DIRECCIÓN DE PREVENCIÓN Y ATENCIÓN DE EMERGENCIAS – DPAE –
FONDO DE PREVENCIÓN Y ATENCIÓN DE EMERGENCIAS - FOPAE

CONTRATO DE CONSULTORÍA No. 526 DE 2005

CONSULTORÍA PARA LA EMISIÓN DE CONCEPTOS TÉCNICOS DE RIESGO POR MOVIMIENTOS EN MASA PARA LEGALIZACIÓN DE DESARROLLOS EN LA CIUDAD DE BOGOTÁ D. C.

UNIÓN TEMPORAL CRC

CONCEPTO TÉCNICO No. 4322

1 INFORMACIÓN GENERAL

ENTIDAD SOLICITANTE:	D.A.P.D.
LOCALIDAD:	USME
BARRIO:	**VILLA ISRAEL II SECTOR**
UPZ:	58 – Comuneros
ÁREA (Ha):	0,4 Ha
FECHA DE EMISIÓN:	16 de enero de 2006
TIPO DE RIESGO:	Por remoción en masa.
VIGENCIA:	Temporal, mientras no se modifiquen significativamente las condiciones físicas del sector o se realicen obras de mitigación.

El presente concepto está dirigido al Departamento Administrativo de Planeación Distrital (DAPD) para el Programa de Legalización de Barrios, como un instrumento para la reglamentación del mismo y como tal busca establecer restricciones y/o condicionamientos para la ocupación del suelo y recomendaciones para el uso de las zonas de alta amenaza. Corresponde a una herramienta para la planificación del territorio y toma de decisiones sobre el uso del suelo.

El informe contiene el concepto técnico de riesgo por movimientos en masa del barrio Villa Israel II Sector, de conformidad con los términos del contrato suscrito por FOPAE y la Unión Temporal CRC para tal fin, y consta de siete secciones, de las cuales las dos primeras tratan sobre las generalidades, la tercera registra los resultados obtenidos a nivel de información básica, la cuarta cubre los aspectos relacionados con la evaluación de riesgo, la quinta sintetiza los resultados obtenidos, la sexta cubre las recomendaciones pertinentes y al final del informe, en la séptima sección, se reseñan las fuentes de información consultadas.

2 GENERALIDADES

A continuación se presentan las generalidades del trabajo, que sirven de referencia para las demás secciones del Informe.

2.1 LOCALIZACIÓN Y DESCRIPCIÓN DEL DESARROLLO VILLA ISRAEL II SECTOR

El desarrollo denominado Villa Israel II Sector, se encuentra localizado al sur de la capital de la República de Colombia, en la localidad No. 05, Usme, y en la Unidad de Planeamiento Zonal (UPZ) No. 58 – Comuneros, entre las siguientes coordenadas planas con origen Bogotá:

Norte: 88.320 a 88.410
Este: 95.700 a 95.730

En la **Figura 1** se presenta la localización general del barrio y en la **Fotografía 1** puede observarse la vía principal del mismo. Vale la pena aclarar que se trabajó con base en la cartografía que entregó el FOPAE, la cual corresponde a la cartografía y nomenclatura de Catastro Distrital (DACD) y en la cual los límites de barrio están definidos con base en la demarcación de Planeación Distrital (DAPD).

El barrio ocupa un área aproximada de 0,4 Ha y comprende tres manzanas, conformadas en total por 22 predios, de los cuales la mayor parte se encuentra construida con viviendas de tipo informal, varias de ellas con muros en bloque de arcilla y algunas columnas de confinamiento.

El acceso al barrio se logra desde la Carretera a Usme por una vía secundaria pavimentada hasta cercanías de Villa Israel II Sector, entrando por el barrio Monte Blanco; el transporte urbano abastece el sector con la ruta Monte Blanco – Sucre y el sistema Transmilenio con el servicio de alimentadores a Usminia.

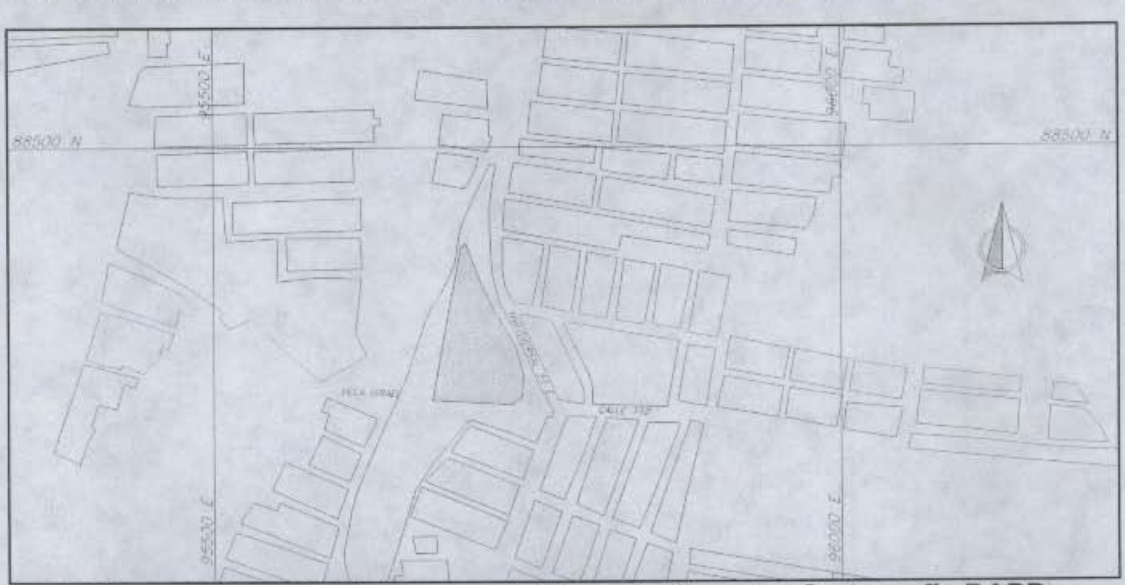
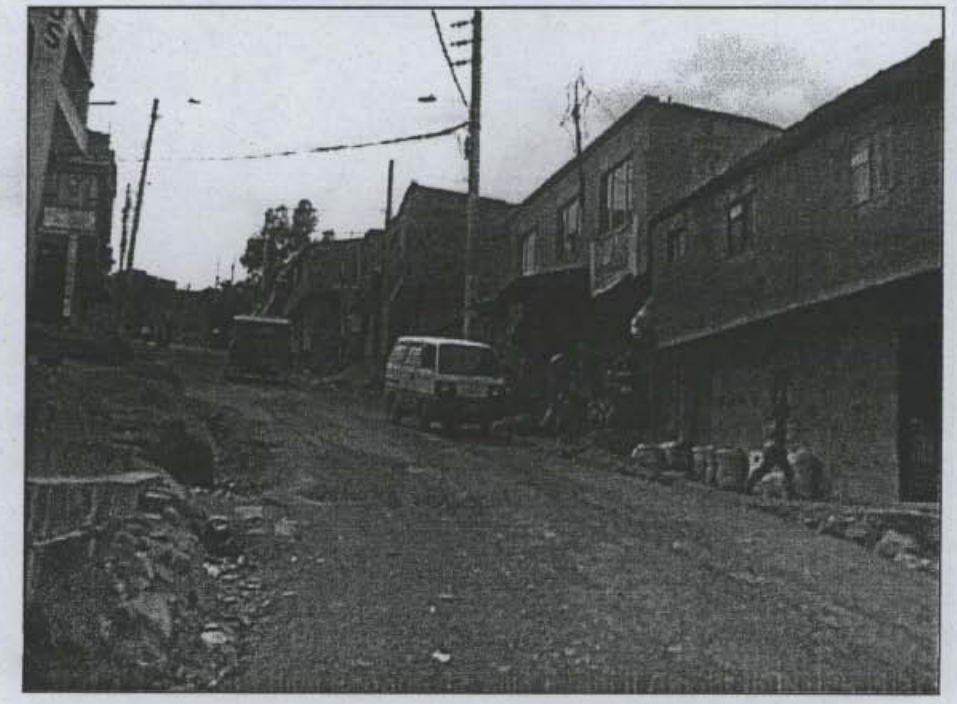


Figura 1. Localización general del barrio (Fuente: Cartografía DAPD suministrada por FOPAE)



Fotografía 1. Panorámica general de Villa Israel II Sector (a la derecha) y vía principal de acceso.

2.2 ESTRUCTURACIÓN DEL INFORME

Está definido en los términos de referencia elaborados por la Dirección de Prevención y Atención de Emergencias (DPAE) de la Secretaría de Gobierno del Distrito Capital, según la invitación pública para contratación directa No. 7302-64-2005, adelantada por el Fondo de Prevención y Atención de Emergencias (FOPAE).

A continuación se presentan los principales aspectos que permitieron el desarrollo del concepto y su estructura por capítulos.

2.2.1 Definición del concepto

Las características más representativas que permitieron estructurar el concepto y los procedimientos para su ejecución se referencian a continuación.

2.2.1.1 Objetivo

El objetivo del trabajo es emitir el concepto técnico de riesgo por movimientos en masa para el desarrollo Villa Israel II Sector de la Localidad de Usme, en Bogotá D. C., de acuerdo con los términos de referencia del FOPAE.

2.2.1.2 Alcance

El trabajo incluye la recopilación de información secundaria, obtención de información primaria, análisis de información, análisis geotécnicos, evaluación de

amenaza, vulnerabilidad y riesgo, análisis de información y formulación de recomendaciones.

2.2.1.3 Destinatarios

Los destinatarios del concepto son las entidades de planificación a quienes se les suministran las herramientas para toma de decisiones en lo que corresponde al problema estudiado.

2.2.1.4 Documentos básicos y especificaciones de trabajo

El trabajo se adelantó de acuerdo con los siguientes documentos y requerimientos:

- Términos de referencia para la elaboración del trabajo elaborados por FOPAE.
- Contrato No. 526 de 2005, suscrito por FOPAE y la Unión Temporal CRC.
- Propuesta del Consultor de fecha 03 de octubre de 2005.

De estas referencias pueden extractarse las principales especificaciones de trabajo, como son:

- Escala: 1:1000
- Nivel de resolución: Local, detallado, 1:1000
- Tipo de decisiones de mitigación que se esperan tomar: Emisión de concepto de amenaza y riesgo del barrio.

2.2.2 Personal participante y datos del Consultor

La firma consultora encargada del trabajo es la UNIÓN TEMPORAL CRC, conformada por los Ingenieros Héctor Vicente Rodríguez Romero y Carlos Héctor Cantillo Rueda y la firma Consulcons Ltda. El domicilio de la Unión Temporal CRC es la Calle 64 No. 10 – 45 oficina 413 de la ciudad de Bogotá, teléfonos 2557487 y 3478260, correo electrónico ccantillo@fastmail.fm.

El grupo de trabajo que participó en la consultoría está conformado por los siguientes profesionales, indicando sus respectivas actividades:

- Ingeniero Civil Jorge Alberto Rodríguez: Encargado de la dirección del proyecto.
- Ingeniero Civil Carlos Héctor Cantillo Rueda: Encargado de la coordinación del proyecto, la redacción, edición y producción del informe final, y, la evaluación de amenaza, vulnerabilidad y riesgo. Igualmente desempeñó el cargo de Gerente y Representante Legal de la firma consultora.

- Ingenieros Civiles Carlos Eduardo Rodríguez Pineda, Nubia Rocío Barragán y Erika Velandia: Participaron como expertos en geotecnia en la evaluación de amenaza.

- Ingeniero Geólogo Gilmar Iván Patiño Barrera y Geólogo Mauricio Alfonso Rubio: Elaboraron los estudios geológicos.

- Ing. Catastral Willian León Quevedo: Encargado del Sistema de Información Geográfica (SIG) y del dibujo en AutoCAD.

- Ing. Ambiental y Sanitaria Nicole Botero Martínez: Participó como experta en el tema ambiental.
- Dr. Rafael Suárez Rondón y Estudiante de Sociología Sonia Cristina Cantillo: Encargados de la investigación social y participación comunitaria, así como en la búsqueda de información secundaria.

- Geóloga Carolina López: Auxiliar de geología.

- Estudiante de Ingeniería Civil Sergio David Garzón: Auxiliar de Ingeniería encargado del inventario de predios.

- Consulcons Ltda.: Firma encargada de la exploración del subsuelo.

2.3 DESCRIPCIÓN GENERAL DE LAS BASES METODOLÓGICAS Y PROCEDIMIENTOS DE TRABAJO

2.3.1 Bases metodológicas generales

La evaluación de la amenaza, vulnerabilidad y riesgo se basa en la "Propuesta Metodológica para la Evaluación de Riesgos por Movimientos en Masa a Escala Local", de Cantillo (1998), ajustada a las condiciones específicas del trabajo, como marco general. Tal propuesta involucra la ejecución de diversas etapas como se menciona a continuación:

- Definición del estudio: Corresponde a la planeación de los trabajos.

- Análisis de contexto: Comprende los análisis de las condiciones físicas, ambientales y sociales de la zona y la comunidad que la ocupa, que involucra el análisis de referentes físicos (Geología regional, geomorfología regional, clima, hidrología, hidrografía, hidrogeología, sismología), históricos (p. e. los antecedentes de inestabilidad, la historia del poblamiento de la zona, etc.), ambientales (p. e. cobertura vegetal, drenajes naturales y artificiales, etc.) y sociales (p. e. uso del suelo) y su relación con los problemas de inestabilidad en la zona.

- Evaluación de amenaza: Con base en la información de contexto y las metodologías propuestas se definen las áreas con diverso nivel de amenaza.

- Identificación y caracterización de elementos expuestos: Como condición necesaria para los análisis de vulnerabilidad, se efectúa un inventario y caracterización de los elementos físicos que integran el sistema, como las viviendas, infraestructura y mobiliario urbano; de manera indirecta, a través de la investigación social, se conocen las características sociales y demográficas de la zona y la identificación de las principales actividades y relaciones y funciones sociales y económicas que se desarrollan en el sector.

- Análisis de vulnerabilidad: De acuerdo con el objetivo de los conceptos a emitir se consideran solamente los factores relacionados con la exposición y resistencia de los elementos físicos susceptibles de ser afectados por la materialización de la amenaza.

- Evaluación de riesgos: Corresponde al diagnóstico de riesgos por movimientos en masa, con base en la evaluación de amenaza y análisis de vulnerabilidad, y explicado a partir de la integración de conceptos de corte técnico (geotécnico), social, ambiental y de planificación urbanística.

- Formulación de medidas para la reducción integral del riesgo: Corresponde a las recomendaciones tendientes a la reducción del riesgo desde diversas perspectivas (Técnicas, sociales, ambientales y urbanísticas).

2.3.2 Metodología de evaluación de amenaza

Se aplicó la metodología denominada "Sistema Semicuantitativo de Estabilidad", SES Modificado, de Ramírez (1989), incluida en los términos de referencia de FOPAE (2005). Los resultados obtenidos se ajustaron de conformidad con los siguientes criterios, proceso que, al final, arrojó la zonificación de amenaza definitiva: Consideración de la presencia de procesos morfodinámicos activos o potenciales, evaluación de antecedentes, testimonios de la comunidad y reconocimientos geotécnicos en el sector.

2.4 INFORMACIÓN SECUNDARIA CONSULTADA

Como se mencionó con anterioridad, se adelantó una recopilación de información secundaria en diversas fuentes, principalmente en el Centro de Documentación e Información (CDI) de la Dirección de Prevención y Atención de Emergencias (DPAE), el Sistema de Información para la Gestión de Riesgos y Atención de Emergencias de Bogotá (SIRE), Instituto Geográfico Agustín Codazzi (IGAC) y consultas en internet, además de la información suministrada por el Contratante.

En el caso particular del presente concepto, se consultaron las referencias registradas en la última parte del informe, y principalmente las que se enuncian a continuación.

2.4.1 Estudios antecedentes

Se utilizó información de los estudios registrados en la **Tabla 1**.

Tabla 1. Relación de estudios antecedentes

TITULO	AUTOR	FECHA
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	Ingeominas para DAPD	Octubre de 1995
Zonificación de Riesgo por Movimientos de Remoción en Masa en 101 Barrios de la Localidad de Usme	Investigaciones Geotécnicas Ltda. para FOPAE	1998

2.4.2 Informes DPAE antecedentes

De manera ídem se adelantó consulta de informes emitidos por la DPAE relacionados con el barrio estudiado y que se enumeran a continuación: Conceptos técnicos Nos. 2999 y 3003, diagnóstico 2062, y respuestas oficiales 11581, 13065 y 13341.

2.5 MARCO GENERAL DE REFERENCIA

2.5.1 Referente conceptual

En el **Anexo 1** se presenta un marco conceptual general, en el cual se definen términos como amenaza, vulnerabilidad, riesgo, desastres, gestión de riesgos y procesos de remoción en masa.

2.5.2 Referente físico de la Localidad de Usme

2.5.2.1 Clima, hidrografía e hidrología

Los principales datos climáticos de la Localidad son:

- Temperatura: 13 grados promedio anual
- Humedad Relativa: Seca y Semi-seca
- Precipitación Total: 800 a 1.000 mm promedio anual
- Sector contra Cerros orientales: 1.000 a 1.500 mm promedio anual
- Período más lluvioso: Abril a octubre
- Período más seco: (Lluvias moderadas) Noviembre a marzo
- Altimetría: 2.276 metros sobre el nivel del mar

Debido a la geografía local, se presenta un nivel de precipitaciones bastante elevado en la pequeña porción de territorio ubicada contra los Cerros Orientales, registrando una media de precipitación anual de 1.000 a 1.500 mm, mientras en su mayor extensión se presenta un nivel de precipitación promedio anual de 800 a 1.000 mm.

Dependiendo de la relación precipitación - brillo solar, se presenta la condición de zona semiseca, en la proporción de territorio que bordea los Cerros Orientales extendiéndose aproximadamente hasta la mitad de la Localidad en el sentido oriente - occidente. La porción de territorio restante hasta el límite con las Localidades de Rafael Uribe, Tunjuelito y Ciudad Bolívar, debido a su bajo nivel de precipitaciones, tiene condiciones de zona seca. Hidrográficamente la zona pertenece a la cuenca del río Tunjuelito. (Fuente: Portal www.redbogota.com del programa Red Bogotá de la Universidad Nacional de Colombia).

2.5.2.2 Aspectos sísmicos

De acuerdo con el mapa de microzonificación sísmica de la ciudad (Ingeominas y Uniandes, 1997), la Localidad de Usme se encuentra en las zonas 1 y 5. Particularmente el área de estudio se ubica en la Zona 1 "Cerros", a la que le corresponde el valor del parámetro Am de 0,24 g, siendo g el valor de aceleración de la gravedad.

2.6 UBICACIÓN DEL BARRIO DENTRO DEL CONTEXTO REGIONAL DE AMENAZA POR REMOCIÓN EN MASA

El FOPAE, a través de la firma Investigaciones Geotécnicas Ltda., adelantó en el año 1998 la "Zonificación de Riesgo por Movimientos de Remoción en Masa en 101 Barrios de la Localidad de Usme" (SIRE, 2005).

Los resultados del estudio fueron empleados como base para la obtención del plano normativo del Plan de Ordenamiento Territorial POT (Amenaza por remoción en masa), y de productos normativos subsiguientes como la delimitación de las Áreas de Tratamiento Especial. De acuerdo con el plano consignado en el POT, el 8,7% (683,4 Ha) del área estudiada está en zona de amenaza alta por movimientos en masa, el 14,1% (1.100,8 Ha) en zona de amenaza media, y el 77,2% (6.020,3 Ha) restante en zona de amenaza baja. De acuerdo con la clasificación de uso del suelo consignada en el POT, la distribución porcentual de áreas zonificadas por amenaza se presenta en la **Tabla 2**.

Tabla 2. Distribución de la amenaza por remoción en masa (Fuente: SIRE, 2005)

CALIFICACIÓN	AMENAZA ALTA	AMENAZA MEDIA	AMENAZA BAJA
Suelo Urbano	2,8% (224,2Ha)	5,7% (448,6Ha)	17,3% (1.351,9Ha)
Suelo Rural	4,7% (371,4 Ha)	6,7% (525,1Ha)	47,4% (3.713,2Ha)
Suelo de Expansión	1,1% (87,8 Ha)	1,6% (126,9Ha)	12,7% (954,7Ha)

Consultados los planos de zonificación de amenaza del POT y del estudio de Investigaciones Geotécnicas Ltda., se puede establecer en forma aproximada que en ambos casos el desarrollo se encuentra en zona de amenaza baja.

3 RESULTADOS OBTENIDOS A NIVEL DE INFORMACIÓN BÁSICA

A continuación se presentan los resultados obtenidos a nivel de información básica que sirven de base para la evaluación de amenaza, vulnerabilidad y riesgo del barrio estudiado.

3.1 CARACTERIZACIÓN AMBIENTAL DEL SECTOR

Villa Israel II Sector es un barrio en proceso de consolidación, donde se presentan procesos de degradación ambiental en bajo nivel, lo que indica que el índice de calidad ambiental es medio alto. Esto se ve reflejado en el grado de intervención antrópica que se ha venido desarrollando en el entorno natural. Dadas las condiciones ambientales que se describen a continuación, no se observan restricciones para el desarrollo del barrio, desde la óptica ambiental.

3.1.1 Uso actual y potencial del suelo

El uso del suelo que predomina en la zona de estudio es de tipo comercial y residencial, aunque se observa un uso agrario en una escala mucho menor. La influencia del uso residencial en eventuales procesos de inestabilidad geotécnica depende principalmente de las técnicas aplicadas en el manejo del suelo, en lo que se refiere a los cortes y rellenos que se efectúan para la instalación de nuevas viviendas y vías. En cuanto al uso agrario llegaría a afectar la estabilidad del suelo cuando la explotación de la parcela es mayor a la capacidad de regeneración del mismo causando el envejecimiento y posterior proceso de erosión, lo que podría darse al largo plazo.

3.1.2 Cobertura vegetal

La cobertura vegetal se compone de altas zonas de pastizal o vegetación de porte arbustivo, con algunos parches arbóreos nativos y exóticos embebidos en el matorral siempre-verde de un vestigio de sotobosque secundario. También se pueden mencionar los cultivos de papa que se desarrollan en una escala muy pequeña dentro del área de estudio. Predominan las herbáceas como el kikuyo, el cual no participa en asociaciones con otras gramíneas por su alto nivel competitivo y su porte alelopático. De igual manera se encuentran arbustos propios de los cerros orientales como mortiño y mano de oso que tienen alta importancia ambiental como soporte de agua y fauna.

Con respecto a las plantas exóticas presentes en el área de estudio se pueden referenciar algunas acacias, eucaliptos y pinos que tienen una gran influencia en la estabilidad de las laderas ya que se consideran especies negativas para el soporte del suelo. De igual manera son especies alelopáticas que permiten el desarrollo de procesos de erosión de tipo laminar ya que inciden en la permeabilidad del suelo y con el crecimiento de otras especies vegetales en sus alrededores. Cabe anotar que dada la escasa presencia de estos individuos, su influencia sobre la estabilidad del terreno no es importante, por lo menos en el corto plazo.

3.1.3 Drenajes naturales y escorrentía superficial

El área de estudio presenta un drenaje de tipo distributario con pocos surcos definidos. Se puede observar la invasión de uno de esos surcos en la parte sur, lo cual puede tener influencia en la estabilidad del terreno y exposición de las viviendas a eventos de tipo torrencial, pero esto puede ser manejado con drenajes artificiales como alcantarillado pluvial. En cuanto a la escorrentía superficial, se puede considerar media, por la presencia de vegetación y la ausencia de asfalto en las vías.

De igual manera en el área de estudio no se observan cuerpos de agua ni zonas de sensibilidad ambiental que puedan ser afectadas por el desarrollo antrópico o que representen una amenaza para el sistema.

3.1.4 Alcantarillado sanitario y pluvial

No se pudo establecer la existencia de alcantarillado sanitario y pluvial, aunque no son evidentes los vertimientos de aguas residuales directos en la ladera. Esto es un factor importante en la estabilidad ya que la infiltración de aguas residuales y de agua lluvia por la alteración del drenaje desde la parte más alta de la ladera permite la saturación de estos suelos.

3.2 ESTUDIO GEOLÓGICO

El componente geológico es de capital importancia para la emisión del concepto técnico de riesgo por remoción en masa. A continuación se presentan los resultados del trabajo de investigación adelantado y que sirve de base para la definición del nivel de amenaza en el barrio objeto de evaluación.

3.2.1 Geología regional

La litología y estructuras geológicas del área en la cual se enmarca la zona de estudio son las siguientes:

3.2.1.1 Estratigrafía

El barrio Villa Israel II Sector se encuentra localizado geológicamente sobre un depósito fluvioglaciar, el cual se ubica en zonas de ladera. En general, los depósitos de origen fluvioglaciar del área meridional de Bogotá, se localizan sobre formaciones blandas. Constan de bloques y cantos de arenisca de formas subredondeadas a subangulares provenientes de las rocas de la Formación Usme, embebidos en matriz limoarcillosa. El tamaño de los bloques es muy variado, alcanzando tamaños relativos hasta de 5 m y su proporción con respecto a la matriz es de un 40 a 60%.

Dadas las mismas características físicas y mecánicas de los depósitos fluvioglaciares, son cuerpos que permiten el almacenamiento y flujo del agua subsuperficial de acuerdo a su posición con respecto a la topografía. Cuando estos

depósitos se encuentran saturados y en laderas de pendiente alta, son susceptibles a inestabilizarse.

3.2.1.2 Geología estructural

El sistema estructural de incidencia en el área corresponde al Sinclinal fallado Usme – Tunjuelito, que es la terminación sur de la depresión tectónica de la Sabana de Bogotá. El eje de plegamiento tiene dirección aproximada N-S, se extiende hacia el sur por más de 20 kilómetros y su eje se inclina de sur a norte. El flanco occidental se encuentra en posición normal con buzamientos hasta de 45º, mientras que el flanco oriental se encuentra invertido en algunos tramos. De otra parte, el sinclinal se encuentra afectado por fallas perpendiculares y oblicuas a su dirección general y por pliegues menores que se presentan especialmente en áreas donde afloran formaciones rocosas de características blandas como la Formación Bogotá.

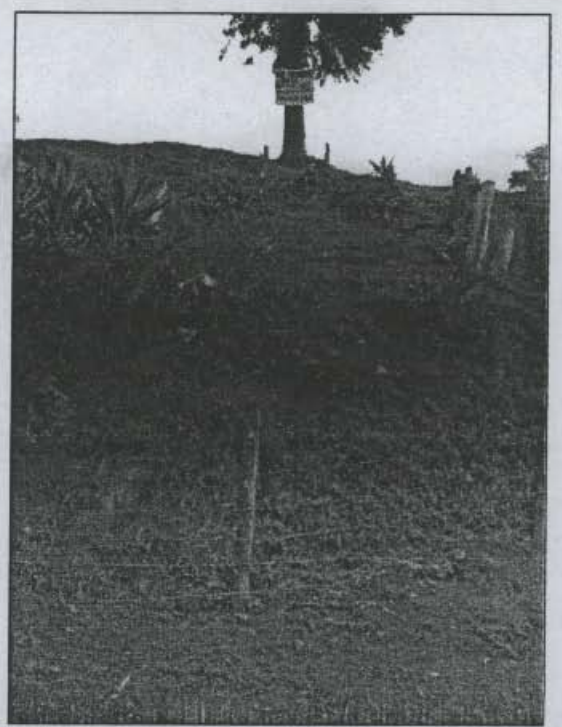
Ingeominas (1997) cartografía la Falla de Tunjuelito que tiene rumbo NNE-SSW al sur, pasa a rumbo N-S al centro y cambia a rumbo NNW-SSE al norte. Según ellos se trata de una falla inversa que delimita por el occidente al Sinclinal de Usme - Tunjuelito.

3.2.2 Geología local

Las unidades geológicas de superficie (materiales) que se presentan en el barrio Villa Israel II Sector se describen a continuación y se presentan en el **Plano 1** del **Apéndice 1**.

3.2.2.1 Depósitos fluvioglaciares (Qfg)

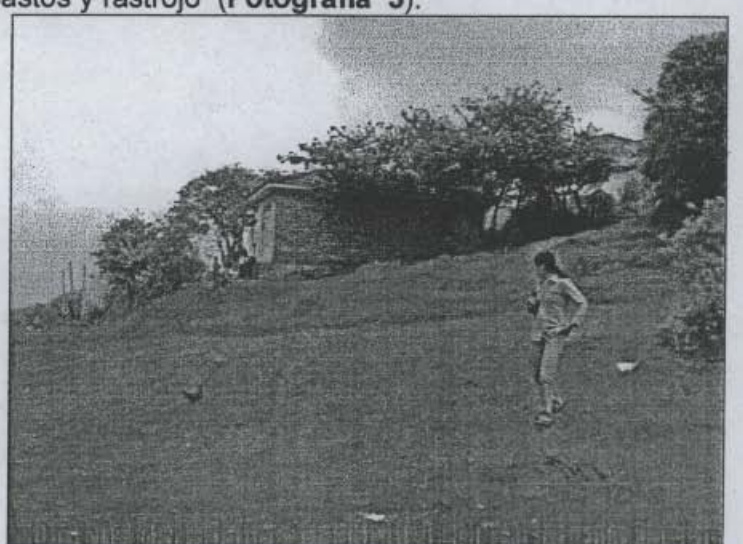
Depósitos matriz-soportados, de textura arenosa y color amarillo a blanco, con bloques de arenisca redondeados a subredondeados de tamaños métricos (**Fotografía 2**). Este depósito puede superar los 3m de espesor. Se localiza al norte del barrio, donde están cimentadas las casas de mampostería y al sur entre el sendero peatonal 2 y la calle 112 Bis



Fotografía 2. Detalle de bloque del depósito fluvioglaciar en el extremo de aguas abajo del barrio Villa Israel II Sector.

3.2.2.2 Suelos negros (Qsn)

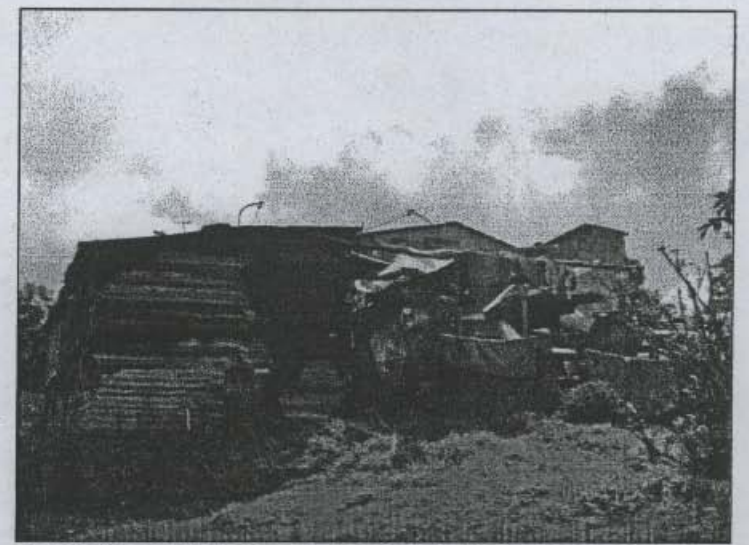
Consisten en limos arcillosos de tonalidad oscura, orgánicos, se encuentran cubriendo los depósitos fluvioglaciares. Estos suelos en el sector constituyen un espesor que oscila entre 1 m y 1,5 m, están ubicados al oeste del barrio, en medio de senderos peatonales y áreas sin urbanizar. Los suelos negros se encuentran cubiertos de pastos y rastrojo (**Fotografía 3**).



Fotografía 3. Fotografía del costado occidental del barrio Villa Israel II Sector donde se encuentra el suelo negro cubierto por pastos.

3.2.2.3 Rellenos antrópicos (Qra)

Son producto de la actividad humana como consecuencia de cortes de taludes y explanaciones para la construcción de viviendas. En el barrio Villa Israel II Sector se observa disposición de materiales de desecho (basuras y escombros de excavación); estos depósitos se localizan principalmente alrededor de las viviendas ubicadas al oeste del barrio (**Fotografía 4).**



Fotografía 4. Depósitos antrópicos sobre depósito fluvioglaciar y muy seguramente sobre suelos negros, localizados en la parte occidental del barrio Villa Israel II Sector

3.2.3 Aspectos hidrogeológicos

En el depósito fluvioglaciar es posible que se encuentre agua de infiltración lo que puede generar una amenaza potencial de inestabilidad dada la alta pendiente del terreno en algunos sectores del barrio, como entre el sendero peatonal 2 y la calle 112 Bis. Además, pueden permitir el flujo de agua subterránea debido al fisuramiento de las arcillas. No obstante, esta situación no es relevante, debido a que el relieve de la mayor parte del barrio es de pendeinte suave.

En el costado sur del barrio se presenta un drenaje natural invadido por la construcción de viviendas y pequeños cultivos; en este sector confluyen las aguas de una parte de la ladera de aguas arriba del barrio, las cuales se infiltran y dan origen a un flujo de tierra incipiente.

3.2.4 Geomorfología

En el barrio Villa Israel II Sector se identificaron los procesos morfodinámicos y las características de los mismos con el propósito de calificar los parámetros del relieve de acuerdo con la metodología de zonificación adoptada.

3.2.4.1 Unidades geomorfológicas

Una unidad geomorfológica es un área determinada en la cual existen particularidades de relieve, procesos morfodinámicos y propiedades litológicas que la caracterizan y diferencian de las demás.

En términos generales, se presenta una unidad geomorfológica que consiste en una ladera depositacional donde se encuentra fundado el barrio, que constituye un relieve inclinado con pendientes que van desde los 10° a 25°. En el costado sur discurre un drenaje natural intervenido. La geoforma ha sido modelada por la actividad antrópica, mediante la ejecución de cortes y explanaciones para la construcción de viviendas y la disposición de rellenos.

3.2.4.2 Procesos morfodinámicos

La estabilidad del terreno en general se encuentra afectada por las aguas de escorrentia superficial, taludes de corte y rellenos para construccion de viviendas. A continuacion se realiza una breve descripción de estos procesos.

- **Erosión laminar y en surcos**

La erosión se acentúa sobre áreas desprovistas de vegetación y sobre los rellenos antrópicos. Ésta puede llegar a desencadenar una serie de procesos morfodinámicos como flujos de tierra y deslizamientos aguas abajo del barrio, de no prestarse la debida atención. La erosión laminar y en surcos se presenta principalmente en las vías de acceso peatonal, por donde circulan las aguas de escorrentía superficial (**Fotografía 5**).



Fotografía 5. Erosión laminar en la transversal 51 E principal del barrio Villa Israel II Sector.

- **Taludes de corte y explanaciones**

En el Barrio Villa Israel II Sector solo se observan dos taludes de corte y se encuentran en la parte sur al terminar la transversal 51E, con una altura de 2 m y en la parte occidental donde se encuentran ubicados los suelos negros, con una altura de 1 m. No obstante, se deduce que en la mayor parte de las viviendas de la parte más poblada del barrio (la que se encuentra en la zona de ladera) se efectuaron taludes de corte entre 1 y 2 m de altura, los cuales no generan inestabilidad del terreno, debido a que se encuentran protegidos, por el mismo sistema urbanístico.

- **Flujos de tierra**

Los flujos de tierra son movimientos de velocidad variable; se presentan sobre el depósito fluvioglaciar asociado a un drenaje natural en el costado sur del barrio; estos procesos se toman inestables por efecto del agua y como consecuencia de cortes inadecuados; se pueden originar desplazamientos con trayectorias relativamente alargadas, lobuladas en su extremo inferior. Los flujos de tierra en el extremo sur del barrio son incipientes y de poco espesor (menor a 1 m), por lo cual son superados cuando se realiza la cimentación de las viviendas; sin embargo, constituyen una incomodidad para los mismos propietarios, debido a la gran humedad por tratarse de áreas de drenajes naturales.

3.3 CARACTERIZACIÓN DE LAS VIVIENDAS EXPUESTAS

En este barrio se adelantó un trabajo de inventario de construcciones, cuyos resultados se presentan a continuación. No se efectuaron censos de población ni otro tipo de levantamientos, pues dichas actividades escapan del alcance del trabajo. La tabla de datos (**Tabla 3**) se adjunta en el **Apéndice 2**.

En Villa Israel II Sector hay en total 22 lotes, de los cuales hay construidos 21, equivalentes al 95,5%.

La totalidad de las construcciones están destinadas a la vivienda como uso principal; se identificaron algunas edificaciones que también se usan para el comercio; no se observaron depósitos de materiales o actividades peligrosas (Expendios de gas, polvorerías, lavanderías).

Hay 13 edificaciones de un piso (69,1%) y 8 de dos pisos (38,1%).

Del total de construcciones, no se halló ninguna que cumpliera la normatividad sismorresistente. Las tipologías son diversas, predominando el tipo mixto (Combinación de latas, ladrillo y lonas) (10 casas, 47,6%), seguida de la mampostería simple (7 casas, 33,3%), y por último 4 casas de mampostería semiconfinada (19,1%).

3.4 ASPECTOS SOCIALES

Emitir un concepto acerca del riesgo, supone el análisis de diferentes variables de índole geotécnica, ambiental, urbanística y social. En este sentido, el presente

capítulo hace énfasis en los aspectos sociales interrelacionados con lo demás, pues, cabe recordar que en numerosas ocasiones el riesgo se genera como resultado de una intervención social de la comunidad sobre su entorno ambiental generando procesos urbanísticos informales, los cuales a su vez contribuyen a la formación de problemas geotécnicos importantes.

De esta manera es necesario incluir dentro de la parte social los siguientes aspectos de una manera breve, por no ser este tema el objetivo central de este trabajo. En primer lugar, se hará una corta revisión de contexto histórico relacionado con la formación de los barrios y los procesos de urbanización; un segundo aspecto a tratar es el de los problemas generales de los barrios y la intervención institucional que con respecto a estos se ha dado; el siguiente análisis tiene que ver con las expectativas que tiene la comunidad respecto de la legalización; a continuación se analizará dentro del presente apartado, lo relacionado con los antecedentes de inestabilidad de suelos, pero enfocado a la percepción del riesgo; por último se señalarán las posibles soluciones al problema del riesgo que se plantean desde la comunidad. Una mirada global de los aspectos anteriormente mencionados podrá dar cuenta de manera resumida de las inquietudes, la situación social, la disposición de la comunidad, la percepción social del riesgo, la existencia de organizaciones sociales fuertes y de intervención institucional pública y privada para finalmente entender el riesgo en términos sociales, como resultado de una interacción entre el agente y su estructura, es decir entre la sociedad y el medio ambiente.

De acuerdo con el objetivo de este trabajo, la parte social tendrá dos partes fundamentales. La primera de ellas hará énfasis en lo descriptivo, en tanto que la segunda se concentrará en lo analítico de las entrevistas. Estas fueron realizadas a personas miembro o ex - miembro de las Juntas de Acción Comunal que de alguno u otro modo tienen una representación legítima de la comunidad de los barrios.

3.4.1 Consulta comunitaria

El contacto con la comunidad, para efectos de rendir un concepto técnico que habrá de formar parte del proceso de legalización del barrio, constituye un elemento fundamental, y, por demás, insoslayable, ya que todo ejercicio analítico sobre las distintas variables que intervienen debe darse su estricta función de la población afectada, esto es, de sus problemas y de sus intereses, así como de las posibles soluciones en términos de bienestar social.

Tratándose de un concepto centrado en el análisis de riesgos, es prioritario el intento de sensibilizar a la comunidad que habita en el barrio, en el sentido de que las expectativas que se deben tener frente a dicho concepto son, en primera instancia, la contribución de beneficio en relación con las imperiosas necesidades de seguridad de la población; y, en segunda instancia, el efecto que el concepto surte como soporte para las decisiones que pueda tomar la autoridad competente, en términos de la legalización. Esto quiere decir que a la comunidad si le debe interesar la importante condición de barrio legalmente reconocido en el contexto urbanístico de la ciudad, pero sin que este interés supere el de las necesidades de seguridad y bienestar de las personas, dada la concepción del riesgo.

Sobre la base del argumento antes expuesto, el equipo humano responsable de la emisión del concepto técnico procedió, en primer lugar, a un acercamiento a la comunidad, para lo cual se contactó a los miembros de la Junta de Acción Comunal con quienes se realizaron reuniones para abordar algunos tópicos que más adelante se detallarán.

Debidamente organizada la Junta de Acción Comunal, en cabeza de su presidente, el señor Rubiel Correa, se establece que este barrio, fundado aproximadamente hace 25 años, cuenta con sus comités de trabajo, conciliación y salud y ha venido haciendo gestiones de legalización desde el año de 1977, sin que hasta la fecha le haya sido concedida. Según declaraciones de los asistentes a la reunión, el barrio tuvo sus orígenes en títulos de propiedades que fueron producto de un juicio de sucesión, y hoy concentra un total de 40 familias.

En el intento de hacer un enunciado de los principales problemas que aquejan a la población habitante del barrio, se relacionan los siguientes:

- Mal estado de las vías, lo que dificulta el tránsito vehicular y aún la movilización peatonal.

- Deficiencia del alcantarillado, especialmente en lo relacionado con la recolección de aguas lluvias.

- Inseguridad pública, manifiesta en la existencia de pandillas, robo a residencias y el atraco callejero, frente a lo cual no se ve la presencia de las autoridades.

- En otros órdenes, señalan la carencia de oportunidades de educación para la niñez y la juventud, y la falta de capacitación para las madres cabeza de familia.

Al indagar sobre la presencia de instituciones benefactoras sobresalen los programas de ayuda por parte del Minuto de Dios, el programa de Restaurantes Comunitarios y la Escuela Dominical.

3.4.2 Análisis de resultados

Ubicado en la Localidad de Usme, el barrio Villa Israel II Sector presenta características bien interesantes que merecen ser analizadas, pues están relacionadas con la comunidad y la existencia del riesgo. Lo que aquí se incluye resulta de la entrevista con doña Hilda Huérfano, quien habiendo pertenecido 15 años a la JAC, puede considerarse una líder representativa de la comunidad. En el primer tópico que pretende analizar este apartado, se puede observar un fuerte arraigo de la comunidad por su barrio, su tierra y sus viviendas, pues estos espacios han sido heredados principalmente por las familias Huérfano y Guevara generación tras generación; se obtuvo la titularización de los predios mediante un juicio de sucesión y en ese aspecto ya todos los predios tienen escritura en orden. Así estas dos familias son predominantes en el barrio al ser cofundadoras, aunque también

habitan otras familias que igualmente ya tienen escritura de sus predios, según lo manifiesta la comunidad.

De las anteriores condiciones se desprende una fuerte organización social encaminada a la gestión de la legalización para mejorar las condiciones de vida de la comunidad. Mediante la conformación de la JAC que funcionó por varios años, se constituyeron diferentes comités (de trabajo, de salud, de deporte) que se encargaron de gestionar diferentes programas con la intervención de algunas instituciones, las cuales hacen presencia en el barrio hasta hoy; estas son, entre otras, las hermanas de La Presentación con la incorporación de la Escuela Dominical (deportiva) e instauración de una droguería, el Minuto de Dios, el IDRD, y la Alcaldía, que permite a las familias tener acceso a los Restaurantes Comunitarios de Villa Anita II y Villa Alemana I.

Según doña Hilda y otros entrevistados, la legalización no ha sido posible debido a un problema relacionado con las vías, es decir, no en términos de la existencia de riesgos por remoción en masa sino por un problema de espacio vial. La comunidad afirma que quienes habían ido a hacer observaciones sobre riesgos habían dicho que ese barrio no estaba en riesgo, o que por lo menos no en alto riesgo; esta situación refleja dos cosas: o bien una falta de percepción del riesgo, o bien una negación del mismo. Con respecto a los antecedentes de inestabilidad de suelos, la población niega la existencia de deslizamientos, sin embargo en la búsqueda de antecedentes previa a este estudio se encontraron algunos casos de emergencias por remoción en masa en el 2004 (Diagnóstico Técnico No DI 2062). De esta manera se puede concluir que la comunidad tiende a negar el riesgo, anteponiendo por encima de la seguridad, la necesidad de legalización.

Por otro lado, los problemas que plantea la comunidad están relacionados con el estado de las vías que produce gran cantidad de polvo y barriales, afectando principalmente a los niños. Un segundo problema que de alguna forma incide en el primero, es el relacionado con la recolección de las aguas lluvias, pues aunque hace casi 4 años instalaron la red de alcantarillado no ha entrado en funcionamiento, al parecer por la deficiencia de la tubería. Existe también un problema de inseguridad pública en el sector que se agrava con la ineficiente asistencia y atención de la fuerza pública.

La población de Villa Israel II sector espera que con la legalización se consiga la pavimentación de las vías y la adecuación del alcantarillado de aguas lluvias, para subsanar las inundaciones que se producen en las viviendas. Esta es una necesidad manifestada igualmente por la emisión de conceptos técnicos realizada por la UPES en 1998, en la cual advertían que las aguas negras y las aguas lluvias podrían deteriorar el suelo que en ese entonces manifestaba amenaza baja por remoción en masa.

Una última reflexión que se puede hacer respecto de este barrio, es la falta de representatividad actual de la Junta de Acción Comunal, pues la mayor parte de sus miembros tienen otras ocupaciones y no tienen tiempo para atender las inquietudes de la comunidad.

4 ESTUDIO DE AMENAZA, VULNERABILIDAD Y RIESGO

En esta sección se presentan los análisis de información y los resultados obtenidos de acuerdo con los procedimientos metodológicos y criterios expuestos al inicio del informe.

4.1 EVALUACIÓN DE AMENAZA

Como se mencionó anteriormente, la evaluación de amenaza se fundamenta en la aplicación del método SES (**Numeral 4.1.1**), y sus resultados se ajustaron de acuerdo con diversos criterios, como los antecedentes de inestabilidad en la zona (**Numeral 4.1.2**), los testimonios de la comunidad (**Numeral 4.1.3**), los procesos morfodinámicos (**Numeral 3.2.4.2**) y las observaciones de campo. Es importante precisar que la profundidad de la evaluación se circunscribe al alcance de los trabajos.

4.1.1 Aplicación de la Metodología SES

En la generación de los conceptos técnicos se empleó como base la metodología de SES Modificado (Sistema Semicuantitativo de Evaluación de Estabilidad) propuesta por Ramírez (1989) y modificada por González (1997), la cual se adjunta en el **Anexo 2**.

La metodología aplicada para la generación de estos conceptos califica variables como materiales, factor antrópico, relieve, drenaje, cobertura, clima, erosión y sismicidad, que se procesaron mediante la ayuda de un Sistema de Información geográfica (SIG) con el fin de establecer una zonificación aproximada de estabilidad. Los resultados se presentan en el **Plano 2** del **Apéndice 1**.

4.1.1.1 Materiales (M)

La metodología brinda gran importancia a la constitución del terreno, razón por la cual le asigna un puntaje mayor con relación a los otros parámetros. El puntaje es asignado a la roca, al material intermedio (depósito) o al suelo.

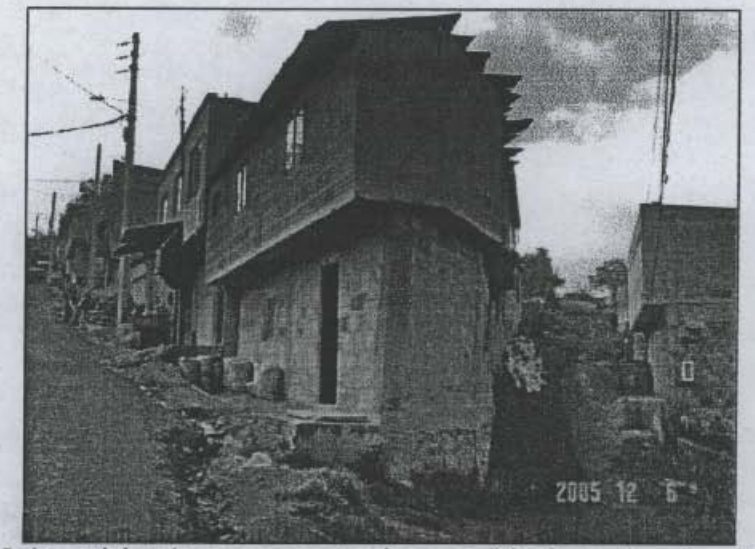
En la zona no se observa la roca expuesta, debido a que está cubierta por los depósitos fluvioglaciares y los suelos negros. El material intermedio está representado por los depósitos fluvioglaciares, a los que se les ha asignado 22 puntos, y los suelos comprenden los depósitos antrópicos (2 puntos) y los suelos negros (4 puntos).

4.1.1.2 Factor antrópico (A)

Este factor corresponde a la intervención del hombre sobre el medio físico, lo cual se puede considerar como contribuyente para los procesos de inestabilidad. Para el barrio Villa Israel II Sector se tomaron las siguientes zonas (**Fotografía 6**):

- Zona I: Zona intervenida con rellenos en áreas de drenajes naturales: 10 puntos.

- Zona II: Viviendas aisladas en una zona de cambio de pendiente: 20 puntos.
- Zona III: Áreas de vías en afirmados: 25 puntos.
- Zona IV: Zonas construidas en laderas: 30 puntos.
- Zona V: Zonas relativamente estables, con muy poca intervención antrópica: 40 puntos.



Fotografía 6. Las viviendas representan la zona IV a la cual se le asigna un buen puntaje, debido a que el agua presenta baja posibilidad de infiltración.

4.1.1.3 Relieve (R)

La condición de inestabilidad de una ladera está asociada, en términos de relieve, con las características morfométricas y a los procesos morfodinámicos actuantes sobre ellas. En el barrio Villa Israel II Sector se trabajó con la forma de la ladera de acuerdo con el modelo de procesos geomórficos modificado de J. B. Dalrymple et al. (1966) que las clasifica en tres formas generales: Convexa, rectilínea y cóncava, asignando valores de 5, 3 o 0, respectivamente. También se tuvo en cuenta el plano de pendientes elaborado por medio del SIG. Es de aclarar que este es uno de los parámetros modificados en la presente evaluación, debido a que las calificaciones del relieve aplican para grandes áreas y no para sectores pequeños como lo es el barrio Villa Israel II Sector; en consecuencia, se invirtió el cuadro de calificación de la metodología y se reemplazaron las formas de la pendiente por el parámetro de pendiente como tal.

- Puntaje 5: Relieve convexo: Zonas donde está expuesto el depósito fluvio glaciar (geoforma depositacional).
- Puntaje 3: Relieve rectilíneo: Zona de ladera inclinada.
- Puntaje 0: Relieve cóncavo: Zona con geoforma de lomos donde existen algunas viviendas aisladas.

4.1.1.4 Drenaje (D)

Este parámetro se evaluó considerando dos aspectos: La facilidad de drenaje y la pendiente promedio del cauce, como se muestra en la **Tabla 4**.

Tabla 4. Valores de estabilidad por drenaje

PENDIENTE PROMEDIO DE CAUCES	DENSIDAD DE DRENAJE (m/Ha)		
	ALTA (>80)	MEDIA (30 – 80)	BAJA (< 30)
Baja (0-5°)	35	30	23
Media (5-15°)	25	19	13
Alta (>15°)	16	10	6

4.1.1.5 Cobertura (U)

La cobertura constituye un factor determinante en las condiciones de estabilidad de una ladera, en lo referente al control de la erosión e infiltración de aguas de escorrentía. En el barrio Villa Israel II Sector la cobertura se dividió con respecto a la densidad de viviendas y a su cubrimiento (mayor o menor al 50%); además se tuvo en cuenta el afirmado de vías y las zonas de pasto con vegetación herbácea. La zona con viviendas y cubrimiento mayor del 50% reciben el mayor puntaje (20 puntos) y se localiza en la parte norte del barrio. La zona con viviendas y cubrimiento menor al 50% se localiza en la parte central del área (12 puntos) y las zonas verdes se ubican en la periferia occidental (14 puntos).

4.1.1.6 Clima (C)

La cuantificación de este parámetro se realiza con base en la relación lluvia – deslizamiento, con base en el trabajo de Castellanos y otros (1999). Con base en dicho trabajo se ha definido la estación representativa de la zona la lluvia crítica respectiva y su período de retorno. Para el barrio Villa Israel II Sector se utilizaron los datos de la Estación Santa María de Usme, en la cual la lluvia crítica tiene un período de retorno de 10,3 años, que corresponde a 26 puntos.

4.1.1.7 Erosión (E)

En la evaluación de este factor se tuvo en cuenta el tipo de erosión, la proximidad a los cauces y la influencia como agente desencadenante de movimientos en masa. En Villa Israel II Sector los procesos observados fueron erosión laminar, que se califica con 10 puntos, y erosión en surcos, con 8 puntos; también hay zonas sin erosión (12 puntos).

4.1.1.8 Sismicidad (S)

De acuerdo con el Estudio de Microzonificación Sísmica de Santafé de Bogotá (Ingeominas y Uniandes, 1997) y como ya se refirió antes, se estableció que el barrio pertenece a la zona 1 – Cerros, a la que le corresponde un coeficiente ah de 0,24 g. De otra parte, según las Normas Colombianas de Diseño y Construcción Sismorresistente (NSR – 98), el tipo de perfil de suelo puede asociarse con el S3. En consecuencia toda la zona tiene una calificación de 1.

4.1.1.9 Resultados de la aplicación del método SES

En el **Plano 2** se presenta el resultado final de la aplicación del método que corresponde a la sumatoria, en cada punto, de la calificación obtenida de cada una de las variables consideradas, empleando para ello una herramienta SIG, e interpretando los resultados como una medida de la estabilidad, dentro de los rangos establecidos por la metodología y que se reproducen en la **Tabla 5**.

Tabla 5. Rangos de calificación metodología SES (Fuente: FOPAE, 2005)

CATEGORÍA DE AMENAZA	CALIFICACIÓN DE ESTABILIDAD (CES)
Alta	Menor de 146
Media	Entre 146 y 171
Baja	Mayor de 171

Como se observa en el plano, prácticamente toda el área del barrio se encontraría en categoría alta, con algunos pequeños sectores en amenaza media; dicho resultado no refleja directamente la verdadera condición del barrio, por lo que se procederá a utilizar los demás criterios enunciados para la evaluación definitiva de amenaza.

4.1.2 Antecedentes históricos de remoción en masa en la zona

Consultado el estudio de Investigaciones Geotécnicas Ltda. (1998) se pudo establecer que el barrio se encuentra, en términos generales, en zona de amenaza baja por remoción en masa como ya se mencionó. Al revisar en detalle el estudio, éste reporta algunos sitios críticos por remoción en masa, particularmente en materiales similares a los que predominan en la zona (Depósitos fluvioglaciares):

- En el sector El Nevado, ubicado al norte del barrio en estudio: La amenaza se origina a partir del lavado del material fino que constituye la matriz del depósito fluvioglaciar aflorante en este sector. La explanación hecha para construir la escuela originó taludes con pendientes mayores a los 60° donde el material está expuesto a la erosión hídrica. Dicha erosión va lavando el material fino y creando surcos ; procesos lentos, pero continuos. Los bloques gigantescos de areniscas bien cementados poco a poco van perdiendo su soporte hasta comenzar el desplazamiento, rodando hasta alcanzar la superficie plana. El tamaño de los bloques varía entre 0,5 y 1 m3.

- En El Pedregal, se presentó una situación similar.
- En la vía al barrio El Curubo, localizado al nororiente del barrio en estudio se reporta un deslizamiento en material fluvioglaciar originado por un corte en el depósito, que dejó sin adecuado soporte al talud.
- Caso idéntico al anterior se registra para el barrio El Virrey, última etapa.

De otra parte, en los archivos de DPAE reposa un informe acerca de una emergencia originada en un evento de inestabilidad ocurrido en la carrera 2 Este No. 109 – 11 Sur, en junio de 2004, la cual quedó documentada en el Diagnóstico DI-2062. Se registra que se presentó un "flujo de tierras en un corte vertical de aproximadamente 4,0 m de altura en la mitad del predio por falta de contención lateral y meteorización del material aflorante a raíz del agua lluvia y del agua que caía de la cubierta de la vivienda de la parte posterior del mismo predio".

Finalmente, mediante el Concepto Técnico No. 3003 de 1998, la DPAE (en ese entonces UPES) se pronunció respecto a la viabilidad de legalización de un barrio cercano, que tiene un nombre parecido, Villa Israel II Sector, y argumentó que desde el punto de vista de riesgos la UPES considera factible la legalización del mismo.

4.1.3 Testimonios de la comunidad

Al indagar con la comunidad acerca de emergencias en el barrio originadas por inestabilidad del terreno, ésta manifiesta no haber tenido este tipo de situaciones.

4.1.4 Zonificación de amenaza

Consideradas la información y los criterios consignados se define la zonificación de amenaza que se presenta en el **Plano 3** del **Apéndice 1**.

De acuerdo con los resultados obtenidos, el extremo norte del barrio donde se presentan pendientes bajas en el depósito fluvioglaciar, corresponde a amenaza baja; la parte sur corresponde a amenaza media, como resultado de la existencia de procesos morfodinámicos incipientes como flujos de tierras y erosión, en zonas de drenaje y de pendientes mayores a las del costado norte del barrio, y en otros sectores por la presencia de suelos negros.

4.1.5 Calificación de amenaza

En la **Tabla 6**, del **Apéndice 3**, se presentan los resultados obtenidos discriminados según las categorías de amenaza, y según la nomenclatura de manzanas y predios entregada por DPAE.

Según estos resultados el 50% de los predios (11) se encuentra en zona de amenaza media y 50% (11 predios) en amenaza baja.

4.2 ANÁLISIS DE VULNERABILIDAD

De acuerdo con la metodología propuesta, la vulnerabilidad física de las viviendas es una variable que solamente se analiza en las zonas que presentan amenaza media (en este caso no se presenta amenaza alta), y se tienen en cuenta dos factores: Exposición y resistencia de los elementos expuestos, que en este caso son las viviendas.

El factor exposición se define en términos de la ubicación del elemento en relación con el área de influencia de la amenaza, y particularmente para los procesos de remoción en masa, está también relacionado con la ubicación relativa según el tipo de proceso que origina las condiciones de amenaza.

Como se registró en párrafos anteriores, la amenaza en el barrio está representada por la existencia de procesos incipientes de flujos de tierra y erosión. Para tales casos se considera que la vulnerabilidad por exposición es más alta para las viviendas que se localizan en la posible trayectoria de los materiales desplazados, que en este caso, puede ubicarse hacia el occidente, particularmente por las vías peatonales. La mayor exposición la tienen entonces las viviendas de las manzanas 2 y 3.

De otro lado, debe mencionarse que las técnicas constructivas aplicadas en las edificaciones, genera condiciones especiales de debilidad estructural frente a cualquier evento (movimiento del terreno), así sea de baja magnitud, por lo que la vulnerabilidad por resistencia es alta.

4.3 EVALUACIÓN DE RIESGO

Considerando los resultados obtenidos en los aspectos de amenaza y vulnerabilidad, la confluencia de estas dos variables genera una condición de riesgo medio en la mitad de los predios (11) y en riesgo bajo la otra mitad, como se muestra en la **Tabla 7** del **Apéndice 3** y en el **Plano 4** del **Apéndice 1**.

5 CONCEPTO DE RIESGO

De acuerdo con el trabajo adelantado y la información recolectada puede concluirse lo siguiente:

- El barrio Villa Israel II Sector, desde la perspectiva del riesgo por remoción en masa, puede ser legalizado.

- Las condiciones físico-naturales del terreno no son determinantes en la generación de condiciones de amenaza o riesgo. En otras palabras la susceptibilidad del terreno a los procesos de remoción en masa es baja.

- En el barrio no se presentan procesos de remoción en masa significativos. Los procesos erosivos son fácilmente controlables

mediante la construcción de obras adecuadas de drenaje. De igual manera, los taludes de corte para la construcción de viviendas se pueden proteger mediante piedra pegada con mortero o lechada de cemento; esto debe ser un hábito en toda explanación que se realice en el sector. Además, existe una característica de gran importancia: El área del barrio en proceso de desarrollo se localiza en una geoforma de relieve suave, donde las explanaciones no solicitan cortes de más de un metro de altura.

- El área del drenaje en el costado sur del barrio tampoco representa un gran potencial de inestabilidad, menos si las viviendas se construyen de manera adecuada, buscando efectuar su cimentación directamente sobre el material *in situ* (depósito fluvioglaciar), removiendo los suelos negros; en tal caso se deberán colectar y canalizar las aguas que confluyen en este drenaje natural.

- El barrio presenta 11 predios en amenaza baja por remoción en masa; en algunos sectores se presenta una amenaza media debido a la existencia de procesos morfodinámicos incipientes como flujos de tierras y erosión, en zonas de drenaje, y en otros por la presencia de suelos negros.

- La vulnerabilidad física de las viviendas es muy alta, debido a las deficiencias técnicas que presentan las construcciones.

- La comunidad del barrio se caracteriza por un fuerte arraigo (lo que obstaculizaría eventuales procesos de reubicación, si se requirieran) y una sólida organización encaminada a la gestión de la legalización para mejorar las condiciones de vida de la comunidad, particularmente en lo relacionado con la pavimentación de las vías y la adecuación del alcantarillado de aguas lluvias. La expectativa por la legalización supera la percepción de riesgo, tanto que conlleva actitudes muy evidentes de negación del riesgo.

En las **Tablas 8** y **9** se presentan resúmenes de amenaza y riesgo por remoción en masa para este barrio.

Tabla 8. Resumen de calificación de amenaza

CALIFICACIÓN DE AMENAZA	PREDIOS
AMENAZA MEDIA	Manzana 1 Predio 5 Manzana 2 Predios 1, 2 , 5, 7 a 9 Manzana 3 Predios 1 a 4
AMENAZA BAJA	Resto del barrio

Tabla 9. Resumen de calificación de riesgo

CALIFICACIÓN DE RIESGO	PREDIOS	RECOMENDACIONES
RIESGO MEDIO	Manzana 1 Predio 5 Manzana 2 Predios 1, 2, 5, 7 a 9 Manzana 3 Predios 1 a 4	Continuar con el trámite de legalización. Mejoramiento y capacitación en las técnicas de construcción de las viviendas. Construcción de obras de drenaje.
RIESGO BAJO	Resto del barrio	Continuar con el trámite de legalización. Mejoramiento y capacitación en las técnicas de construcción de las viviendas. Construcción de obras de drenaje

6 RECOMENDACIONES

De conformidad con los resultados del trabajo se presentan las siguientes recomendaciones:

- Se recomienda mejorar las técnicas de construcción de viviendas, retirando todos los materiales de relleno y no permitiendo la disposición de estos materiales dentro del barrio; estos se deberán transportar a sitios autorizados para la disposición final de materiales sobrantes conforme a lo dispuesto en la normatividad vigente.
- Es imperativa la construcción de obras de drenaje, como cunetas y filtros, y alcantarillado.
- Capacitación comunitaria en técnicas adecuadas de construcción y establecimiento de programas para facilitar el acceso a recursos apropiados para una construcción segura.
-

7 FUENTES DE CONSULTA

Asociación Colombiana de Ingeniería Sísmica (AIS) (1998). Normas Colombianas de Diseño y Construcción Sismorresistente NSR98. Bogotá, Colombia.

Cantillo R., Carlos (1998). Propuesta Metodológica para la Evaluación de Riesgos por Remoción en Masa a Escala Local. Universidad de los Andes. Bogotá, Colombia.

Dirección de Prevención y Atención de Emergencias de Bogotá, DPAE (Varios años). Centro de Documentación e Información - Conceptos y diagnósticos técnicos. Bogotá, Colombia.

Fondo de Prevención y Atención de Emergencias de Bogotá, FOPAE (2005). Términos de Referencia Definitivos Invitación Pública para Contratación Directa FOPAE 7302 - 64 – 2005. Bogotá, Colombia.

González, A. J., Zamudio, E, Castellanos, R. (1999). Relación de Precipitación – Duración de Lluvias que Disparan Movimientos en Masa en Santafé de Bogotá, Colombia.

Ingeominas y Universidad de los Andes (1997). Estudio de Microzonificación Sísmica de Santa Fe de Bogotá. Bogotá, Colombia.

Investigaciones Geotécnicas Ltda., IGL (1998) para FOPAE. Zonificación de Riesgo por Movimientos de Remoción en Masa en 101 Barrios de la Localidad de Usme. Bogotá, Colombia.

Sistema de Información para la Gestión de Riesgos y Atención de Emergencias de Bogotá, SIRE (2005). Sitio en internet: http://www.sire.gov.co

Univerciudad (2002, 2004 y 2005). Sitio en Internet: http://www.univerciudad.net.

ELABORÓ	**UNIÓN TEMPORAL CRC** – Contrato de consultoría CONS- 526-05 **CARLOS H. CANTILLO RUEDA** Representante Legal y Especialista en Riesgos T. P. 2520233583 CND	Carlos H Cantillo R.
REVISÓ	**CÉSAR FERNANDO PEÑA PINZÓN** Geólogo - Especialista en Geotecnia M. P. 1751 C.P.G.	Cesar F. Peña P.
REVISÓ	**DIANA PATRICIA ARÉVALO S.** Jefe Grupo Estudios Técnicos y Conceptos DPAE	PP/
APROBÓ	**GUILLERMO ÁVILA** Coordinador Área de Investigación y Desarrollo DPAE	
Vo. Bo.	**FERNANDO RAMÍREZ CORTÉS** Director DPAE	

UNIÓN TEMPORAL CRC

APÉNDICE 1
PLANOS

UNIÓN TEMPORAL CRC

APÉNDICE 2
INVENTARIO DE PREDIOS

TABLA 3
INVENTARIO DE PREDIOS

ING. CARLOS H. CANTILLO R.
INVENTARIOS DE ELEMENTOS EXPUESTOS
FORMATO No. 1 - INVENTARIO DE CONSTRUCCIONES

BARRIO: Villa Israel II Sector **FECHA:** 06/12/2005

CÓDIGO			DESCRIPCION DE LA EDIFICACION				OBSERVACIONES
			A	B	C	D	
VI	01	01	1		2	5	Pésima construcción, sin vigas
VI	01	02	1	8	2	5	
VI	01	03	1	11	1	5	
VI	01	04	1	8	2	1	Sin vigas
VI	01	05					No hay información
VI	01	06	1		2	1	Sin vigas
VI	01	07	1		1	8	El lote no está construido, casa tela, listor
VI	01	08					No Construido
VI	01	09	1		2	1	Sin vigas, columnas unidas a las placas
VI	02	01					No hay información
VI	02	02	1		2	8	1 piso, Mamp. Simple - 2 piso prefabricad
VI	02	03	1		1	8	Mamposteria Simple - Madera
VI	02	04	1	8	2	5	Ver Foto
VI	02	05					No hay información
VI	02	06	1		2	1	Ladrillo combinado, sin vigas
VI	02	07	1		1	5	Semiconstruida, costrucción mixta
VI	02	08	1		1	5	
VI	02	09	1		1	8	Madera y latas
VI	03	01	1		1	8	Latas
VI	03	02	1		1	8	Latas y madera
VI	03	03	1		1	8	Latas y tela
VI	03	04	1		1	5	

UNIÓN TEMPORAL CRC

APÉNDICE 3

TABLAS DE CALIFICACIÓN DE AMENAZA Y RIESGO

TABLA 6
CALIFICACIÓN DE AMENAZA, BARRIO VILLA ISRAEL II SECTOR

MANZANA	PREDIO	CÓDIGO	AMENAZA
01	05	VI-01-05	MEDIA
02	01	VI-02-01	MEDIA
02	02	VI-02-02	MEDIA
02	05	VI-02-05	MEDIA
02	07	VI-02-07	MEDIA
02	08	VI-02-08	MEDIA
02	09	VI-02-09	MEDIA
03	01	VI-03-01	MEDIA
03	02	VI-03-02	MEDIA
03	03	VI-03-03	MEDIA
03	04	VI-03-04	MEDIA
01	01	VI-01-01	BAJA
01	02	VI-01-02	BAJA
01	03	VI-01-03	BAJA
01	04	VI-01-04	BAJA
01	06	VI-01-06	BAJA
01	07	VI-01-07	BAJA
01	08	VI-01-08	BAJA
01	09	VI-01-09	BAJA
02	03	VI-02-03	BAJA
02	04	VI-02-04	BAJA
02	06	VI-02-06	BAJA

TABLA 7
CALIFICACIÓN DE RIESGO, BARRIO VILLA ISRAEL II SECTOR

MANZANA	PREDIO	CÓDIGO	RIESGO
01	05	VI-01-05	MEDIO
02	01	VI-02-01	MEDIO
02	02	VI-02-02	MEDIO
02	05	VI-02-05	MEDIO
02	07	VI-02-07	MEDIO
02	08	VI-02-08	MEDIO
02	09	VI-02-09	MEDIO
03	01	VI-03-01	MEDIO
03	02	VI-03-02	MEDIO
03	03	VI-03-03	MEDIO
03	04	VI-03-04	MEDIO
01	01	VI-01-01	BAJO
01	02	VI-01-02	BAJO
01	03	VI-01-03	BAJO
01	04	VI-01-04	BAJO
01	06	VI-01-06	BAJO
01	07	VI-01-07	BAJO
01	08	VI-01-08	BAJO
01	09	VI-01-09	BAJO
02	03	VI-02-03	BAJO
02	04	VI-02-04	BAJO
02	06	VI-02-06	BAJO

UNIÓN TEMPORAL CRC

ANEXO 1
REFERENTE CONCEPTUAL

DIRECCIÓN DE PREVENCIÓN Y ATENCIÓN DE EMERGENCIAS – DPAE –
FONDO DE PREVENCIÓN Y ATENCIÓN DE EMERGENCIAS - FOPAE

CONTRATO DE CONSULTORÍA No. 526 DE 2005

CONSULTORÍA PARA LA EMISIÓN DE CONCEPTOS TÉCNICOS DE RIESGO POR MOVIMIENTOS EN MASA PARA LEGALIZACIÓN DE DESARROLLOS EN LA CIUDAD DE BOGOTÁ D. C.

UNIÓN TEMPORAL CRC

ANEXO 1 AL CONCEPTO TÉCNICO DE RIESGO

MARCO CONCEPTUAL

Conceptos básicos

De acuerdo con Cardona (1997), la amenaza o peligro, o factor de riesgo externo de un sujeto o sistema, está representada por un peligro latente asociado con un fenómeno físico de origen natural o tecnológico que puede presentarse en un sitio específico y en un tiempo determinado produciendo efectos adversos en las personas, los bienes y/o el medio ambiente, matemáticamente expresado como la probabilidad de exceder un nivel de ocurrencia de un evento con una cierta intensidad en un cierto sitio y en cierto período de tiempo. La amenaza es el potencial de ocurrencia del fenómeno; no es el fenómeno, ni el evento.

Al respecto Sánchez-Silva (1997) establece que dependiendo de la delimitación del sistema, la amenaza podría estar incluida dentro del mismo y por lo tanto no necesariamente ser un factor de riesgo externo.

Resumiendo y complementando lo anterior, se puede definir la amenaza como el peligro latente, de carácter externo o interno al sistema bajo estudio, que tiene un potencial de materialización en un período dado (probabilidad de ocurrencia), caracterizable en el tiempo, que está relacionado con un área potencialmente afectada y cuya severidad puede ser determinada cuantitativa y cualitativamente. (Cantillo, 1999).

Se puede definir entonces la amenaza por deslizamientos como la probabilidad de ocurrencia de un evento geotécnico (proceso de inestabilidad) capaz de producir daño en un espacio e intervalo de tiempo determinado. (Rodríguez, 2001).

De otra parte, la vulnerabilidad puede entenderse como la predisposición intrínseca de un sujeto o elemento a sufrir daño debido a posibles acciones externas. La resiliencia es la capacidad de recuperación de un sistema.

Un desastre es un proceso social que reviste una situación de anormalidad, como consecuencia de la materialización de una amenaza, que implica pérdidas ambientales (humanas y/o materiales), en un contexto determinado por la

vulnerabilidad y resiliencia del sistema afectado. El riesgo es el desastre potencial, definido como el daño, destrucción o pérdida esperada obtenida de la convolución de la probabilidad de ocurrencia de eventos peligrosos y de la vulnerabilidad de los elementos expuestos a tales amenazas, matemáticamente expresado como la probabilidad de exceder un nivel de consecuencias económicas y sociales en un cierto sitio y en un cierto período de tiempo. (Cardona, 1997, ref. cit.)

Se entiende como "Gestión de Riesgo" el conjunto de acciones encaminadas a la reducción de los niveles de riesgo de un contexto específico, relacionadas con la promoción, divulgación, planeación y ejecución de medidas de manejo de riesgos y desastres y preparativos para desastres. La visión moderna de la gestión del riesgo implica cuatro políticas públicas distintas:

a) La identificación del riesgo (que involucra la percepción individual, la representación social y la estimación objetiva)

b) La reducción del riesgo (que involucra a la prevención - mitigación)

c) La transferencia del riesgo (que tiene que ver con la protección financiera)

d) El manejo de desastres (que corresponde a la respuesta y la reconstrucción).

(Cardona, 2003).

Procesos de remoción en masa

Nuestro planeta es un sistema dinámico, contando con varios procesos de modelación del paisaje, entre ellos la denudación, inducida por fenómenos climáticos y geológicos naturales, a los cuales, en tiempos recientes de la edad geológica, se ha unido la acción humana que se presenta en varias direcciones: Como agente directo de modificación del paisaje o como generador y/o catalizador de los procesos de denudación. Dentro de los procesos de denudación se encuentran los llamados procesos de remoción en masa (en el presente trabajo se consideran expresiones sinónimas las siguientes: "Movimientos en masa", "movimientos de falla de taludes", "inestabilidad de taludes", "inestabilidad del terreno" y en forma genérica, aunque con reservas por las confusiones que puede generar el término "deslizamientos"), que vienen a constituirse en una de las amenazas más frecuentes y más severas que afectan el territorio colombiano y los cuales pueden ser caracterizados de diversas maneras, según su tipo y su dinámica espacial y temporal. (Cantillo, 1998). Bajo el término "Procesos de Remoción en Masa" se designa a los movimientos de falla del terreno que abarcan un volumen apreciable de material (suelo o roca), incluyendo una gran variedad de movimientos y tipos de materiales. (Castellanos, 1996).

Se utiliza el término deslizamiento en su carácter general, para abarcar casi todas las variedades de movimientos en masa de taludes incluyendo caídas de roca y suelo, volcamiento, deslizamientos rotacionales y traslacionales, flujos de tierra, detritos y de lodos, algunos de los cuales en rigor presentan poco a ningún movimiento sobre superficie de rotura definida como se concibe un verdadero

deslizamiento. Otro término general muy usado en Colombia es el de "derrumbe" que es empleado para referirse a la acumulación de materiales de un talud que han sufrido deslizamientos y quedan en reposo más abajo de su posición original. (García, Manuel, citado por Castellanos, 1996).

El sistema más común de clasificación de deslizamientos es el propuesto por Varnes (1978), por lo que también ha sido el más utilizado para definir el tipo de amenaza, como se muestra en la **Tabla 1**.

Tabla 1. Clasificación de deslizamientos según Varnes (1978)

MATERIAL MECANISMO DE FALLA	ROCA	SUELO	
		Fino	Granular
Caídas	Caída de roca	Caídas de suelo	Caídas de detritos
Deslizamiento rotacional	Hundimiento en roca	Hundimiento de suelo	Hundimientos de detritos
Deslizamiento traslacional	Deslizamiento traslacional en roca	Deslizamiento traslacional en suelo	Deslizamiento traslacional de detritos
Flujos	Flujos de roca	Flujos de lodo o flujo de tierra	Flujos de detritos
Propagación lateral	Propagación lateral		
Complejos	Movimientos complejos		

El fenómeno de los deslizamientos se basa en que: "Toda masa de suelo situada debajo de la superficie de una ladera o talud natural, o bien debajo de la superficie del talud formado por un desmonte o excavación, tiene tendencia a desplazarse hacia abajo y hacia afuera por efecto de su propio peso. Cuando esta tendencia es contrarrestada por la resistencia al corte de suelo, el talud es estable; en caso contrario, se produce el deslizamiento" (K. Terzaghi, 1950, citado por Castellanos, 1996). Esta definición, aunque sencilla, envuelve un fenómeno cuya naturaleza es compleja, si se consideran sus causas, la diversidad de mecanismos que producen la falla del terreno, las consecuencias de la falla y las consideraciones requeridas para su corrección. (Castellanos, 1996).

El análisis de taludes tradicional considera que las causas de los deslizamientos pueden ser internas y externas; las primeras (que en el presente trabajo se denominarán como factores intrínsecos o inherentes) tienen que ver con la litología (tipo de material), sus condiciones (estado de meteorización, estructura) y la presencia y acción del agua subterránea; casi siempre las causas internas producen cambios sobre la resistencia al corte del terreno.

Las causas externas tienen que ver con las alteraciones bien sea por la acción de fenómenos naturales -lluvias, sismos, pérdida de soporte por socavación de corrientes de agua, volcanes- o por factores antrópicos -sobrecargas en la parte superior de un talud (rellenos, obras), cortes en la base (minería, obras de ingeniería y otras), modificación perjudicial del régimen de drenaje y deforestación- . La mayor influencia de las causas externas se manifiesta en un aumento del esfuerzo cortante aplicado a los materiales que forman el talud.

Es común hacer referencia a la acción de las causas enunciadas, como factores contribuyentes o disparadores. Como factores contribuyentes pueden actuar bien las causas internas o externas en relación con los fenómenos o procesos que hacen susceptible a la falla un talud (Ej. materiales débiles o alterados, la pendiente natural, etc.). Los agentes (o factores) disparadores (o detonantes) son aquellos que actúan de manera tal o en determinado momento que producen la disminución necesaria de resistencia o el aumento suficiente de esfuerzos que dispara la falla, al sobrepasarse el umbral donde el esfuerzo aplicado es menor a la resistencia. (Cantillo, 1998 y Castellanos, 1996).

Para los efectos de este trabajo se define susceptibilidad a los fenómenos de remoción en masa como la potencial actitud o vocación de una masa de suelo o roca en talud, a alterar sus condiciones de estabilidad, ante la acción de uno o varios agentes disparadores. Se acostumbra distinguir zonas de susceptibilidad baja a nula, media y alta. La susceptibilidad es una réplica conceptual de vulnerabilidad (en este caso el agente disparador actuaría como amenaza y la masa de suelo a manera de elemento expuesto). Las consecuencias de la acción del agente disparador sobre un terreno susceptible, pueden ser potenciales (similitud con el riesgo) o efectivamente presentarse un movimiento en masa (similitud con la concepción de desastre). (Cantillo, 1998).

De acuerdo con González (1990), los movimientos de remoción en masa pueden considerarse como fenómenos de segundo orden, pues son producto de factores naturales o artificiales, los cuales constituyen los eventos de primer orden o causas.

Desde esta óptica, al considerar la acción combinada de una amenaza de primer orden (evento detonante que materializa el proceso de inestabilidad, como por ejemplo lluvias, movimientos sísmicos, erosión natural, efectos de la acción del hombre, o combinaciones de ellos), que encuentra condiciones favorables en la naturaleza y nivel de exposición del terreno (susceptibilidad), se está planteando la primera fase de la cadena del riesgo. Una vez configurado el proceso de inestabilidad, aunque sea potencial, éste se convierte en amenaza para los elementos expuestos (población, edificaciones, infraestructura, actividades y relaciones de la comunidad, etc.), los cuales presentan unas determinadas características tanto de exposición como de resistencia a sus efectos y un nivel de resiliencia, que definirán el nivel potencial de daños o pérdidas (riesgo). (Cantillo, 1998).

Fuentes de consulta

Cantillo R., Carlos (1999). Fundamentos Conceptuales sobre Riesgos y Desastres. Universidad Francisco de Paula Santander. Cúcuta, Colombia.

Cantillo R., Carlos (1998). Propuesta Metodológica para la Evaluación de Riesgos por Remoción en Masa a Escala Local. Universidad de los Andes. Bogotá, Colombia.

Cardona A., Omar D. (2003). Memorias Curso Virtual de Gestión de Riesgos. Structuralia y Universidad Politécnica de Cataluña. Barcelona, España.

Cardona A., Omar D. (1997). Los Desastres: Eventos Ambientales. Artículo Técnico. Universidad de los Andes. Bogotá, Colombia.

Castellanos J., Ramiro N. (1996). Lluvias Críticas en la Evaluación de Amenaza de Eventos de Remoción en Masa. Tesis de Postgrado, Magister en Geotecnia, Facultad de Ingeniería, Universidad Nacional de Colombia. Bogotá, Colombia.

González G., Alvaro J. (1990). Conceptos sobre la Evaluación de Riesgo por Deslizamientos. VI Jornadas Geotécnicas. Sociedad Colombiana de Ingenieros. Bogotá, Colombia.

Rodríguez C. E. (2001). *Hazard Assessment of Earthquakes induce Landslides on Natural Slopes. Ph. D. Tesis, Imperial College. London, U. K.*

Sánchez - Silva, Mauricio (1997). Estrategias para la Evaluación de Riesgos. Universidad de los Andes. Especialización en Evaluación de Riesgos y Prevención de Desastres. Bogotá, Colombia.

UNIÓN TEMPORAL CRC

ANEXO 2
METODOLOGÍA SES MODIFICADA

ANEXO N° 2 – TOMADO DE FOPAE (2005)
SISTEMA SEMICUANTITATIVO DE ESTABILIDAD
SES MODIFICADO

1. MARCO METODOLÓGICO PARA LA EMISIÓN DE CONCEPTOS TÉCNICOS

En este inciso se presenta de manera muy sucinta la metodología aplicada en el proceso de generación de conceptos técnicos la cual, dada las implicaciones así como los recursos que demanda.

1.1 METODOLOGÍA Y VARIABLES

La metodología aplicada consiste en el SES Modificado (Sistema Semicuantitativo de Evaluación de Estabilidad) propuesta por Ramírez (1989) y modificado por González (1997), a la cual se le incorporó y evaluó la variable Factor Antrópico (A) del mismo modo como se adoptaron, en algunos casos, criterios y valores diferentes en su evaluación; así por ejemplo para la condición estructural se tiene una influencia significativa de la orientación de las discontinuidades con respecto a la cara libre de los escarpes, la valuación del drenaje se concibió bajo criterios diferentes a la metodología original.

A continuación se describe de manera breve las variables y criterios empleados

1.1.1 MATERIALES - M (Puntaje Máximo: 70)

El sistema semicuantitativo de evaluación de estabilidad dentro de los parámetros de evaluación considera al material como el de mayor incidencia en la estabilidad de una zona o región. Su valoración en términos cualitativos se hace en función de la litología: Roca, material intermedio y suelo.

- **Roca**

El material tipo roca se valora de acuerdo al origen y textura (litología), resistencia del material rocoso y condición de fracturamiento (determinado con base en la densidad de fracturamiento), Tablas N° 1.1 y N° 1.2

Tabla N° 1.1. Criterios para definición de tipo de roca

TIPO DE ROCA							
ORIGEN	Textura	FÁBRICA					
		NO ORIENTADA			ORIENTADA		
		Entrelazada	Cementada	Consolidada	Foliada	Cementada	Consolidada
ÍGNEO	Cristalino	R 1					
	Piroclástico		R 2				
METAMÓRFICO	Cristalina						
	Masiva	R 1					
	Cristalina						
	Foliada				R 2		
SEDIMENTARIO	Cristalina	R 2					
	Clástica		R 3	R 3		R 4	R 4

Tabla N° 1.2. Matriz de Valores de Estabilidad para roca

TIPO ROCA	RESISTENCIA (Kg/cm²)	FRACTURAMIENTO (TAMAÑO BLOQUE - cm)			
		Mínimo (masiva) (<100)	Ligero (10-100)	Moderado (1-10)	Intenso (< 1)
R1	Alta (σ_c > 1120)	50	39	21	9
R2	Media (560 < σ_c <	38	29	16	7
R3	Baja (280 < σ_c < 560)	35	25	15	8
R4	Muy baja (σ_c < 280)	30	20	12	8

Para la resistencia a la compresión se modificaron los rangos de clasificación del material rocoso originalmente propuestos por Ramírez (1989) por los de la escala propuesta por Deerly Miller, donde el límite de roca de resistencia muy baja es 280 kg/cm², el cual está acorde con el tipo de rocas presentes en el área del Distrito (Ingeocim Ltda.).

Adicionalmente en la condición estructural más particularmente se considera la orientación de las discontinuidades relacionadas con diaclasas o fracturas y que condicionen la estabilidad de escarpes o laderas; para el efecto, se consideran los valores planteados en la Tabla N° 1.3.

Tabla N° 1.3. Matriz de Valores de Estabilidad por orientación de discontinuidades para roca

Orientación discontinuidades	Puntuación
Favorable o neutro	20
Desfavorable	5
Muy desfavorable	0

- **Material Intermedio**

Para el material intermedio se valora la matriz y la influencia de las estructuras heredadas. Se consideran materiales intermedios los depósitos del cono del Tunjuelo (Qct), conos de deyección (Qcd), Terrazas altas (Qta) y depósitos de Talus (Qdlt) y coluviales (Qdlc). Los depósitos coluviales y fluvioglaciares que están constituidos por más del 70% de clastos se consideran, también, como material intermedio. Su valoración se efectúa según se relaciona en las Tablas N° 1.4, N° 1.5 y N° 1.6.

Tabla N° 1.4. Matriz de Valores de Estabilidad para material intermedio

ROCA PARENTAL		Erodabilidad de la Matriz				Influencia de las Estructuras *			
		Baja	Media	Alta	Muy alta	Baja	Media	Alta	Muy Alta
MATERIAL RESIDUAL	Ígnea	I-2	I-3	I-4	I-4				
	Metamór.	I-1	I-2	I-3	I-4				
	Sedimen.	I-1	I-2	I-3	I-4				
MATERIAL TRANSPORTADO	Talus o material coluvial	I-2	I-3	I-4	I-4				
Tipo I-1						49	38	21	10
Tipo I-2						36	28	15	8
Tipo I-3						22	18	11	6
Tipo I-4						13	10	6	3

* ver tablas N° 1.5 y N° 1.6

Estos depósitos principalmente son transportados donde las estructuras heredadas corresponden a superficies antiguas de procesos morfodinámicos, de densidad alta, en donde se asume para la mayoría de materiales intermedios, baja influencia de las estructuras heredadas.

La Tabla N° 1.7 resume la clasificación atribuida a cada uno de los materiales intermedios y su respectivo puntaje según Ramírez (1988).

Tabla N° 1.5. Matriz de identificación de estructuras heredadas

ESTRUCTURAS HEREDADAS	DENSIDAD	
	baja	alta
Diques y otras intrusiones	2	4
Discontinuidades o disposición errática de los materiales	3	6
Sistemas de diaclasamiento (rellenos o no, estriados o no)	4	8
Contactos litológicos y estratificación depositacional (inherente a la roca parental)	5	10
Superficies de meteorización pronunciada (a lo largo de diaclasas y contactos)	5	10
Antiguas superficies de deslizamientos (Generalmente asociados a una o varias de las estructuras anteriores)	6	12

Tabla N° 1.6. Matriz de Valores de influencia de las estructuras

INFLUENCIA	Suma de los valores de las Estructuras identificables
Baja	0 - 10
Media	10 - 20
Alta	20 - 30

INFLUENCIA	Suma de los valores de las Estructuras identificables
Muy Alta	> 30

Tabla N° 1.7. Unidades de materiales intermedios y clasificación para el Modelo Semicuantitativo

UNIDAD	SÍMBOLO	PUNTAJE
Coluviones	Qdlc	22
Talus	Qdlt	11
Depósitos fluvioglaciares	Qfg	22
Conos del tunjuelo	Qct	11
Conos de deyección	Qcd	22
Terrazas altas	Qta	22

- **Suelos**

Los suelos se clasifican en residuales y transportados, valorando su consistencia o compacidad, si son finos o granulares respectivamente (Tablas N° 1.8, N° 1.9 y N° 1.10)

Tabla N° 1.8. Clasificación de suelos por condición del terreno

TIPO DE SUELO	CONDICIÓN EN EL TERRENO					
	Granular (Densidad)			Fino (Consistencia)		
	Alta	Media	Baja	Dura	Media	Blanda
Tipo S 1	35	22	11	32	20	8
Tipo S 2	27	17	8	25	15	6
Tipo S 3	15	10	6	15	10	4
Tipo S 4	7	6	4	7	6	3

* ver tablas N° 1.9 y N° 1.10

Por su comportamiento geomecánico se consideran como suelos las Terrazas bajas (Qtb), Depósitos Aluviales (Qal), Rellenos antrópicos (Rfb, Rab), suelos residuales (Qsr), Depósitos de la Sabana (Qsb), Flujos de tierra (Qft) y Formación Tilatá (Tqt). Los Depósitos de ladera coluvial (Qdlc) y los Depósitos fluvioglaciares (Qfg) se consideran como suelos siempre que la matriz represente más del 30% del depósito, es decir matriz - soportados.

Tabla 1.9. Influencia por grado de meteorización

Tipo de suelo / Roca Parental	RESIDUAL			
	SUELO		SUELO SAPROLÍTICO	
	G	F	G	F
Metamórfica	S 1	S 2	S 2	S 3
Sedimentaria	S 1	S 2	S 2	S 3
Ígnea	S 2	S 3	S 3	S 4
Volcánica	S 2	S 3	S 3	S 4

Tabla 1.10. Influencia por medio de transporte

Por acción directa de la gravedad		Por agentes naturales (A, V, H) *	
G	F	G	F
S 3	S 4	S 2	S 3

* A, V, H: Agua, Viento, Hielo

(G) : Composición predominante granular (> 65% ret. T 2000)
(F) : Composición predominante fina (> 35% pasa T 2000)

La Tabla N° 1.11 resume las clasificaciones de los suelos que cubren el área de estudio, tomando como base la de Ramírez (1988).

Tabla N° 1.11. Unidades de suelos y clasificación para el modelo semicuantitativo

UNIDAD	SÍMBOLO	TIPO DE TRANSPORTE	PUNTAJE
Suelos Residuales	Qsr	Meteorización	6 -15
Rellenos	Rfb	Gravedad	2
Suelos de la Sabana	Qsb	Agua	4
Formación Tilatá	TQt	Agua	4
Depósitos aluviales	Qal	Agua	10
Terrazas bajas	Qtb	Agua	15
Flujos de tierra	Qft	Gravedad y agua	2
Depósitos coluviales	Qdlc	Gravedad	6
Depósitos fluvioglaciares	Qfg	Agua	10 - 15

1.1.2 FACTOR ANTRÓPICO (A) – Puntaje Máximo: 50

La intervención del hombre sobre el medio físico puede considerarse como efecto contribuyente o detonante de procesos de inestabilidad del terreno, su acción se refleja en la deforestación, cambios morfológicos, intervención sobre los drenajes naturales y descargas o sobrecargas; sin embargo, ésta en muchas ocasiones es mucho más influyente que otros factores; por tanto, en su análisis se evalúan efectos derivados de procesos de consolidación urbana, manejo de aguas, la red vial, la ubicación geográfica de los asentamientos, y las actividades de extracción de materiales para la construcción que por su dinámica se han incorporado gradualmente a las áreas urbanas. No obstante, en contados casos esta intervención puede considerarse y por tanto evaluarse como positiva. A continuación se relacionan los aspectos generales a tener en cuenta y en la Tabla N° 1.12 los valores derivados de su evaluación.

- Sobrecarga
- Descarga
- Infiltración de aguas y manejo de aguas servidas
- Intervención del drenaje (modificación de rondas y cauces)
- Explotaciones mineras

Tabla N° 1.12. Valores de Estabilidad por Factor Antrópico

NIVEL	DESCRIPCIÓN	VALOR	
		MÍN	MÁX
Severa	Zonas de actividad minera, conformación de rellenos de espesor importante, práctica de cortes, obstrucción de cauces	0	10
Fuerte	Práctica intensiva de cortes / rellenos, descargas de agua	10	20
Moderada	Cortes / rellenos escasos y de moderado espesor, descargas controladas de agua	20	30
Incipiente	Cortes / rellenos aislados, disponibilidad de sistemas adecuados de drenaje	30	35
Positiva	Presenta obras de estabilización, control o protección; buenos sistemas de drenaje	40	50

1.1.3 RELIEVE (R) – Puntaje Máximo: 36

La condición de estabilidad de una vertiente o ladera está asociada en términos de relieve, a las características morfométricas y a los procesos morfodinámicos actuantes sobre ellas. La evaluación del parámetro relieve parte del modelo morfológico de una vertiente propuesto por Dalrymple et al (1962), donde se distinguen ocho unidades hipotéticas, definidas en función de su forma y de los procesos morfodinámicos dominantes sobre ellas. De esta manera se puede describir una vertiente en función de las unidades establecidas con relación a su papel en la formación, transporte y desarrollo de fenómenos de remoción en masa. Esto se expresa en las Tablas N° 1.13 y N° 1.14 y Figura N° 1.

Tabla 1.13. Valores de estabilidad por relieve

Sub-zonas	Pendiente (°)	A
Interfluvio	0 – 2	31
Ladera con infiltración	2 – 4	21

Tabla 1.14. Perfil longitudinal

Perfil	B
Convexo	0

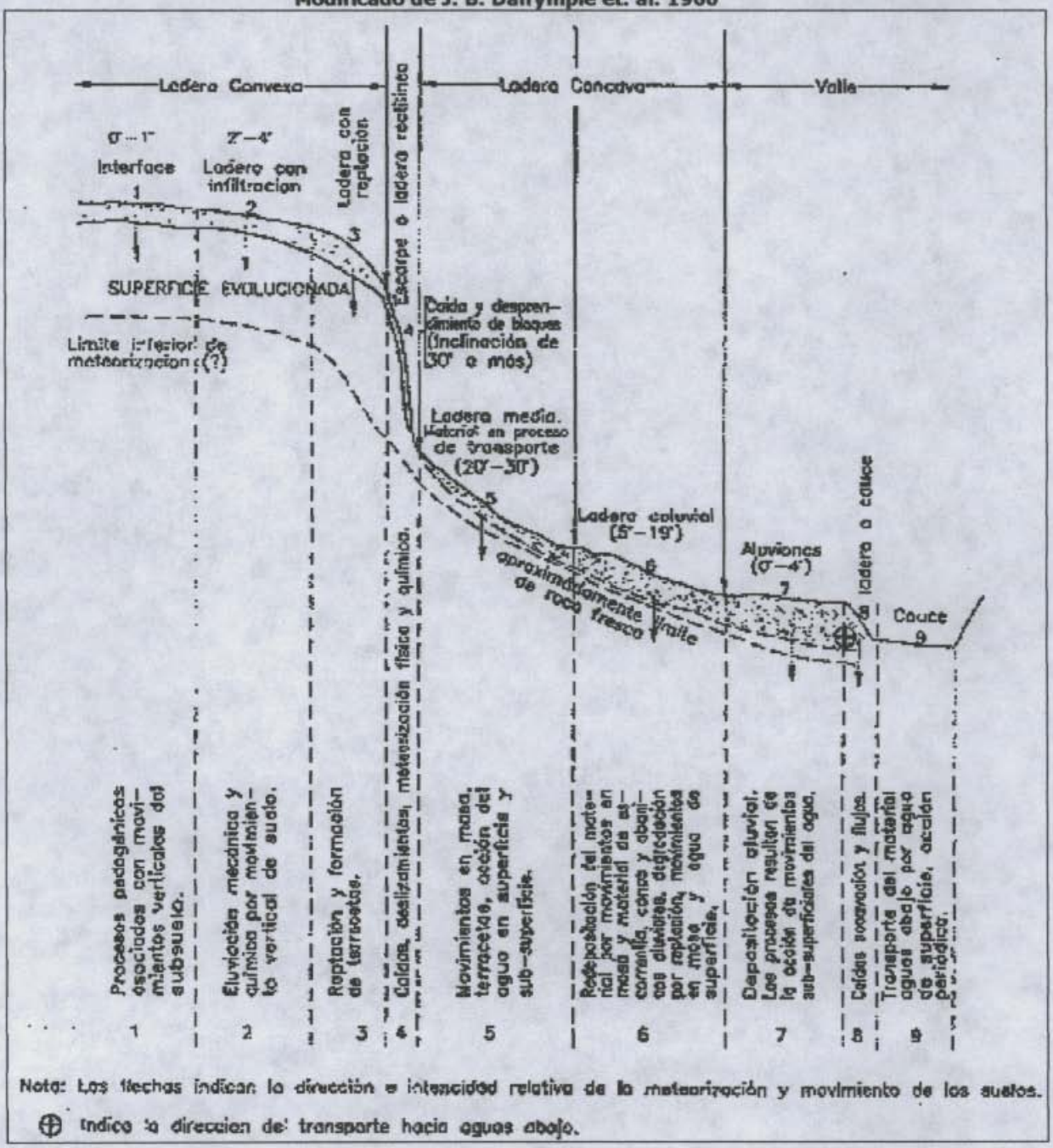
Tabla 1.13. Valores de estabilidad por relieve

Ladera con reptación	10 – 30	9
Escarpe o ladera	> 30	21
Ladera intermedia de transporte	20 – 30	7
Ladera coluvial	5 – 20	7
Aluviones	0 – 4	23
Ladera de cauce	> 40	7

Tabla 1.14. Perfil longitudinal

Rectilíneo	3
Cóncavo	5

MODELO DE PROCESOS GEOMÓRFICOS
Modificado de J. B. Dalrymple et. al. 1966



Nota: Las flechas indican la dirección e intensidad relativa de la meteorización y movimiento de los suelos.

⊕ indica la dirección del transporte hacia aguas abajo.

1.1.4 DRENAJE (D) – Puntaje Máximo: 35

El parámetro drenaje se evalúa bajo dos elementos fundamentales: la densidad de drenaje y la pendiente promedio del cauce. El puntaje de estabilidad varía entre 35 puntos para un área con densidad alta y pendiente promedio del cauce baja y 6 puntos para las condiciones opuestas (Tabla N° 1.15). El cálculo de la pendiente promedio del cauce se realiza tomando como unidad base la microcuenca.

Tabla 1.15. Valores de estabilidad para drenaje

Pendiente promedio de cauces	Densidad de drenaje (m / Ha)		
	Alta (> 80)	Media (30 – 80)	Alta (< 30)
Baja (0-5°)	35	30	23
Media (5-15°)	25	19	13
Alta (>15°)	16	10	6

1.1.5 USO DEL SUELO Y COBERTURA (U) – Puntaje Máximo: 25

La cobertura del suelo se constituye en un factor determinante en las condiciones de estabilidad de una ladera, particularmente en lo referente al control de la erosión e infiltración de aguas de escorrentía.

Por otro lado, y con el propósito de ampliar el espectro de posibilidades se consideró en general el uso o cobertura de cualquier tipo que se presente en el área de evaluación; de esta manera es posible considerar otros posibles usos como áreas libres, zonas comunales, vías, viviendas, etc. En tal virtud, se aplicó los criterios y puntajes de estabilidad propuestos en la Tabla N° 1.16.

La inclusión de la cobertura urbana (tierras edificadas) se realizó tomando en cuenta la similitud en el efecto de intercepción, retardo e impermeabilización que producen las áreas de consolidación urbana con respecto a la cobertura de vegetación. Así, la parte urbana se clasificó en áreas con y sin pavimento, las áreas con pavimento se asimilaron a las zonas con cobertura de rastrajo bajo y las áreas sin pavimentar a zonas con pastos. Adicionalmente las áreas de canteras, se asimilan a áreas con cultivos limpios o de desmonte.

1.1.6 CLIMA (C) – Puntaje Máximo: 40

La valoración del parámetro clima 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.

Tabla N° 1.16. Puntajes de Estabilidad parámetro Uso del Suelo y Cobertura (U)

COBERTURA	PUNTAJE
Cubierta Vegetal	
Bosque nativo, secundario, rastrojo alto	25
Rastrojo bajo, cultivos permanentes o semipermanentes	17
Pastos o vegetación herbácea	14
Cultivos limpios o desmonte (canteras)	8
Suelo cubierto por otros usos	
Cobertura impermeable (pavimento)	20
Cobertura permeable (afirmado)	12
Vivienda con cubrimiento > 50%	20
Vivienda con cubrimiento < 50%	12

La zonificación del parámetro lluvia se realiza con base en el análisis de la relación lluvia - deslizamiento. Se determina la lluvia crítica representativa y su período de retorno correspondiente a las estaciones pluviométricas de influencia en el área de evaluación. Así, los sectores más críticos se definen donde los períodos de retorno son menores, es decir la posibilidad que se presente la lluvia precedente es mayor, y viceversa. La cuantificación del parámetro clima se definió como se muestra en la Tabla N° 1.17:

Tabla N° 1.17. Valoración parámetro clima

PERÍODO DE	CLASIFICACIÓN	PUNTAJE

RETORNO (AÑOS)		
< 10	Muy Alta	3
10 – 15	Alta	9
15 – 20	Media Alta	19
20 – 25	Media	26
25 – 30	Baja	32
>30	Muy Baja	37

1.1.7 EROSIÓN (E) – Puntaje Máximo: 12

La evaluación de la erosión, como detonante en la generación de movimientos en masa, dentro del SES es un parámetro que requiere ser ajustado según las características del área de estudio.

Para su valoración se tuvo en cuenta tanto la naturaleza del tipo de erosión (surcos, cárcavas, tierras malas y socavación), como su proximidad a cauces e influencia como posible desencadenante de movimientos en masa; así, se le asigna el mayor peso a los procesos de socavación de cauces, tal como se indica en la Tabla N° 1.18.

Tabla N° 1.18. Asignación puntaje de estabilidad al mapa erial

Tipo de erosión	E
Sin erosión	12
Laminar	10
Diferencial (surcos)	8
Tubificación	5
Concentrada (cárcavas)	4
Socavación	3

1.1.8 SISMICIDAD (S) – Puntaje Máximo: 24

La evaluación del parámetro de sismo, como factor contribuyente o detonante de movimientos en masa se realiza tomando como insumo la Microzonificación Sísmica de Santafé de Bogotá (Ingeominas - UniAndes).

Para mejorar esta condición, se discriminó el área en función de los materiales involucrados, así: para los materiales rocosos, asumidos dentro del modelo SES como tipo (S1), se les asignó un puntaje de estabilidad de 8 puntos; para los materiales intermedios (S2) un puntaje de 4 y para los suelos residuales y transportados (S1) un puntaje de 1. Estos puntajes son coherentes con la asignación de puntajes del SES para sismo, Tabla N° 1.19.

Tabla N° 1.19. Calificación de parámetro sísmico

Riesgo sísmico / Tipo de material**	Valores de Aa*						
	0,00	0,05	0,10	0,15	0,20	0,25	0,30
S1	24	21	17	13	8	5	2
S2	12	10	8	7	4	3	1
S3	4	3	3	2	1	1	0

*Aa : aceleración pico efectiva

**Tipos de materiales según el código colombiano de construcciones sismo – resistentes (NSR 98)

S1: a) Roca de cualquier característica, ya sea cristalina o lutítica que tiene una velocidad de la onda de cortante > 750 m/s

b) Perfiles conformados por suelos duros con un espesor menor de 60 m, compuestos por depósitos estables de arenas, gravas o arcillas duras

S2: Perfil en donde entre la roca y la superficie hay más de 60 m de depósitos de arcillas duras o suelos no cohesivos

S3: Perfil en donde entre la roca y la superficie hay más de 10 m de depósitos de arcillas cuya dureza varía entre mediana a blanda, con ó sin intercalación de arenas u otros suelos no cohesivos

1.1.9 PROCESOS MORFODINÁMICOS (P)

Se empleó como parámetro de calibración; en consecuencia se cartografiaron – estrictamente en campo - procesos activos o potenciales en la que se consideró la tendencia a la propagación y grado de actividad. Para efecto de la zonificación, se asume que este parámetro castiga a cualquier otra estimación.

1.2 CALIFICACIÓN DE AMENAZA

Entendiendo que de las variables definidas hay cinco (5) que pueden ser zonificadas: Material, Factor Antrópico, Relieve, Uso del Suelo y Erosión; en tanto que Drenaje, Clima y Sismicidad se aplican de manera general para el área en evaluación.

Las variables M, R, U y D definen las zonas homogéneas, en tanto que las variables A, C, S y E se considera que actúan como detonantes; la superposición sistemática de unos y otros permitió establecer una zonificación en términos de calificación de estabilidad (CES) y categorías de estabilidad.
Los intervalos de la calificación de estabilidad (CES) de cada parámetro o mapa temático, se establece como se precisa en la Tabla N° 1.20.

Tabla N° 1.20. Calificación de estabilidad (CES)

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	23

La categoría de estabilidad en términos de niveles de Amenaza y en función de la calificación de estabilidad, definida como la sumatoria ponderada de los valores de estabilidad asignados a cada parámetro, se estableció por Ingeocim Ltda. (1998) a partir del análisis de frecuencias de la calificación de estabilidad, asignada a cada polígono resultante del cruce de topología de los mapas temáticos. El resultado del análisis de frecuencias de la calificación de estabilidad (CES) arrojó una distribución de tipo normal.
Así, las categorías de Amenaza se establecen en los intervalos indicados en la Tabla N° 1.21.

TABLA N° 1.21. RANGOS DE CATEGORIZACIÓN DE AMENAZA

CATEGORÍA DE AMENAZA	CALIFICACIÓN DE ESTABILIDAD (CES)
Alta	$< CAL \leq 146$
Media	$146 < CAL \leq 171$
Baja	$171 < CAL$

FONDO DE PREVENCIÓN Y ATENCIÓN DE EMERGENCIAS - FOPAE
DIRECCIÓN DE PREVENCIÓN Y ATENCIÓN DE EMERGENCIAS DE LA SECRETARÍA DE GOBIERNO DEL DISTRITO CAPITAL - DPAE

CONTRATO DE CONSULTORÍA No. 526 DE 2005

CONSULTORÍA PARA LA EMISIÓN DE CONCEPTOS TÉCNICOS DE RIESGO POR MOVIMIENTOS EN MASA PARA LEGALIZACIÓN DE DESARROLLOS EN LA CIUDAD DE BOGOTÁ D. C.

CONCEPTO TÉCNICO DE RIESGO DEL DESARROLLO VILLA ANITA III SECTOR, LOCALIDAD DE USME

CONSULTOR: UNIÓN TEMPORAL CRC (CONSULCONS LTDA., HÉCTOR V. RODRÍGUEZ R. & CARLOS H. CANTILLO R.)

BOGOTA, D. C., COLOMBIA, DICIEMBRE DE 2005