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 TOCAIMITA ORIENTAL, LOCALIDAD DE USME

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

BOGOTA, D. C., COLOMBIA, FEBRERO DE 2006

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. 4353

1 INFORMACIÓN GENERAL

ENTIDAD SOLICITANTE:	D.A.P.D.
LOCALIDAD:	USME
BARRIO:	**TOCAIMITA ORIENTAL**
UPZ:	60 – Parque Entre Nubes
ÁREA (Ha):	2.95 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 Tocaimita Oriental, 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.

Copia

2.1 LOCALIZACIÓN Y DESCRIPCIÓN DEL DESARROLLO TOCAIMITA ORIENTAL

El desarrollo denominado Tocaimita Oriental, se encuentra localizado en la zona sur de la capital de la República de Colombia, en la localidad No. 5, Usme, y en la Unidad de Planeamiento Zonal (UPZ) No. 60 – Parque Entre Nubes, entre las siguientes coordenadas planas con origen Bogotá:

Norte: 89.310 a 89.560
Este: 97.920 a 98.180

En la **Figura 1** se muestra la localización general del barrio, el cual ocupa un área aproximada de 2,95 Ha.



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

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 Tocaimita Oriental 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

TÍTULO	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
Estudio de Riesgos por Remoción en Masa, Evaluación de Alternativas de Mitigación y Diseños Detallados de las Obras Recomendadas para el Barrio Casaloma II Sector, de la Localidad de Usme, en Bogotá, D. C.	Consorcio Ingeniería en Obras para FOPAE	2005

2.4.2 Informes DPAE antecedentes

De manera ídem se adelantó consulta de informes emitidos por la DPAE relacionados con el barrio estudiado, pero no se encontró información del barrio.

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.

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 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.

3.1.1 Geología regional

Para la emisión del presente concepto de riesgos por remoción en masa, se hace necesario enmarcar al barrio Tocaimita Oriental en la geología regional, con el fin de

identificar las diferentes estructuras y formaciones geológicas de incidencia en el sector. La litología y estructuras geológicas del área en la cual se enmarca la zona de estudio son las siguientes:

3.1.1.1 Estratigrafía

El barrio Tocaimita Oriental se encuentra localizado geológicamente sobre rocas de la formación Regadera, constituida de areniscas cuarzofeldespáticas, poco consolidadas, de color gris claro a blanco, de grano frecuentemente grueso, con algunas capas lenticulares de conglomerados finos y matriz arcillosa. El conjunto inferior de la formación consiste en bancos de arenisca con estratificación cruzada y espesores entre 0,5 y 15 metros. Las areniscas alternan con arcillolitas de color gris claro a rosadas y hasta rojizas con espesores que no sobrepasan los 0,3 m. En el conjunto superior de la formación predominan las arcillolitas.

Sin que haya sido propuesta como sección tipo, Acosta y Beltrán (1987) han medido varias secciones en el flanco occidental del sinclinal de Usme (Tunjuelito), al sur de la población de Usme. La potencia máxima medida por estos geólogos es de 345 metros; según Julivert (1961) la formación alcanza los 400 metros de espesor.

El conjunto inferior es un nivel resistente que se destaca en la topografía. Las areniscas son muy friables, por lo cual se explotan como materiales de construcción. Además, tiene contacto erosivo con la formación Bogotá. Las arcillolitas del conjunto superior son explotadas para la fabricación de ladrillo. En taludes en contrapendiente son frecuentes las caídas de bloques.

3.1.1.2 Geología estructural

La principal estructura geológica es el sinclinal asimétrico de Usme –Tunjuelito, se extiende desde los barrios San Carlos y Santa Lucía hasta la población de Usme y el embalse La Regadera. El sinclinal de Usme es un pliegue asimétrico de dirección NNW, en el cual los flancos están resaltados por la formación Regadera y el núcleo esta constituido por los depósitos y rellenos cuaternarios; el flanco occidental se encuentra en posición normal con buzamientos hasta de 45º, mientras que el flanco oriental se encuentra invertido en algunos tramos.

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. En este sector se observan indicios de una falla transversal, dicha falla podría localizarse siguiendo el alineamiento de la quebrada Cerritos un poco más al norte del área de estudio.

3.1.2 Geología local

Se realizó con base en el reconocimiento detallado de campo y en el levantamiento topográfico suministrado por el Contratante. Los resultados se registran en el **Plano 1** del **Apéndice 1** y se describen a continuación:

3.1.2.1 Formación Regadera (Tr)

En el sitio evaluado, la formación Regadera aflora al costado sur y noreste del barrio, se encuentra compuesta por estratos de areniscas de color amarillo, de grano grueso, blandas (**Fotografía 1**) y yacen en posición relativamente vertical. Teniendo en cuenta la descripción de la geología regional, el conjunto de rocas allí presentes, corresponden a la parte inferior de la formación. Si todo el barrio se encontrara cimentado sobre este tipo de materiales, tal vez no existieran problemas de inestabilidad; no obstante, los suelos residuales de la formación si son susceptibles de inestabilidad.



Fotografía 1. Detalle de afloramiento de la formación Regadera Inferior, en el costado norte del barrio Tocaimita Oriental. Los macizos rocosos se encuentran altamente meteorizados y en proceso de alteración a suelos residuales arcillosos.

3.1.2.2 Suelos Residuales (Qsr)

Los suelos residuales son producto de la meteorización y alteración del material parental, en éste caso de la formación Regadera Inferior (Tr); básicamente son materiales finogranulares predominantemente arcillosos **(Fotografía 2).** Esta unidad es la de mayor extensión en el área, presentan un espesor aproximado de 3m. En algunos sectores, sobre estos materiales ocurren fenómenos de remoción en masa como deslizamientos y flujos de tierra. Los suelos residuales se encuentran fisurados, lo que permite la infiltración de las aguas de escorrentía.



Fotografía 2. Se indica afloramiento de Suelo residual en el Barrio Tocaimita Oriental.

3.1.2.3 Suelos Negros (Qsn)

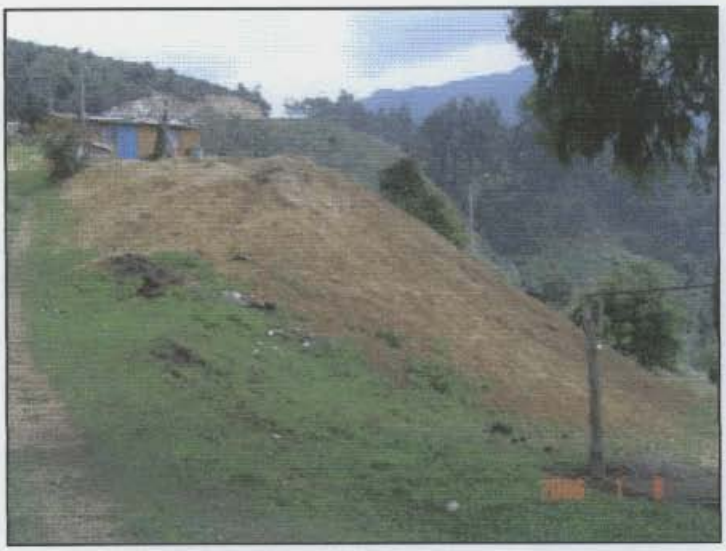
Se encuentran expuestos hacia el norte del barrio Tocaimita y presentan un espesor aproximado de 1.5m, consisten en limos arcillosos con algo de material orgánico y por su condición de fisuramiento, captan agua de superficie, aumentando su potencial de inestabilidad. Los suelos negros se observan en los taludes de corte de las explanaciones para la construcción de viviendas, especialmente hacia las partes central y norte del barrio **(Fotografía 3).**



Fotografía 3. Detalle de suelos negros en un talud de corte al norte del barrio Tocaimita Oriental.

3.1.2.4 Rellenos Antrópicos (Qra)

Corresponden a materiales provenientes de excavaciones para la construcción de viviendas y vías de acceso; no tienen ningún tipo de compactación, se encuentran dispuestos sobre la ladera de aguas debajo de la carrera 10 D Este y al frente de algunos taludes de corte. Estos depósitos son esporádicos en el sector **(Fotografía 4).**



Fotografía 4. Rellenos antrópicos producto de cortes para la construcción de viviendas, constituido por materiales de carácter arcilloso.

3.1.3 Aspectos hidrogeológicos

Las características geológicas del área en general y los rasgos topográficos en cuanto a cambios de pendiente transversal en las laderas, generan condiciones hidrogeológicas desfavorables para la estabilidad del terreno. Las rocas del conjunto inferior de la formación Regadera pese a su permeabilidad, no se encuentran en una posición topográfica desfavorable para los procesos de remocion en masa, sin enbargo el agua que discurre por el contacto entre la formación y el suelo residual que la cubre si genera procesos de remocion en masa, relacionados con flujos de tierra.

Con respecto a la infiltración de las aguas lluvias y aguas servidas, los rellenos antrópicos y suelos negros son susceptibles de inestabilidad, debido a su composición, alta permeabilidad y a su posición topográfica (altas pendientes). Los suelos residuales tienen un alto fisuramiento, lo que permite la circulación del agua de escorrentia subsuperficial.

De acuerdo con lo anterior, el área en general donde se localiza el barrio Tocaimita Oriental, es altamente susceptible de inestabilidad por la escorrentía superficial y subterránea.

3.1.4 Geomorfología

El barrio Tocaimita Oriental se localiza en una zona de relieve abrupto con pendientes entre los 20° y 40° donde se observa una geoforma de contrapendiente estructural conformada por rocas de la formación Regadera, cubierta parcilamente por suelos residuales y en parte por depositos antropicos donde se presentan flujos de tierra, procesos de erosion laminar, en surcos y cárcavas.

3.1.4.1 Procesos morfodinámicos

Los posibles factores condicionantes de la inestabilidad del terreno son el manejo inadecuado de aguas de escorrentía superficial (erosión), la disposición inadecuada de rellenos en la ladera y la ejecución de excavaciones sin efectuar tratamientos adecuados de los taludes de corte para la construcción de viviendas (procesos antrópicos). En estos cortes pueden encontrarse bloques sueltos que son potencialmente inestables, otro factor importante dentro de estos procesos morfodinamicos son los flujo de tierra.

A continuación se describen los procesos morfodinámicos identificados en el barrio Tocaimita Oriental:

- **Erosión laminar y en surcos**

La erosión se acentúa sobre áreas desprovistas de vegetación y sobre suelos residuales y rellenos antrópicos. Ésta puede llegar a desencadenar una serie de procesos morfodinámicos como flujos de tierra y deslizamientos. La erosión laminar y en surcos se presenta principalmente en las vías de acceso peatonal, por donde circulan las aguas de escorrentía superficial y en los taludes de corte y de rellenos antrópicos (**Fotografía 5**).



Fotografía 5. Detalle de erosión laminar y en surcos sobre rellenos antrópicos.

- **Flujos de Tierra**

En el sector se pueden diferenciar dos tipos de flujos de tierra: Los activos (el proceso como tal es evidente) y los potenciales (el proceso de flujo es incipiente o potencial y puede llegar a ocurrir como consecuencia de las lluvias). Estos flujos pueden llegar a reactivarse en los sitios donde ya se presentaron y donde actualmente prevalecen condiciones precarias de estabilidad **(Fotografía 6)**. También se pueden presentar en sectores donde existen taludes de corte.

Uno de los factores detonantes para el desarrollo de problemas de inestabilidad en el barrio Tocaimita Oriental es el mal manejo de las aguas de escorrentía superficial, las cuales se infiltran en el terreno conllevando a la generación de flujos de tierra.



Fotografía 6. En la fotografía se indica un flujo de tierras que involucra materiales arcillosos, este flujo deja en descubierto las rocas de la formación Regadera Inferior. El proceso se ubica fuera del barrio en el límite Sureste, pero el escarpe representa una amenaza potencial para las viviendas y la vía de acceso localizada al costado sur del barrio.

- **Deslizamientos**

En los sitios de alta pendiente, se presentan deslizamientos puntuales que generan una amenaza muy alta para las casas de la parte media y baja del barrio Tocaimita Oriental. Esta amenaza se puede tornar de mayor magnitud en caso de represamientos durante periodos invernales **(Fotografía 7).** Los materiales involucrados en el proceso de falla consisten en suelos residuales arcillosos y suelos negros.

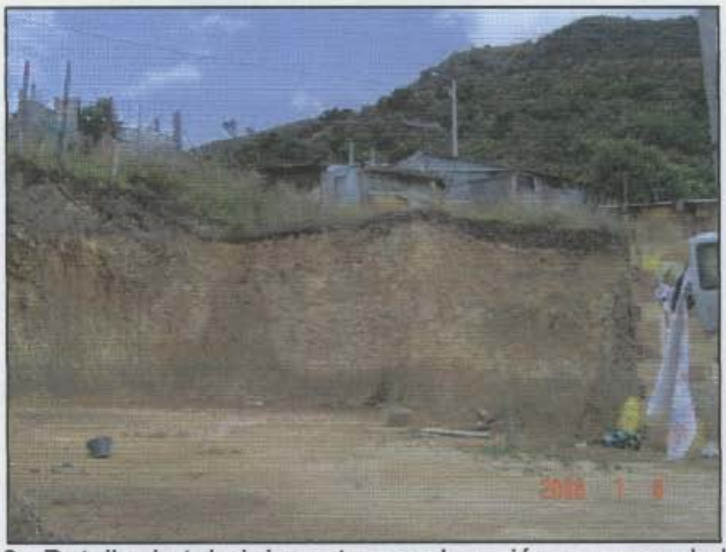


Fotografía 7. En la fotografía se indica un sector afectado por un deslizamiento que se originó mediante la evolución de un flujo de tierras localizado en una microcuenca.

- **Taludes de corte y explanaciones**

Los taludes de corte no están categorizados dentro del contexto global como procesos morfodinámicos; sin embargo, sí son parte del proceso antrópico de explanaciones que generan cambios en las geoformas debido al cambio de pendientes.

En el barrio Tocaimita Oriental, los taludes de corte son potencialmente inestables, debido a la exposición de los materiales que son afectados por erosión e infiltraciones. Los taludes de corte son procesos bastante representativos en el barrio; estos son verticales y presentan alturas de 2 a 3m en suelos residuales y suelos negros; en las rocas de la formación Regadera presentan alturas hasta de 8m. **(Fotografía 8 y 9)**.



Fotografía 8. Detalle de talud de corte y explanación en rocas de la formación Regadera Inferior, tomada en la parte norte del barrio.



Fotografía 9. Detalle de talud de corte en suelos negros, tomada en la parte norte del barrio.

3.2 CARACTERIZACIÓN DE LAS VIVIENDAS EXPUESTAS

3.2.1 Inventario de construcciones

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 2**) se adjunta en el **Apéndice 4**.

En Tocaimita Oriental hay en total 268 lotes, de los cuales hay construidos 51, equivalentes al 19%.

La totalidad de las construcciones están destinadas a la vivienda como uso principal; se observó un predio con distribución de gas propano.
Una vivienda del barrio es de 2 piso (99.63%) y las demás son de un solo piso (0.37%).

Del total de construcciones, no se halló ninguna que cumpliera la normatividad sismorresistente. La tipología es una sola en general, construcciones mixtas donde predoniman materiales como latas, lonas, madera y cantidades de bloque y ladrillo.

3.3 EXPLORACIÓN DEL SUBSUELO

En el barrio Tocaimita Oriental se realizaron dos perforaciones (a profundidades de 3,90m y 4,30m respectivamente), localizadas en los flujos de tierra, realizándose de manera continua en el ensayo de SPT, con el fin de conocer el espesor de los materiales involucrados en el proceso de falla y determinar la profundidad a la que esta ocurre (ver registros de sondeos en el **Apéndice 2**), con base en lo cual se plantean algunas medidas de manejo geotécnico

De acuerdo con las perforaciones efectuadas los materiales consisten en arcillas limosas, húmedas, de color negro, con presencia de óxidos y raíces. Estos materiales, experimentan resistencia de 6 golpes/pie con el ensayo de penetración estándar en los primeros 1,30 m de profundidad.

Las arcillas limosas negras yacen sobre arcillas limosas de color gris con vetas amarillas, algo rojizas, que hacen parte del suelo residual; allí los materiales rocosos se encuentran altamente meteorizados, experimentan resistencia de 6 golpes/pie con el ensayo de penetración estándar en los primeros 2 m (consistencia blanda) y hasta de 10 golpes/pie a profundidades de 3,90 m donde sube la resistencia considerablemente. En este estrato se presenta el nivel freático a una profundidad de 1,70 m.

Las arcillas limosas de color gris yacen sobre un material arcilloso húmedo de color amarillento a grisáceo, bastante compacto, donde la resistencia con el ensayo de SPT supera los 40 golpes/pie.

En la perforación 13, los flujos de tierra conformados por suelos negros arcillo limosos, con óxidos y raíces se encuentran húmedos, estos flujos tienen un espesor promedio de 1,30 m. El nivel freático sobre las zonas donde se presentan los flujos, se encuentra a 0,50 m de la superficie.

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, y sus resultados se ajustaron de acuerdo con diversos criterios, como los antecedentes de inestabilidad en la zona, los procesos morfodinámicos y las observaciones de campo. Es importante precisar que la profundidad de la evaluación se circunscribe al alcance de los trabajos. También es necesario mencionar que la comunidad no suministró información ni colaboró con los profesionales del equipo de trabajo.

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)

El sistema semicuantitativo considera este parámetro como el de mayor incidencia en la estabilidad de la zona, adoptando un valor de 70 para la mayor calificación (mayor estabilidad), según el tipo de material: Roca, material intermedio y suelo. En este caso se calificó así:

- Roca: Constituida por la Formación Regadera: 12 puntos.
- Suelos: Comprende los suelos residuales (10 puntos), los suelos negros (4 puntos) y los rellenos (2 puntos).

4.1.1.2 Factor antrópico (A)

La acción antrópica como agente detonante de fenómenos de remoción en masa constituye un factor determinante en la estabilidad de un terreno; en el barrio Tocaimita Oriental uno de los principales problemas asociados con la inestabilidad del terreno esta relacionada con la disposición inadecuada de materiales de relleno y a los cortes inadecuados.

Para la calificación de este parámetro se realizó un ajuste a la metodología SES, de acuerdo a las características del barrio; se conservó el nivel de intervención como severo, fuerte, moderado, incipiente y positivo; el ajuste efectuado consiste en la denominación de varios niveles:

- Zona I: Zona con cortes, lotes y eventualmente viviendas: 2 puntos.
- Zona II: Zonas sin cortes pero con alta erosión laminar y en surcos: 10 puntos.

- Zona III: Zona de taludes de corte en terrenos de alta pendiente (macizo rocoso): 20 puntos.

4.1.1.3 Relieve (R)

La condición de inestabilidad de una ladera esta asociada en términos de relieve, a las características morfométricas y a los procesos morfodinámicos actuantes sobre ellas. La calificación de este parámetro en el barrio se efectuó con respecto al mapa de pendientes arrojado por el SIG y la forma de la ladera (convexas, rectilíneas o cóncavas) de acuerdo con el modelo de J. B. Dalrymple et al. (1966) donde adoptaron valores de 5, 3 o 0, asignando el mejor valor a las áreas con menor susceptibilidad a deslizamiento: el cambio de los valores se realizo teniendo como criterio que las formas convexas son más estables.

- Puntaje 5: Zonas convexas, presentes en la parte norte del barrio, donde existen rocas, suelos negros y suelos residuales.

- Puntaje 3: Zonas de laderas rectilíneas ubicadas en el centro y sur del barrio, sobre suelos negros, suelos residuales y materiales de relleno.

- Puntaje 0: Zonas cóncavas ubicadas al costado noroeste, oeste y sur del barrio, asociadas a áreas de drenajes naturales.

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 2**.

Tabla 2. Valores de estabilidad por drenaje

PENDIENTE PROMEDIO DE CAUCES	FACILIDAD DE DRENAJE		
	ALTA	MEDIA	BAJA
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. Para su clasificación, en el barrio se tomó en cuenta la similitud del terreno con las áreas establecidas por la metodología SES. Se limitaron las zonas referentes a bosque secundario (25 puntos), pastos o vegetación herbácea (14

puntos), vías sin cubrimiento (10 puntos) y zonas de viviendas con cubrimiento mayor (20 puntos) y menor al 50% (12 puntos).

Lo más desfavorable para la estabilidad del barrio Tocaimita Oriental en términos de cobertura son las vías sin afirmado, debido a que constituyen los canales del drenaje superficial; mientras que el área más favorable para preservar las condiciones de estabilidad es aquella donde se presenta bosque secundario.

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 este barrio se utilizaron los datos de la Estación de Doña Juana, en la cual la lluvia crítica tiene un período de retorno de 22,3 años, para un puntaje de 26.

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. Los procesos observados fueron erosión laminar (10 puntos) y erosión en surcos (8 puntos); también hay zonas sin erosión (12 puntos).

El barrio Tocaimita Oriental en su totalidad, es susceptible de inestabilidad por causa de la erosión, debido al desarrollo urbano desordenado en el sector.

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 3**.

Tabla 3. 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; dicho resultado no refleja directamente la condición actual del barrio, por lo que se procederá a utilizar los demás criterios enunciados para la evaluación definitiva de amenaza.

4.1.2 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**.

4.1.3 Calificación de amenaza

En la **Tabla 4**, 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.

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 y 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.

La amenaza en el barrio está relacionada con la potencialidad de diversos procesos particularmente los relacionados con erosión, flujos de tierra y falla de los taludes de los cortes efectuados para la construcción de viviendas y apertura de vías. 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 puede ubicarse hacia el occidente.

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 muy alta en todo el barrio.

4.3 EVALUACIÓN DE RIESGO

4.3 EVALUACIÓN DE RIESGO

De acuerdo con los resultados obtenidos, el riesgo de la zona construida (viviendas) en las condiciones actuales es medio, pero éste muy fácilmente puede elevarse si el modelo de intervención se rige por el patrón aplicado en los barrios aledaños.

Los resultados se muestran en la **Tabla 5** 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 Tocaimita Oriental, desde la perspectiva del riesgo por remoción en masa, no debe ser legalizado.
- El barrio se localiza en un área altamente susceptible a problemas de inestabilidad de taludes y laderas, más aún cuando se evidencian procesos erosivos, flujos de tierra y explanaciones no técnicas en un esquema de desarrollo urbano desordenado.
- En el barrio, uno de los factores detonantes de la inestabilidad, es el manejo inadecuado de las aguas lluvias y las aguas servidas, que se infiltran parcialmente, generando presiones de poros en el interior de los materiales de rellenos, suelos residuales y suelos negros.
- Las altas pendientes del terreno, la baja consistencia de los suelos y la pluviosidad en la zona, son condiciones desfavorables para la estabilidad del terreno en general.
- Los rellenos y suelos residuales que conforman el barrio presentan grietas, que pueden conllevar a deslizamientos.
- Las áreas asociadas a cursos de drenajes naturales son altamente susceptibles a flujos de tierra y deslizamientos.
- De acuerdo con los resultados obtenidos, el riesgo de la zona construida (viviendas) en las condiciones actuales es alto debido a la forma de intervención del territorio, muy similar al de los asentamientos aledaños.

En las **Tablas 6** y **7** se presentan resúmenes de amenaza y riesgo por remoción en masa para este barrio.

Tabla 6. Resumen de calificación de amenaza

CALIFICACIÓN DE AMENAZA	PREDIOS
AMENAZA ALTA	Todo el barrio

Tabla 7. Resumen de calificación de riesgo

CALIFICACIÓN DE RIESGO	PREDIOS	RECOMENDACIONES
RIESGO MEDIO	Todo el Barrio	Negar la legalización del desarrollo.

6 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.

Consorcio Ingeniería en Obras (H. Rodríguez – C. Cantillo – Consulcons) (2005) para FOPAE. Estudio de Riesgos por Remoción en Masa, Evaluación de Alternativas de Mitigación y Diseños Detallados de las Obras Recomendadas para el Barrio Casaloma II Sector, de la Localidad de Usme, en Bogotá, D. C., 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.

Portal www.redbogota.com del programa Red Bogotá de la Universidad Nacional de Colombia (2005). Sitio en Internet: http://www.lopublico.redbogota.com

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

ELABORÓ	**UNIÓN TEMPORAL CRC** – Contrato de consultoría CONS- 526-05 **CARLOS H. CANTILLO RUEDA** Representante Legal y Especialista en Riesgos T. P. 2520233583 CND **JORGE ALBERTO RODRÍGUEZ** Director de Consultoría T. P. 2520226120	Carlos H Cantillo R. Jorge A Rodríguez O.
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	p/
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 3
TABLAS DE CALIFICACIÓN DE AMENAZA Y RIESGO

TABLA 4
CALIFICACIÓN DE AMENAZA, BARRIO TOCAIMITA ORIENTAL

MANZANA	PREDIO	CÓDIGO	AMENAZA
02	01	TC-02-01	ALTA
02	02	TC-02-02	ALTA
02	03	TC-02-03	ALTA
02	04	TC-02-04	ALTA
02	05	TC-02-05	ALTA
02	06	TC-02-06	ALTA
02	07	TC-02-07	ALTA
02	08	TC-02-08	ALTA
02	09	TC-02-09	ALTA
02	10	TC-02-10	ALTA
02	11	TC-02-11	ALTA
02	12	TC-02-12	ALTA
03	01	TC-03-01	ALTA
03	02	TC-03-02	ALTA
03	03	TC-03-03	ALTA
03	04	TC-03-04	ALTA
03	05	TC-03-05	ALTA
03	06	TC-03-06	ALTA
03	07	TC-03-07	ALTA
03	08	TC-03-08	ALTA
03	09	TC-03-09	ALTA
03	10	TC-03-10	ALTA
03	11	TC-03-11	ALTA
03	12	TC-03-12	ALTA
03	13	TC-03-13	ALTA
03	14	TC-03-14	ALTA
03	15	TC-03-15	ALTA
03	16	TC-03-16	ALTA
03	17	TC-03-17	ALTA
03	18	TC-03-18	ALTA
03	19	TC-03-19	ALTA
03	20	TC-03-20	ALTA
03	21	TC-03-21	ALTA
03	22	TC-03-22	ALTA
03	23	TC-03-23	ALTA
03	24	TC-03-24	ALTA
03	25	TC-03-25	ALTA
04	01	TC-04-01	ALTA
04	02	TC-04-02	ALTA
04	03	TC-04-03	ALTA
04	04	TC-04-04	ALTA
04	05	TC-04-05	ALTA
04	06	TC-04-06	ALTA
05	03	TC-05-03	ALTA
05	04	TC-05-04	ALTA
05	05	TC-05-05	ALTA
05	06	TC-05-06	ALTA
05	07	TC-05-07	ALTA
05	08	TC-05-08	ALTA

TABLA 4
CALIFICACIÓN DE AMENAZA, BARRIO TOCAIMITA ORIENTAL

05	09	TC-05-09	ALTA
05	10	TC-05-10	ALTA
05	11	TC-05-11	ALTA
05	12	TC-05-12	ALTA
05	13	TC-05-13	ALTA
05	14	TC-05-14	ALTA
05	15	TC-05-15	ALTA
05	19	TC-05-19	ALTA
05	20	TC-05-20	ALTA
05	21	TC-05-21	ALTA
05	22	TC-05-22	ALTA
05	23	TC-05-23	ALTA
05	24	TC-05-24	ALTA
05	25	TC-05-25	ALTA
05	26	TC-05-26	ALTA
05	27	TC-05-27	ALTA
05	28	TC-05-28	ALTA
05	29	TC-05-29	ALTA
05	30	TC-05-30	ALTA
05	31	TC-05-31	ALTA
05	32	TC-05-32	ALTA
05	33	TC-05-33	ALTA
05	34	TC-05-34	ALTA
05	35	TC-05-35	ALTA
05	36	TC-05-36	ALTA
05	37	TC-05-37	ALTA
05	38	TC-05-38	ALTA
05	39	TC-05-39	ALTA
05	40	TC-05-40	ALTA
05	41	TC-05-41	ALTA
05	42	TC-05-42	ALTA
05	43	TC-05-43	ALTA
05	44	TC-05-44	ALTA
05	45	TC-05-45	ALTA
05	46	TC-05-46	ALTA
05	47	TC-05-47	ALTA
05	48	TC-05-48	ALTA
05	49	TC-05-49	ALTA
06	01	TC-06-01	ALTA
06	02	TC-06-02	ALTA
06	03	TC-06-03	ALTA
06	04	TC-06-04	ALTA
06	05	TC-06-05	ALTA
06	06	TC-06-06	ALTA
06	07	TC-06-07	ALTA
06	08	TC-06-08	ALTA
06	09	TC-06-09	ALTA
06	10	TC-06-10	ALTA
06	15	TC-06-15	ALTA
06	16	TC-06-16	ALTA

TABLA 4
CALIFICACIÓN DE AMENAZA, BARRIO TOCAIMITA ORIENTAL

06	17	TC-06-17	ALTA
06	18	TC-06-18	ALTA
06	19	TC-06-19	ALTA
06	20	TC-06-20	ALTA
06	24	TC-06-24	ALTA
07	03	TC-07-03	ALTA
07	04	TC-07-04	ALTA
07	05	TC-07-05	ALTA
07	06	TC-07-06	ALTA
07	07	TC-07-07	ALTA
07	08	TC-07-08	ALTA
07	09	TC-07-09	ALTA
07	10	TC-07-10	ALTA
07	11	TC-07-11	ALTA
07	12	TC-07-12	ALTA
07	13	TC-07-13	ALTA
07	14	TC-07-14	ALTA
07	15	TC-07-15	ALTA
07	16	TC-07-16	ALTA
07	17	TC-07-17	ALTA
07	18	TC-07-18	ALTA
07	19	TC-07-19	ALTA
07	20	TC-07-20	ALTA
07	21	TC-07-21	ALTA
07	22	TC-07-22	ALTA
07	23	TC-07-23	ALTA
08	01	TC-08-01	ALTA
08	02	TC-08-02	ALTA
08	03	TC-08-03	ALTA
08	04	TC-08-04	ALTA
08	05	TC-08-05	ALTA
08	06	TC-08-06	ALTA
08	07	TC-08-07	ALTA
08	08	TC-08-08	ALTA
08	09	TC-08-09	ALTA
08	10	TC-08-10	ALTA
08	11	TC-08-11	ALTA
08	12	TC-08-12	ALTA
08	13	TC-08-13	ALTA
08	14	TC-08-14	ALTA
08	15	TC-08-15	ALTA
08	16	TC-08-16	ALTA
08	17	TC-08-17	ALTA
08	18	TC-08-18	ALTA
08	19	TC-08-19	ALTA
08	20	TC-08-20	ALTA
08	21	TC-08-21	ALTA
08	22	TC-08-22	ALTA
08	23	TC-08-23	ALTA
08	24	TC-08-24	ALTA

TABLA 4
CALIFICACIÓN DE AMENAZA, BARRIO TOCAIMITA ORIENTAL

08	25	TC-08-25	ALTA
08	26	TC-08-26	ALTA
09	01	TC-09-01	ALTA
09	02	TC-09-02	ALTA
09	03	TC-09-03	ALTA
09	04	TC-09-04	ALTA
09	05	TC-09-05	ALTA
09	06	TC-09-06	ALTA
09	07	TC-09-07	ALTA
09	08	TC-09-08	ALTA
09	09	TC-09-09	ALTA
09	10	TC-09-10	ALTA
09	11	TC-09-11	ALTA
09	12	TC-09-12	ALTA
09	13	TC-09-13	ALTA
09	14	TC-09-14	ALTA
09	15	TC-09-15	ALTA
09	16	TC-09-16	ALTA
10	02	TC-10-02	ALTA
10	03	TC-10-03	ALTA
10	04	TC-10-04	ALTA
10	05	TC-10-05	ALTA
10	06	TC-10-06	ALTA
10	07	TC-10-07	ALTA
10	08	TC-10-08	ALTA
10	09	TC-10-09	ALTA
10	10	TC-10-10	ALTA
10	11	TC-10-11	ALTA
10	12	TC-10-12	ALTA
10	13	TC-10-13	ALTA
10	14	TC-10-14	ALTA
10	15	TC-10-15	ALTA
10	16	TC-10-16	ALTA
10	17	TC-10-17	ALTA
11	01	TC-11-01	ALTA
11	02	TC-11-02	ALTA
11	03	TC-11-03	ALTA
11	04	TC-11-04	ALTA
11	05	TC-11-05	ALTA
11	06	TC-11-06	ALTA
11	07	TC-11-07	ALTA
11	08	TC-11-08	ALTA
11	09	TC-11-09	ALTA
11	10	TC-11-10	ALTA
11	11	TC-11-11	ALTA
11	12	TC-11-12	ALTA
12	01	TC-12-01	ALTA
12	02	TC-12-02	ALTA
12	03	TC-12-03	ALTA
12	04	TC-12-04	ALTA

TABLA 4
CALIFICACIÓN DE AMENAZA, BARRIO TOCAIMITA ORIENTAL

12	05	TC-12-05	ALTA
12	06	TC-12-06	ALTA
12	07	TC-12-07	ALTA
12	08	TC-12-08	ALTA
13	01	TC-13-01	ALTA
13	02	TC-13-02	ALTA
13	03	TC-13-03	ALTA
13	04	TC-13-04	ALTA
13	05	TC-13-05	ALTA
13	06	TC-13-06	ALTA
13	07	TC-13-07	ALTA
13	08	TC-13-08	ALTA
13	09	TC-13-09	ALTA
13	10	TC-13-10	ALTA
13	11	TC-13-11	ALTA
13	12	TC-13-12	ALTA
13	13	TC-13-13	ALTA
14	01	TC-14-01	ALTA
14	02	TC-14-02	ALTA
14	03	TC-14-03	ALTA
14	04	TC-14-04	ALTA
14	05	TC-14-05	ALTA
14	06	TC-14-06	ALTA
14	07	TC-14-07	ALTA
14	08	TC-14-08	ALTA
14	09	TC-14-09	ALTA
14	10	TC-14-10	ALTA
14	11	TC-14-11	ALTA
14	12	TC-14-12	ALTA
14	13	TC-14-13	ALTA
14	14	TC-14-14	ALTA
15	07	TC-15-07	ALTA
15	08	TC-15-08	ALTA
15	09	TC-15-09	ALTA
15	10	TC-15-10	ALTA
15	11	TC-15-11	ALTA
15	12	TC-15-12	ALTA
16	04	TC-16-04	ALTA
16	05	TC-16-05	ALTA
16	06	TC-16-06	ALTA
05	16	TC-05-16	ALTA
05	17	TC-05-17	ALTA
05	18	TC-05-18	ALTA
05	01	TC-05-01	ALTA
05	02	TC-05-02	ALTA
06	11	TC-06-11	ALTA
06	12	TC-06-12	ALTA
06	13	TC-06-13	ALTA
06	14	TC-06-14	ALTA
06	21	TC-06-21	ALTA

TABLA 4
CALIFICACIÓN DE AMENAZA, BARRIO TOCAIMITA ORIENTAL

06	22	TC-06-22	ALTA
06	23	TC-06-23	ALTA
07	01	TC-07-01	ALTA
07	02	TC-07-02	ALTA
07	24	TC-07-24	ALTA
10	01	TC-10-01	ALTA
10	18	TC-10-18	ALTA
10	19	TC-10-19	ALTA
13	14	TC-13-14	ALTA
13	15	TC-13-15	ALTA
15	01	TC-15-01	ALTA
15	02	TC-15-02	ALTA
15	03	TC-15-03	ALTA
15	04	TC-15-04	ALTA
15	05	TC-15-05	ALTA
15	06	TC-15-06	ALTA
16	01	TC-16-01	ALTA
16	02	TC-16-02	ALTA
16	03	TC-16-03	ALTA

TABLA 5
CALIFICACIÓN DE RIESGO, BARRIO TOCAIMITA ORIENTAL

MANZANA	PREDIO	CÓDIGO	RIESGO
02	01	TC-02-01	ALTO
02	02	TC-02-02	ALTO
02	03	TC-02-03	ALTO
02	04	TC-02-04	ALTO
02	05	TC-02-05	ALTO
02	06	TC-02-06	ALTO
02	07	TC-02-07	ALTO
02	08	TC-02-08	ALTO
02	09	TC-02-09	ALTO
02	10	TC-02-10	ALTO
02	11	TC-02-11	ALTO
02	12	TC-02-12	ALTO
03	01	TC-03-01	ALTO
03	02	TC-03-02	ALTO
03	03	TC-03-03	ALTO
03	04	TC-03-04	ALTO
03	05	TC-03-05	ALTO
03	06	TC-03-06	ALTO
03	07	TC-03-07	ALTO
03	08	TC-03-08	ALTO
03	09	TC-03-09	ALTO
03	10	TC-03-10	ALTO
03	11	TC-03-11	ALTO
03	12	TC-03-12	ALTO
03	13	TC-03-13	ALTO
03	14	TC-03-14	ALTO
03	15	TC-03-15	ALTO
03	16	TC-03-16	ALTO
03	17	TC-03-17	ALTO
03	18	TC-03-18	ALTO
03	19	TC-03-19	ALTO
03	20	TC-03-20	ALTO
03	21	TC-03-21	ALTO
03	22	TC-03-22	ALTO
03	23	TC-03-23	ALTO
03	24	TC-03-24	ALTO
03	25	TC-03-25	ALTO
04	01	TC-04-01	ALTO
04	02	TC-04-02	ALTO
04	03	TC-04-03	ALTO
04	04	TC-04-04	ALTO
04	05	TC-04-05	ALTO
04	06	TC-04-06	ALTO
05	01	TC-05-01	ALTO
05	02	TC-05-02	ALTO
05	03	TC-05-03	ALTO
05	04	TC-05-04	ALTO
05	05	TC-05-05	ALTO
05	06	TC-05-06	ALTO
05	07	TC-05-07	ALTO

TABLA 5
CALIFICACIÓN DE RIESGO, BARRIO TOCAIMITA ORIENTAL

05	08	TC-05-08	ALTO
05	09	TC-05-09	ALTO
05	10	TC-05-10	ALTO
05	11	TC-05-11	ALTO
05	12	TC-05-12	ALTO
05	13	TC-05-13	ALTO
05	14	TC-05-14	ALTO
05	15	TC-05-15	ALTO
05	16	TC-05-16	ALTO
05	17	TC-05-17	ALTO
05	18	TC-05-18	ALTO
05	19	TC-05-19	ALTO
05	20	TC-05-20	ALTO
05	21	TC-05-21	ALTO
05	22	TC-05-22	ALTO
05	23	TC-05-23	ALTO
05	24	TC-05-24	ALTO
05	25	TC-05-25	ALTO
05	26	TC-05-26	ALTO
05	27	TC-05-27	ALTO
05	28	TC-05-28	ALTO
05	29	TC-05-29	ALTO
05	30	TC-05-30	ALTO
05	31	TC-05-31	ALTO
05	32	TC-05-32	ALTO
05	33	TC-05-33	ALTO
05	34	TC-05-34	ALTO
05	35	TC-05-35	ALTO
05	36	TC-05-36	ALTO
05	37	TC-05-37	ALTO
05	38	TC-05-38	ALTO
05	39	TC-05-39	ALTO
05	40	TC-05-40	ALTO
05	41	TC-05-41	ALTO
05	42	TC-05-42	ALTO
05	43	TC-05-43	ALTO
05	44	TC-05-44	ALTO
05	45	TC-05-45	ALTO
05	46	TC-05-46	ALTO
05	47	TC-05-47	ALTO
05	48	TC-05-48	ALTO
05	49	TC-05-49	ALTO
06	01	TC-06-01	ALTO
06	02	TC-06-02	ALTO
06	03	TC-06-03	ALTO
06	04	TC-06-04	ALTO
06	05	TC-06-05	ALTO
06	06	TC-06-06	ALTO
06	07	TC-06-07	ALTO
06	08	TC-06-08	ALTO
06	09	TC-06-09	ALTO

TABLA 5
CALIFICACIÓN DE RIESGO, BARRIO TOCAIMITA ORIENTAL

06	10	TC-06-10	ALTO
06	11	TC-06-11	ALTO
06	12	TC-06-12	ALTO
06	13	TC-06-13	ALTO
06	14	TC-06-14	ALTO
06	15	TC-06-15	ALTO
06	16	TC-06-16	ALTO
06	17	TC-06-17	ALTO
06	18	TC-06-18	ALTO
06	19	TC-06-19	ALTO
06	20	TC-06-20	ALTO
06	21	TC-06-21	ALTO
06	22	TC-06-22	ALTO
06	23	TC-06-23	ALTO
06	24	TC-06-24	ALTO
07	01	TC-07-01	ALTO
07	02	TC-07-02	ALTO
07	03	TC-07-03	ALTO
07	04	TC-07-04	ALTO
07	05	TC-07-05	ALTO
07	06	TC-07-06	ALTO
07	07	TC-07-07	ALTO
07	08	TC-07-08	ALTO
07	09	TC-07-09	ALTO
07	10	TC-07-10	ALTO
07	11	TC-07-11	ALTO
07	12	TC-07-12	ALTO
07	13	TC-07-13	ALTO
07	14	TC-07-14	ALTO
07	15	TC-07-15	ALTO
07	16	TC-07-16	ALTO
07	17	TC-07-17	ALTO
07	18	TC-07-18	ALTO
07	19	TC-07-19	ALTO
07	20	TC-07-20	ALTO
07	21	TC-07-21	ALTO
07	22	TC-07-22	ALTO
07	23	TC-07-23	ALTO
07	24	TC-07-24	ALTO
08	01	TC-08-01	ALTO
08	02	TC-08-02	ALTO
08	03	TC-08-03	ALTO
08	04	TC-08-04	ALTO
08	05	TC-08-05	ALTO
08	06	TC-08-06	ALTO
08	07	TC-08-07	ALTO
08	08	TC-08-08	ALTO
08	09	TC-08-09	ALTO
08	10	TC-08-10	ALTO
08	11	TC-08-11	ALTO
08	12	TC-08-12	ALTO

TABLA 5
CALIFICACIÓN DE RIESGO, BARRIO TOCAIMITA ORIENTAL

08	13	TC-08-13	ALTO
08	14	TC-08-14	ALTO
08	15	TC-08-15	ALTO
08	16	TC-08-16	ALTO
08	17	TC-08-17	ALTO
08	18	TC-08-18	ALTO
08	19	TC-08-19	ALTO
08	20	TC-08-20	ALTO
08	21	TC-08-21	ALTO
08	22	TC-08-22	ALTO
08	23	TC-08-23	ALTO
08	24	TC-08-24	ALTO
08	25	TC-08-25	ALTO
08	26	TC-08-26	ALTO
09	01	TC-09-01	ALTO
09	02	TC-09-02	ALTO
09	03	TC-09-03	ALTO
09	04	TC-09-04	ALTO
09	05	TC-09-05	ALTO
09	06	TC-09-06	ALTO
09	07	TC-09-07	ALTO
09	08	TC-09-08	ALTO
09	09	TC-09-09	ALTO
09	10	TC-09-10	ALTO
09	11	TC-09-11	ALTO
09	12	TC-09-12	ALTO
09	13	TC-09-13	ALTO
09	14	TC-09-14	ALTO
09	15	TC-09-15	ALTO
09	16	TC-09-16	ALTO
10	01	TC-10-01	ALTO
10	02	TC-10-02	ALTO
10	03	TC-10-03	ALTO
10	04	TC-10-04	ALTO
10	05	TC-10-05	ALTO
10	06	TC-10-06	ALTO
10	07	TC-10-07	ALTO
10	08	TC-10-08	ALTO
10	09	TC-10-09	ALTO
10	10	TC-10-10	ALTO
10	11	TC-10-11	ALTO
10	12	TC-10-12	ALTO
10	13	TC-10-13	ALTO
10	14	TC-10-14	ALTO
10	15	TC-10-15	ALTO
10	16	TC-10-16	ALTO
10	17	TC-10-17	ALTO
10	18	TC-10-18	ALTO
10	19	TC-10-19	ALTO
11	01	TC-11-01	ALTO
11	02	TC-11-02	ALTO

TABLA 5
CALIFICACIÓN DE RIESGO, BARRIO TOCAIMITA ORIENTAL

11	03	TC-11-03	ALTO
11	04	TC-11-04	ALTO
11	05	TC-11-05	ALTO
11	06	TC-11-06	ALTO
11	07	TC-11-07	ALTO
11	08	TC-11-08	ALTO
11	09	TC-11-09	ALTO
11	10	TC-11-10	ALTO
11	11	TC-11-11	ALTO
11	12	TC-11-12	ALTO
12	01	TC-12-01	ALTO
12	02	TC-12-02	ALTO
12	03	TC-12-03	ALTO
12	04	TC-12-04	ALTO
12	05	TC-12-05	ALTO
12	06	TC-12-06	ALTO
12	07	TC-12-07	ALTO
12	08	TC-12-08	ALTO
13	01	TC-13-01	ALTO
13	02	TC-13-02	ALTO
13	03	TC-13-03	ALTO
13	04	TC-13-04	ALTO
13	05	TC-13-05	ALTO
13	06	TC-13-06	ALTO
13	07	TC-13-07	ALTO
13	08	TC-13-08	ALTO
13	09	TC-13-09	ALTO
13	10	TC-13-10	ALTO
13	11	TC-13-11	ALTO
13	12	TC-13-12	ALTO
13	13	TC-13-13	ALTO
13	14	TC-13-14	ALTO
13	15	TC-13-15	ALTO
14	01	TC-14-01	ALTO
14	02	TC-14-02	ALTO
14	03	TC-14-03	ALTO
14	04	TC-14-04	ALTO
14	05	TC-14-05	ALTO
14	06	TC-14-06	ALTO
14	07	TC-14-07	ALTO
14	08	TC-14-08	ALTO
14	09	TC-14-09	ALTO
14	10	TC-14-10	ALTO
14	11	TC-14-11	ALTO
14	12	TC-14-12	ALTO
14	13	TC-14-13	ALTO
14	14	TC-14-14	ALTO
15	01	TC-15-01	ALTO
15	02	TC-15-02	ALTO
15	03	TC-15-03	ALTO
15	04	TC-15-04	ALTO

TABLA 5
CALIFICACIÓN DE RIESGO, BARRIO TOCAIMITA ORIENTAL

15	05	TC-15-05	ALTO
15	06	TC-15-06	ALTO
15	07	TC-15-07	ALTO
15	08	TC-15-08	ALTO
15	09	TC-15-09	ALTO
15	10	TC-15-10	ALTO
15	11	TC-15-11	ALTO
15	12	TC-15-12	ALTO
16	01	TC-16-01	ALTO
16	02	TC-16-02	ALTO
16	03	TC-16-03	ALTO
16	04	TC-16-04	ALTO
16	05	TC-16-05	ALTO
16	06	TC-16-06	ALTO

UNIÓN TEMPORAL CRC

APÉNDICE 4
INVENTARIO DE PREDIOS

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

BARRIO: Tocaima Oriental **FECHA:** Febrero 2006

CÓDIGO			DESCRIPCIÓN DE LA EDIFICACIÓN				OBSERVACIONES
			A	B	C	D	
TC	02	01					No Construido
TC	02	02					No Construido
TC	02	03					No Construido
TC	02	04					No Construido
TC	02	05					No Construido
TC	02	06					No Construido
TC	02	07	1		1	8	Ladrillo, latas
TC	02	08	1		1	8	Ladrillo, latas
TC	02	09	1		1	8	Ladrillo, latas
TC	02	10					No Construido
TC	02	11					No Construido
TC	02	12					No Construido
TC	03	01					No Construido
TC	03	02					No Construido
TC	03	03					No Construido
TC	03	04					No Construido
TC	03	05					No Construido
TC	03	06					No Construido
TC	03	07	1		1	8	Ladrillo, latas
TC	03	08	1		1	8	Ladrillo, latas
TC	03	09					No Construido
TC	03	10					No Construido
TC	03	11					No Construido
TC	03	12					No Construido
TC	03	13					No Construido
TC	03	14					No Construido
TC	03	15					No Construido
TC	03	16					No Construido

0000404

TC	03	17					No Construido
TC	03	18					No Construido
TC	03	19					No Construido
TC	03	20					No Construido
TC	03	21					No Construido
TC	03	22					No Construido
TC	03	23					No Construido
TC	03	24					No Construido
TC	03	25					No Construido
TC	04	01					No Construido
TC	04	02					No Construido
TC	04	03					No Construido
TC	04	04					No Construido
TC	04	05					No Construido
TC	04	06					No Construido
TC	05	01					No Construido
TC	05	02					No Construido
TC	05	03	1		1	8	Ladrillo, latas
TC	05	04					No Construido
TC	05	05					No Construido
TC	05	06					No Construido
TC	05	07					No Construido
TC	05	08	1		1	8	Ladrillo, latas
TC	05	09	1		1	8	Ladrillo, latas
TC	05	10					No Construido
TC	05	11					No Construido
TC	05	12					No Construido
TC	05	13					No Construido
TC	05	14					No Construido
TC	05	15					No Construido
TC	05	16	1		1	8	Ladrillo, latas
TC	05	17					No Construido
TC	05	18	1		1	8	Ladrillo, latas
TC	05	19					No Construido
TC	05	20					No Construido
TC	05	21					No Construido
TC	05	22					No Construido

TC	05	23					No Construido
TC	05	24					No Construido
TC	05	25					No Construido
TC	05	26	1		1	8	Ladrillo, latas
TC	05	27	1		1	5	Ladrillo
TC	05	28					No Construido
TC	05	29	1		1	8	Ladrillo, latas
TC	05	30	1		1	8	Ladrillo, latas
TC	05	31	1		1	8	Ladrillo, latas
TC	05	32					No Construido
TC	05	33					No Construido
TC	05	34	1		1	8	Ladrillo, latas
TC	05	35					No Construido
TC	05	36	1		1	8	Ladrillo, latas
TC	05	37	1		1	8	Ladrillo, latas
TC	05	38					No Construido
TC	05	39					No Construido
TC	05	40					No Construido
TC	05	41					No Construido
TC	05	42					No Construido
TC	05	43					No Construido
TC	05	44					No Construido
TC	05	45					No Construido
TC	05	46					No Construido
TC	05	47					No Construido
TC	05	48					No Construido
TC	05	49					No Construido
TC	06	01					No Construido
TC	06	02					No Construido
TC	06	03					No Construido
TC	06	04					No Construido
TC	06	05					No Construido
TC	06	06					No Construido
TC	06	07					No Construido
TC	06	08					No Construido
TC	06	09					No Construido
TC	06	10					No Construido

TC	06	11					No Construido
TC	06	12					No Construido
TC	06	13					No Construido
TC	06	14					No Construido
TC	06	15	1		1	8	Ladrillo, latas
TC	06	16					No Construido
TC	06	17					No Construido
TC	06	18					No Construido
TC	06	19					No Construido
TC	06	20					No Construido
TC	06	21	1		1	8	Madera
TC	06	22					No Construido
TC	06	23					No Construido
TC	06	24					No Construido
TC	07	01					No Construido
TC	07	02					No Construido
TC	07	03					No Construido
TC	07	04					No Construido
TC	07	05					No Construido
TC	07	06					No Construido
TC	07	07					No Construido
TC	07	08					No Construido
TC	07	09					No Construido
TC	07	10					No Construido
TC	07	11					No Construido
TC	07	12					No Construido
TC	07	13					No Construido
TC	07	14	1		1	8	Madera
TC	07	15					No Construido
TC	07	16	1		1	8	Ladrillo, latas
TC	07	17	1		1	8	Madera
TC	07	18					No Construido
TC	07	19					No Construido
TC	07	20	1		1	8	Lonas, tablas, latas
TC	07	21					No Construido
TC	07	22					No Construido
TC	07	23					No Construido

TC	07	24					No Construido
TC	08	01					No Construido
TC	08	02					No Construido
TC	08	03					No Construido
TC	08	04					No Construido
TC	08	05					No Construido
TC	08	06					No Construido
TC	08	07					No Construido
TC	08	08					No Construido
TC	08	09					No Construido
TC	08	10					No Construido
TC	08	11					No Construido
TC	08	12					No Construido
TC	08	13					No Construido
TC	08	14					No Construido
TC	08	15					No Construido
TC	08	16					No Construido
TC	08	17					No Construido
TC	08	18					No Construido
TC	08	19					No Construido
TC	08	20					No Construido
TC	08	21					No Construido
TC	08	22					No Construido
TC	08	23					No Construido
TC	08	24					No Construido
TC	08	25					No Construido
TC	08	26					No Construido
TC	09	01	1		1	8	madera y ladrillo
TC	09	02	1		1	8	madera y ladrillo
TC	09	03					no Construido
TC	09	04					no Construido
TC	09	05					no Construido
TC	09	06					no Construido
TC	09	07	1		1	8	Bloque y madera
TC	09	08					No Construido
TC	09	09	1		1	8	Ladrillo, latas
TC	09	10	1		1	8	Ladrillo, latas

TC	09	11					no Construido
TC	09	12					no Construido
TC	09	13					no Construido
TC	09	14					no Construido
TC	09	15	1		1	8	Ladrillo, latas
TC	09	16					No Construido
TC	10	01					No Construido
TC	10	02					No Construido
TC	10	03					No Construido
TC	10	04					No Construido
TC	10	05					No Construido
TC	10	06					No Construido
TC	10	07					No Construido
TC	10	08					No Construido
TC	10	09					No Construido
TC	10	10					No Construido
TC	10	11					No Construido
TC	10	12					No Construido
TC	10	13	1		1	8	madera y ladrillo
TC	10	14					No Construido
TC	10	15	1		1	8	madera y ladrillo
TC	10	16					No Construido
TC	10	17					No Construido
TC	10	18					No Construido
TC	10	19					No Construido
TC	11	01					No Construido
TC	11	02					No Construido
TC	11	03					No Construido
TC	11	04	1		1	8	prefabricada, latas
TC	11	05	1		1	8	prefabricada, latas
TC	11	06	1		1	8	prefabricada, latas
TC	11	07					No Construido
TC	11	08					No Construido
TC	11	09					No Construido
TC	11	10					No Construido
TC	11	11					No Construido
TC	11	12					No Construido

TC	12	01					No Construido
TC	12	02					No Construido
TC	12	03					No Construido
TC	12	04	1		1	8	latas
TC	12	05					no Construido
TC	12	06					no Construido
TC	12	07	1		1	8	Adobe, Bareque
TC	12	08					No Construido
TC	13	01					No Construido
TC	13	02					No Construido
TC	13	03					No Construido
TC	13	04					No Construido
TC	13	05					No Construido
TC	13	06					No Construido
TC	13	07					No Construido
TC	13	08					No Construido
TC	13	09					No Construido
TC	13	10					No Construido
TC	13	11					No Construido
TC	13	12					No Construido
TC	13	13					No Construido
TC	13	14					No Construido
TC	13	15					No Construido
TC	14	01	1		1	5	ladrillo, Bloques, Expendio de gas
TC	14	02	1		1	5	ladrillo, Bloques
TC	14	03					No Construido
TC	14	04					No Construido
TC	14	05					No Construido
TC	14	06					No Construido
TC	14	07					No Construido
TC	14	08					No Construido
TC	14	09					No Construido
TC	14	10					No Construido
TC	14	11					No Construido
TC	14	12					No Construido
TC	14	13					No Construido
TC	14	14	1		1	5	ladrillo, Bloques

TC	15	01					No Construido
TC	15	02					No Construido
TC	15	03					No Construido
TC	15	04					No Construido
TC	15	05					No Construido
TC	15	06	1		1	2	Porticos
TC	15	07	1		1	5	ladrillo, Bloques
TC	15	08	1		1	8	latas
TC	15	09					No Construido
TC	15	10					No Construido
TC	15	11	1		1	5	Mamposteria simple
TC	15	12	1		1	8	ladrillo, Bloques
TC	16	01	1		1	8	ladrillo, Bloques, Madera
TC	16	02	1		1	8	ladrillo, Bloques
TC	16	03	1		1	8	ladrillo, Bloques, latas
TC	16	04	1		1	8	ladrillo, Bloques
TC	16	05	1		1	8	ladrillo, Bloques
TC	16	06	1		1	8	ladrillo, Bloques

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

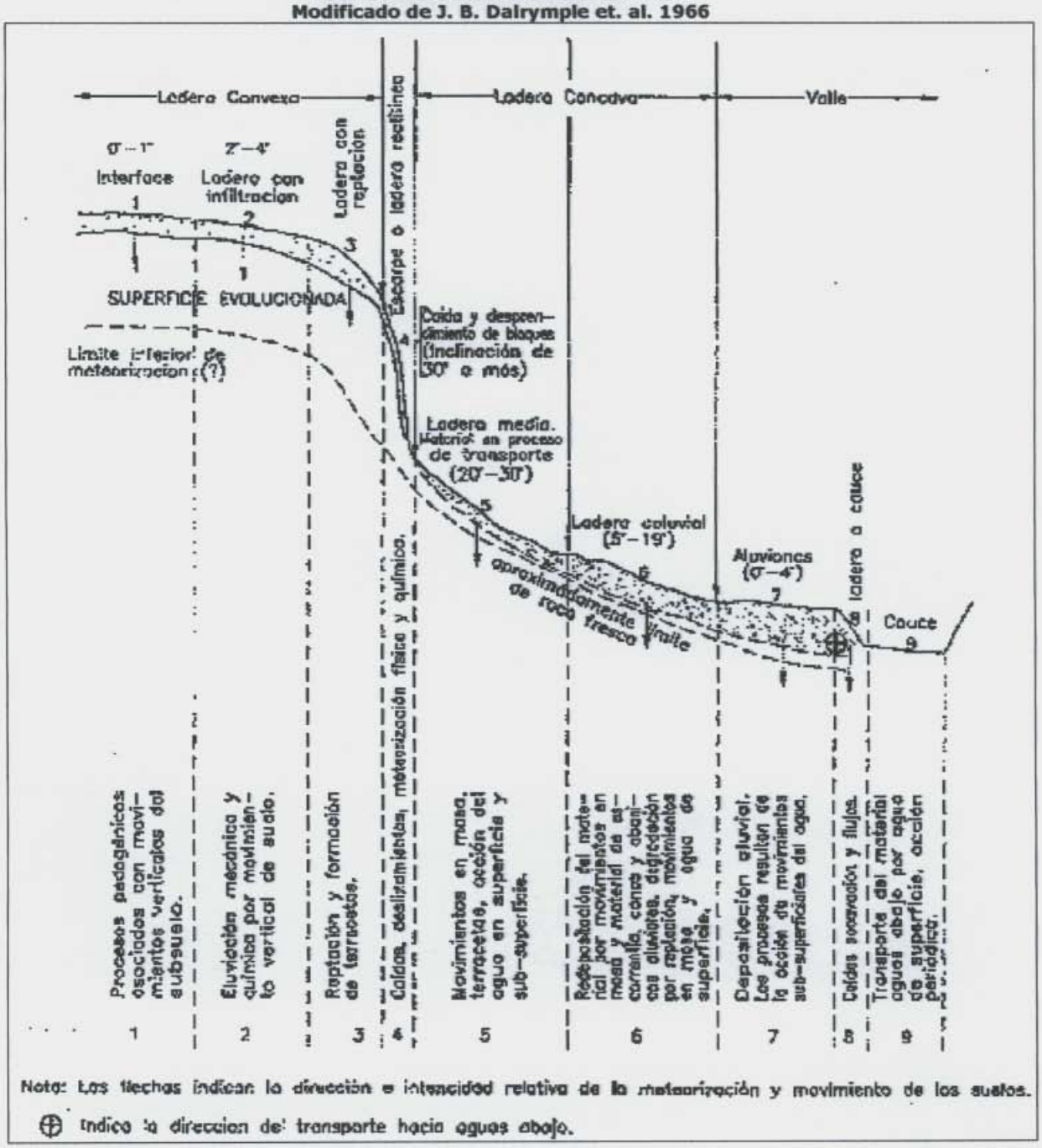
Tabla 1.13. Valores de estabilidad por relieve

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 intencidad relativa de la meteorización y movimiento de los suelos.

⊕ indica la dirección de 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	$171 < CAL$