

? **Percepción del riesgo:**

Si bien, en general la vulnerabilidad se define como el grado de perdida de un elemento o conjunto de elementos en riesgo, la vulnerabilidad social de una comunidad asentada en un sector determinado se refiere "al estado de indefensión en que se encuentran las personas ante un cambio súbito en el entorno y que conduce de inmediato a una situación de crisis por la perdida de sus activos o recursos"[17]. Por otra parte el riesgo se define, en este caso, como "la valoración de las pérdidas por un fenómeno de remoción en masa, cuyas consecuencias pueden ser entre otras, que resulten personas damnificadas o muertas, que haya daño en propiedades y que se interrumpan las actividades económicas"[18]. Existe una relación directa entre la vulnerabilidad y el riesgo, a mayor vulnerabilidad pueden presentarse mayores riesgos, como por ejemplo en el caso que nos ocupa, para la mayoría de los residentes su vivienda es el único activo físico que poseen y además en ella se concentra su familia.

Aquí, al consultar a la comunidad la percepción sobre el riesgo, este se asimila a la posibilidad de daños en la estructura de su vivienda ocasionado por posibles deslizamientos aunque no logran entender cuales pueden ser los orígenes.

La amenaza es vista desde dos puntos de vista; uno en la probabilidad de que las viviendas sean arrastradas con el deslizamiento del terreno. El otro en la probabilidad de que algunas viviendas pierdan estabilidad por remoción del talud. Con estas miradas pareciera que la comunidad ha previsto que ocurra algún evento y que eventualmente estén preparados haciendo que la intensidad de los impactos sean menores

? **Fase III. Plan de Gestión Social**.

El plan de gestión social recoge, además del proceso desarrollado durante la consultoría, y que ya fueron expuestos, las estrategias a corto, mediano y largo plazo desde la perspectiva social, partiendo de la racionalidad de las personas que conducirán a tomar medidas de precaución que reduzcan las posibilidades de riesgos a corto plazo.

El Plan de Gestión Social involucra a las familias residentes y a las entidades ejecutoras de las obras. :

Desde los residentes:

- Observación permanente. Creación de un comité de vigilancia y retroalimentación con las organizaciones comunitarias locales
- Aprender a identificar momentos claves
- Comunicación con las entidades distritales a cargo de la problemática.

[17] Plan Estratégico 2004 - 2008, Departamento Administrativo de Bienestar Social del Distrito, Pag.9

[18] Alcaldía Mayor de Bogotá REVISAR

Desde la DPAE y los contratistas de las obras:

- Capacitación sobre lo que significa la vulnerabilidad y el riesgo
- Desarrollo de acciones o programas de beneficio en la zona

Acciones de la población

Observación permanente: En las reuniones realizadas se concertó la creación de un comité de seguimiento de la problemática, coordinado por la JAC, y donde actúen permanentemente dos representantes del área de estudio.

Estos representantes, estarán haciendo un monitoreo permanente para observar los cambios en el terreno y posibles daños en las viviendas para que en interacción con la JAC se notifique a las entidades locales y distritales para que evalúen la situación.

Identificación de Momentos Claves:

En el proceso de construcción de la obra de mitigación se propone que haya una intervención de la DPAE donde mediante acciones en campo, dé pautas a la comunidad para que pueda identificar las menazas y sus manifestaciones para que en casos que se presenten eventos estos no sean de alta intensidad, porque la comunidad está prevenida y tiene conocimiento de las estrategias para afrontarlos.

Comunicación con las entidades distritales a cargo de la problemática:

A partir del conocimiento de los resultados de la consultoría, al que tuvieron acceso con la presentación final de la consultoría realizada en la 3ª y 4ª reunión (enero 28 y marzo 4) el comité en interacción con la JAC hará seguimiento a las acciones que le corresponde realizar a la DPAE y a las demás instituciones que tengan injerencia en la solución de los problemas que afectan la estabilidad del suelo y por ende de las viviendas (Acueducto) así como a las que les corresponda los trabajos de embellecimiento y mejora del espacio público (IDRD)

Programas para la Comunidad

Capacitación sobre lo que significa la vulnerabilidad y el riesgo

Se propone solicitar a la DPAE en un tiempo prudencial, después de la entrega de informe por parte de la consultoría, su presencia en el barrio para que presente las acciones que se van a desarrollar como resultado de este trabajo, informe a las demás instituciones involucradas, programe, durante la construcción de la obra de mitigación según las alternativas planteadas, talleres participativos, donde se capacite a la comunidad sobre los significados y alcances de los distintos tipos de riesgo que involucren la seguridad estructural de las viviendas, y que sea de su competencia.

Utilización de recursos locales

La DPAE o las entidades contratistas pueden contribuir al mejoramiento de las condiciones de vida de los residentes y a la formación de comunidad, en el momento del desarrollo de las obras de mitigación con la generación de empleo y la demanda de bienes y servicios locales.

El Plan de Gestión Social para este proyecto se justifica en la medida que permite a la comunidad habitante en este sector, apropiarse de los beneficios de la ejecución de las obras resultantes de este proyecto y participar en las diferentes etapas del mismo, a partir de la asistencia a las reuniones que programe el equipo técnico, aportando su percepción y su conocimiento en torno a las necesidades que los afectan y su decidida participación y compromiso en las posibles soluciones a las mismas.

En las reuniones se desarrolló un proceso de consulta desde una perspectiva meramente técnica que conduce a un ejercicio de interacción con líderes y representantes de la comunidad para la motivación y conformación de grupos de trabajo, bajo la orientación profesional de quienes como responsables de la ejecución del proyecto intervienen.

La participación del componente social como estrategia que soporta y fortalece cualquier estudio de riesgos, liderado y financiado por el Estado, contribuye de un modo significativo a aportar mecanismos, estrategias y alternativas de interacción con las comunidades de cara a los requerimientos de soluciones estructurales que reclaman cada día y con urgencia estos sectores, en cuyo contexto la problemática es cada vez más compleja y exige mayores imperativos en lo referente al diseño y ejecución de la política pública en materia de desarrollo social.

De ahí que la formulación y ejecución del Plan de Gestión Social dentro de este proyecto se fundamentó en los siguientes insumos:

- Una primera fuente del Plan de Gestión Social, parte de la revisión y análisis de la información secundaria que aporte los indicadores socio económicos característicos del sector y del conocimiento y análisis socio-cultural producido por el equipo técnico en su relación con los habitantes del sector.
- Las reuniones programadas y llevadas a cabo con los actores sociales específicos de la zona (Juntas de Acción Comunal, y demás organizaciones sociales con presencia en el sector).
- Sistematización y análisis de la información obtenida a través del desarrollo de actividades en la interacción con los habitantes del sector.

Impacto:

Con la ejecución del Plan de Gestión Social se busca que al finalizar el proyecto, los habitantes involucrados en el proceso hayan adquirido un conocimiento y desarrollo de capacidades que les permitan continuar su participación en los procesos.

Reuniones:

El pasado 4 de marzo de 2006 se realizo la ultima reunión con la comunidad donde se le aclaro los resultados del estudio como lo son, zonificación por amenaza, riesgo y vulnerabilidad.

12 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

12.1 CONCLUSIONES

El área del presente estudio hace parte del barrio Juan Pablo II sector La Isla, de la Localidad de Ciudad Bolívar, y tiene un área de aproximadamente 0.9Ha. El limite al occidente corresponde a la calle 68S y la diagonal 68S, mientras que por el norte corresponde a la carrera 18V Bis; por el oriente el área de estudio se extiende hasta la calle 67C Bis S y por el sur hasta las carreras 18R Bis y 18T Dicha área abarca 100 predios, de los cuáles 80 corresponden a viviendas de 1 y 2 pisos y el restante a lotes vacíos. A la fecha de ejecución del estudio, se contabilizaron 330 personas, entre los que se cuentan 130 niños.

Entre los antecedentes que motivaron el estudio de riesgo por fenómenos de remoción en masa, FRM, se encuentran los diferentes eventos registrados en los diagnósticos técnicos DI-2303 (dic/2004) y DI-2426 (jul/2005) que atendieron la ocurrencia de fenómenos de inestabilidad en el barrio Juan Pablo II, sector La Isla. Asociado a lo anterior, se suma la necesidad de precisar en el sector la escala del mapa de amenaza por fenómenos de remoción en masa definido en el estudio de INGEOCIM (1998), y establecer el plano de riesgo por FRM correspondiente.

En desarrollo del estudio se realizaron las siguientes actividades, orientadas a la obtención de las zonificaciones de amenaza y riesgo por fenómenos de remoción en masa para el sector, y la definición de medidas de mitigación de riesgo. A continuación brevemente se describe cada una de las actividades:

- Recopilación de información. Se revisaron diferentes documentos entre los que se encuentran 2 diagnóstico técnicos (DI-2303 y DI-2426), los cuales recomiendan el reasentamiento de las familias que habitan los predios 39 y adyacente de la manzana 79, y el predio 5 de la manzana 83.

- Levantamiento topográfico. El cual abarcó toda la zona de estudio a una escala 1:500.

- Estudios de clima, hidrología, hidráulica y sismología. De ellos se estableció que la precipitación media multianual, es del orden de 564mm, con dos periodos de lluvias, el primero en los meses de abril y mayo, mientras que el segundo ocurre en los meses de octubre y noviembre. La temperatura media del aire es de 12.1ºC. De la Microzonificación Sísmica de Bogotá (AIS, 1997), se definió que el área de estudio se encuentra en la Zona 1, por lo cual la aceleración máxima, Am, es de 0.24g.

- Estudio geológico: Desde el punto de vista litológico, se estableció que los materiales no trasportados del subsuelo, se enmarcan dentro de la Formación Guaduas, del conjunto medio, y en que se destacan dos unidades de lodolita (parte alta –calle 67C sur- y baja del sector La Isla –calle 68 sur, transversal 18T Bis A), separadas por una unidad de arenisca cuarzosa (parte media del talud –calle 67B sur-), bastante competente. Adicional a lo anterior, se encuentran rellenos antrópicos, cubriendo gran parte de la zona de estudio. Con relación al aspecto estructural, aproximadamente a 100m del extremo sur del área de estudio se encuentra la Falla (de rumbo) de Juan Pablo II.

- Estudio geomorfológico: Se encontró que el área corresponde principalmente a ladera de contrapendiente –lo que favorece la estabilidad- con intervención alta evidente en los escarpes mecanizados de la parte alta del sector La Isla. Se encontró un indicio de inestabilidad por remoción en masa entre las manzanas 77 y 79, y que corresponde al sitio atendido en el DI-2303.

- La cobertura vegetal y usos del suelo. Se estimó que las áreas urbanas consolidadas corresponden al 71% del área de estudio, las áreas urbanas sin pavimentar al 14%, pastos al 10% y eriales al 1%.

- Caracterización geotécnica. A partir de la información obtenida de la exploración del subsuelo y de ensayos de laboratorio efectuados sobre las muestras tomadas, se identificaron los siguientes

materiales de características geotécnicas similares: Relleno antrópico, depósito coluvial, lodolitas de la Formación Guaduas y Arenisca de la Formación Guaduas.

- Evaluación de amenaza por FRM. Dada la alta competencia de los materiales de la Formación Guaduas, así como al limitado espesor de rellenos antrópicos y depósitos coluviales, se optó por emplear la metodología SES, que tiene en cuenta las siguientes variables: tipo de materiales, efectos antrópicos, relieve, drenaje, usos del suelo, clima, erosión y sismo. Se estableció que el 42% del área se encuentra en amenaza media –localizada principalmente en el área de afloramiento de la unidad arenisca de la Formación Guaduas-, y el 58% restante en amenaza baja.

- Inventario de viviendas: se encontró que el 48% de los predios tienen casas de hasta dos niveles de mampostería estructural sin pórticos o con pórticos incompletos. Por otra parte, el 39% son casas de varios niveles con sistema de pórticos o mampostería estructural. Las demás construcciones corresponden a tugurios, casas prefabricadas o de calidad constructiva regular.

- Análisis de vulnerabilidad por FRM. Se definieron las características de vulnerabilidad así: vulnerabilidad alta (daños altos por resistencia baja: estructuras en mampostería sin pórticos completos o viviendas prefabricadas o madera tal que por la ocurrencia de un evento podría sufrir altas deformaciones o colapso estructural), vulnerabilidad media (calidad aceptable con estructura aporticada parcial y que pueden verse afectadas y producirse un daño leve a medio en su estructura por presiones laterales) y vulnerabilidad baja (estructura adecuada con columnas de concreto, viga de amarre con afectación o exposición baja o nula). Se estableció la siguiente distribución de vulnerabilidad para los predios del área en estudio: 2 predios con vulnerabilidad alta –manzana 77 lote 01 de Jaquelin Gómez y manzana 78, lote 34 de José Pompilio Torres-, 47 con vulnerabilidad media y 31 con vulnerabilidad baja.

- Análisis de riesgo por FRM. Luego de los análisis de riesgo se determinó que 60 viviendas se encuentran en riesgo bajo, 20 en riesgo medio y ninguna vivienda en riesgo alto por FRM.

A partir de lo anterior, se considera que no es necesario adelantar medidas de mitigación de riesgo por FRM.

12.2 RECOMENDACIONES

De acuerdo con los resultado obtenidos en el presente estudio no es necesario adelantar medidas de mitigación de riesgo por fenómenos de remoción en masa, sin embargo, se considera que es necesario mejorar las condiciones existentes del área de estudio a fin de mantener la situación actual de estabilidad, por lo que se dan las siguientes recomendaciones:

- Iniciar gestión por parte de la Alcaldía de la Localidad de Ciudad Bolívar para el sellado de fugas del sistema interno de manejo de aguas (manzana 77 predios 5 y 6).
- Dar aviso a la Empresa de Acueducto y Alcantarillado de Bogotá, EAAB-ESP, para que programe mantenimiento rutinario al sistema de alcantarillado que discurre por la Carrera 18Q Bis A, y a la Carrera 18 U entre calles 67 C sur y 67 B sur.
- Retiro del material susceptible a desplazamiento, de la zona ubicada en la manzana 77 entre los lotes 33, 34, 35, 36, 006, 005, 004, 003, 039, NI-03 y NI-02; y posteriormente empradizar para cubrir el material expuesto y susceptible a la erosión.

Adicional a lo anterior, se debe construir una barrera de protección del talud que se encuentra entre las manzanas 77 y 79 (para evitar la pérdida de material antrópico), la cual estará conformada por una malla de cespedón anclada por taches. Las especificaciones correspondientes se encuentran en el ANEXO 14. La construcción de las obras propuestas, de acuerdo a los diseños realizados, tendrán un costo aproximado de $16,451,483.90.

13 LIMITACIONES

El presente estudio se basó en la información obtenida en la exploración del subsuelo (sondeos mecánicos, trincheras, apiques y pruebas geofísicas) y los ensayos de laboratorio efectuados sobre muestras representativas. Adicionalmente se apoya en las demás actividades llevadas a cabo en el área de estudio como los inventarios de inspección visual de viviendas, las reuniones con la comunidad, junto con la información recopilada.

Cualquier cambio en las condiciones del terreno producto de intervención antrópica, actividad sísmica u obras de ingeniería posteriores a la emisión de este documento pueden cambiar las condiciones de riesgo y por lo tanto deben ser reportadas a la entidad competente y por ende al consultor.

14 BIBLIOGRAFÍA

? ASOCIACION COLOMBIANA DE INGENIERIA SISMICA UNIVERSIDAD DE LOS ANDES – INGEOMINAS. Estudio general de amenaza sísmica de Colombia. Bogotá. Octubre de 1996.

? AIS, INGEOMINAS, UNIVERSIDAD DE LOS ANDES (1996), "Estudio General de Amenaza Sísmica de Colombia", Comité AIS 300 – Amenaza Sísmica, Bogotá.

? Consorcio IGR (2005), "Elaboración de Diseños de Obras en Sitios Afectados por Emergencia debido a la Temporada de lluvias - Sitio 2 Barrio Juan José Rondón".

? Chow, Ven T. Hidráulica de Canales Abiertos, Mc. Graw Hill.

? Chow, Ven T.. Hidrología Aplicada. Mc. Graw Hill

? DA PORTA, J.. "Léxico estratigráfico internacional (Terciario-Cuaternario)" Paris.

? Dirección de Prevención y Atención de Emergencias- DPAE. Seminario Estudios de riesgos por fenómenos de remoción en masa. Agosto 31 de 2000.

? González A. J., Zamudio E. y Castellanos R. (1999). "Relaciones de Precipitación Crítica-Duración Lluvias que Disparan Movimientos en Masa en Santa Fe de Bogotá – Colombia". Bogotá D.C. XI CPMSIF – Foz de Iguazu, Brasil.

? GONZÁLEZ, Álvaro (1999). Estimativos de parámetros efectivos de resistencia con el SPT en X Jornadas Geotécnicas de la Ingeniería Colombiana. Sociedad Colombiana de Ingenieros – Sociedad Colombiana de Geotecnia. Bogotá. 1999.

? HOEK. Evert y BRAY, John. Rock slope Enginnering. Institution of Mining an Metalurgy. Great Britain University Press. Cambridge. 1974.

? INGEOCIM Ltda. "Zonificación de Riesgo por Inestabilidad del Terreno para Diferentes Localidades en la Ciudad de Santa Fé de Bogotá D.C." (1998).

? INGEOMINAS. Zonificación geotécnica de Santafé de Bogotá. Convenio 200-86 (Departamento Administrativo de Planeación Distrital), Informe 2081. 1993.

? INGEOMINAS (2003). "Estudio de evaluación de amenaza por deslizamiento para los Barrios El Espino y El Cerro El Diamante, e instalación y monitoreo de instrumentación geotécnica". DPAE.

? INGEOMINAS - UNIVERSIDAD DE LOS ANDES. (1997). Microzonificación sísmica de Santafé de Bogotá. Agosto.

? INGEOMINAS (2003). "Estudio de evaluación de amenaza por deslizamiento para los Barrios El Espino y El Cerro El Diamante, e instalación y monitoreo de instrumentación geotécnica".

? Instituto Nacional de Vias – INV. Manual de Estabilidad de Taludes, Geotecnia Vial. 1998.

? KOEFOED. Otto. Geosounding principles publicado por el servicio geológico holandés (TNO).

? LEONE,F. Concept de Vulnerabilité appliqué a l´évalution des riesques generés par les phenomenes de mouvemenst de terrain. Tesis de Doctorado. Universidad Joseph Fourier, Grenoble I. 1996.

? LÓPEZ C. Ricardo A.. Elementos de Diseño para Acueductos y Alcantarillados. Ed. Escuela Colombiana de Ingeniería, Segunda Edición. 1999.

? LOW, B. K. Reliability analisys of rock wedges in Journal of geotechnical and geoinveronmental engineering. June 1997.

? Ley 400 de 1997 y Decreto 33 de 1998, Normas Colombianas de Diseño y Construcción Sismorresistente

? MONSALVE SAENZ GERMÁN. “Hidrología en la Ingeniería”, Ed. Escuela Colombiana de Ingeniería. Bogota. (1995).

? UNION TEMPORAL RIESGOS URBANOS Germán Darío Tapia Muñoz – Edgar Rodríguez Granados. Estudio de Riesgo Barrio San Isidro. Localidad Ciudad Bolívar. Dirección de Prevención y Atención de Emergencias de Bogotá. Octubre de 2003.

? VAN DER HAMMEN, Th. “Plioceno y Pleistoceno en el altiplano de Bogota y alrededores”. Análisis geográfico No. 24. Instituto Geográfico Agustin Codazzi. Bogotá. (1995).

Plano No. 1 TOPOGRÁFICO

Plano No. 2 GEOLÓGICO

Plano No. 3 GEOMORFOLÓGICO

Plano No. 4 – TIPOLOGÍA DE VIVIENDAS

Plano No. 5 – AMENAZA POR FRM

Plano No. 6 – VULNERABILIDAD POR FRM

Plano No. 7 – RIESGO POR FRM

Plano No. 8 – USOS DEL SUELO

Plano No. 9 – Obras de mitigación de Amenaza y detalles

ANEXO 1 INFORMACIÓN DEPARTAMENTO ADMINISTRATIVO DE PLANEACIÓN DISTRITAL

ANEXO 2 PLANCHA CATASTRO L46A

ANEXO 3 CARTERA DE PUNTOS DE TOPOGRAFÍA

ANEXO 4 REGISTROS DE PERFORACION, APIQUES Y TRINCHERAS

ANEXO 5 FORMATO INVENTARIO DE VIVIENDAS FOPAE

ANEXO 6 FORMATOS INVENTARIO DE VIVIENDAS DILIGENCIADOS

ANEXO 7 INVENTARIO DE VIVIENDAS DIGITALIZADO

ANEXO 8 ASPECTOS GEOLOGICOS

ANEXO 9 CALCULO DE CAUDALES

ANEXO 10 METODOLOGÍA SES – TABLAS DE EVALUACIÓN

ANEXO 11 ANÁLISIS DE VULNERABILIDAD Y RIESGO

ANEXO 12 PLAN DE CALIDAD

ANEXO 13 ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

ANEXO 14 ESPECIFICACIONES TÉCNICAS