CONCEPTO TÉCNICO No. 4985

1. GENERALIDADES

ENTIDAD SOLICITANTE:	Secretaria Distrital del Hábitat
LOCALIDAD:	18 – Rafael Uribe Uribe
BARRIO:	**Callejón de Santa Bárbara**
UPZ:	54 – Marruecos
ÁREA (Ha):	0.25
FECHA DE EMISIÓN:	2 de noviembre de 2007
TIPO DE RIESGO:	Remoción en masa.
VIGENCIA:	Temporal, mientras no se modifiquen significativamente las condiciones físicas del sector o se realicen obras de mitigación.

Este documento está dirigido a la Secretaría Distrital del Hábitat – SDHT para el Programa de Legalización y Regularización 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 expuestas a condiciones de amenaza por fenómenos de remoción en masa. Debe tomarse como una herramienta para la planificación del territorio y toma de decisiones sobre el uso del suelo.

2. LOCALIZACIÓN Y LÍMITES

El desarrollo **Callejón de Santa Bárbara** se localiza en el sector central de la localidad Rafael Uribe Uribe la cual se encuentra ubicada en el extremo sur de Bogotá. A este desarrollo se accede a través de la Avenida Caracas por la cual, a la altura de la Carrera 10 se ingresa al oriente hasta llegar a la intersección de la Calle 49C Sur con Transversal 6B Bis, una vez en esta intersección se sigue hacía el suroriente hasta llegar a la intersección de la Transversal 5N Bis con Calle 48X Sur, a continuación se sigue por esta calle hacia el norte hasta su intersección con la Transversal 5Q, por la cual se continúa hacia el norte hasta la Calle 48H Bis, que corresponde con el límite oriental del desarrollo. El desarrollo **Callejón de Santa Bárbara** se encuentra delimitado aproximadamente entre las siguientes coordenadas planas con origen Bogotá (Figura 1):

Norte:	95.850	a	95.920
Este:	95.930	a	96.005

Los límites del desarrollo son los siguientes:

Norte y Oriente: Predio sin construir del barrio Arboleda Sur
Sur: Predios del barrio Santa Bárbara Sur

Bogotá sin indiferencia

Diagonal 47 N° 77B-09 Interior 11 PBX 4292801 Fax 4109014
Web www.fopae.gov.co E-mail: fopae@fopae.gov.co

Occidente: Transversal 5Q que lo separa de predios construidos de la manzana 3 del sector catastral Callejón de Santa Bárbara.

En la elaboración del presente concepto se empleó la base cartográfica del desarrollo **Callejón de Santa Bárbara** a escala 1:1000, suministrada por la SDHT, la cual coincide con la cartografía de la Unidad Administrativa Especial de Catastro Distrital – UAECD y se tomará como nomenclatura para la referenciación de los predios.

De acuerdo con la base cartográfica el desarrollo **Callejón de Santa Bárbara** incluye 2 manzanas y un total de 36 predios. En la Tabla 1 se muestra la distribución de predios por manzana de acuerdo con la nomenclatura de la UAECD.

Tabla No. 1. Distribución de predios por manzanas en el desarrollo **Callejón de Santa Bárbara**

UAECD		UAECD		UAECD	
Nomenclatura del presente concepto		Nomenclatura del presente concepto		Nomenclatura del presente concepto	
Manzana	Lote	Manzana	Lote	Manzana	Lote
53	1	53	13	53	25
	2		14	73	1
	3		15		2
	4		16		3
	5		17		4
	6		18		5
	7		19		6
	8		20		7
	9		21		8
	10		22		9
	11		23		10
	12		24		11

La distribución de manzanas de la Secretaría Distrital del Hábitat – SDHT corresponde con la distribución de manzanas de la Unidad Administrativa Especial de Catastro Distrital – UAECD.

3. ANTECEDENTES

Como fuente primaria de consulta, se empleó el Plano Normativo "Amenaza por Remoción en Masa" del Decreto Distrital 190 de 2004 (el cual compila las disposiciones contenidas en los decretos 619 de 2000 y 469 de 2003 o Plan de Ordenamiento Territorial de Bogotá – POT); así como la "Zonificación de Riesgo por Inestabilidad del Terreno para diferentes Localidades en la Ciudad de Santa Fe de Bogotá D.C.", realizada por el FOPAE a través de la firma Ingeocim Ltda., en 1998. De acuerdo con el estudio enunciado y con el citado Plano Normativo del POT, el área donde se encuentra localizado el desarrollo **Callejón de Santa Bárbara** de la localidad Rafael Uribe Uribe, corresponde con una zona de amenaza media y alta por fenómenos de remoción en masa (Figura 1)

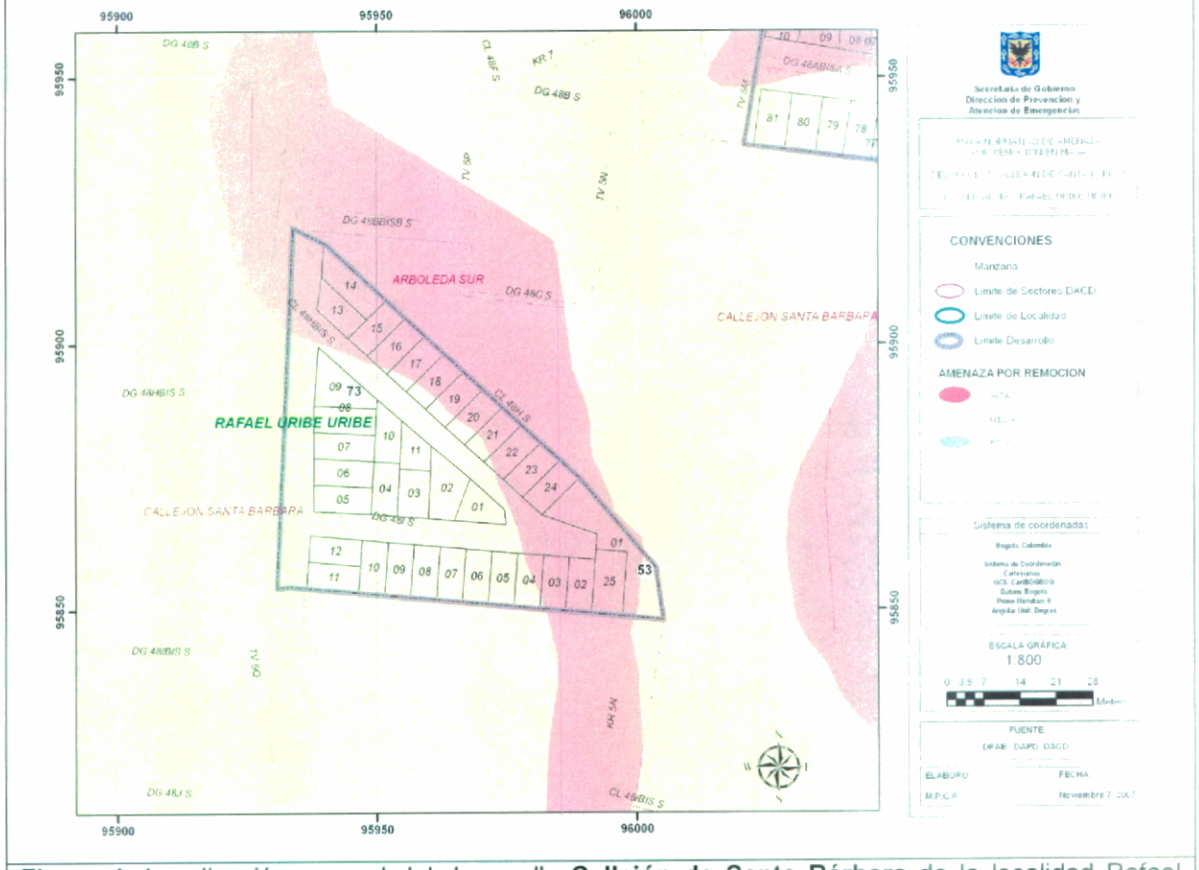


Figura 1. Localización general del desarrollo **Callejón de Santa Bárbara** de la localidad Rafael Uribe Uribe y Zonificación de Amenaza por Remoción en Masa de acuerdo con el plano normativo "Amenaza por remoción" del POT.

Adicionalmente, se revisó en el Sistema de Información Para la Gestión de Riesgos y Atención de Emergencias de Bogotá (SIRE), los antecedentes dentro del perímetro del desarrollo **Callejón de Santa Bárbara**, y sectores aledaños y se encontró que la Dirección de Prevención y Atención de Emergencias – DPAE ha realizado actividades como visitas técnicas y atención de emergencias, para las cuales se han emitido diversos documentos técnicos. Esta información es incorporada y complementada en el presente concepto, para establecer una secuencia cronológica de eventos y acciones por parte de la DPAE, tal como se describe a continuación en la Tabla No. 2 y se referencia en la Figura 2.

Tabla No. 2. Informes generados por la DPAE, para el desarrollo **Callejón de Santa Bárbara** y sectores aledaños.

INFORME Fecha	DIRECCIÓN	OBSERVACIONES / RECOMENDACIONES
CT – 2710 31/Jul/1997	Calle 48 C Bis Sur a 48 M Sur con Carrera 5N (Antigua)	En el concepto se reportan los siguientes fenómenos de remoción en masa: -Deslizamiento que involucró el macizo rocoso afectando dos viviendas causado posiblemente por la pérdida de apoyo en la pata del talud en el sector de la Calle 48 M Sur con Carrera 5N (Dirección antigua); además en el mismo sector, sobre la calle 48L Sur se reportó otro deslizamiento. -Fuerte erosión en cárcavas y formación de agujas en el sector de la Carrera 5N Bis con Calle 48 M Sur. -En la parte posterior de las casas con direcciones Calle 48J No. 5N – 23 Sur y Calle 48 I No. 5N -42(Predios 23 y 24 de la manzana 53) existe un talud vertical de aproximadamente 20m de altura en el cual se presenta fuerte carcavamiento y un deslizamiento antiguo, en el cual se encuentra construido un muro en gaviones en el extremo sur - oriental. Finalmente, en el concepto se recomienda evacuar 4 viviendas dentro de las cuales se incluyen los lotes 23 y 24 de la manzana 53 y hacer un estudio en el sector de la Calle 48Sur con Carrera 5N para determinar la incidencia de movimientos de remoción en masa.
RO – 16563 Dic/2005	Transversal 5Q No 48H-05/15/25	En el oficio se menciona que en visita realizada el predio se encontró: -Talud de 10m de altura con pendientes superiores a 40° donde se encuentran expuestas areniscas friables muy meteorizadas. -No existe un manejo adecuado del agua de escorrentía superficial, lo que ha generado erosión superficial y en surcos. -Se identificaron problemas de inestabilidad por el desplazamiento de material térreo del escarpe vertical de arenisca.

Bogotá sin indiferencia

Diagonal 47 N° 77B-09 Interior 11 PBX 4292801 Fax 4109014
Web www.fopae.gov.co. E-mail: fopae@fopae.gov.co

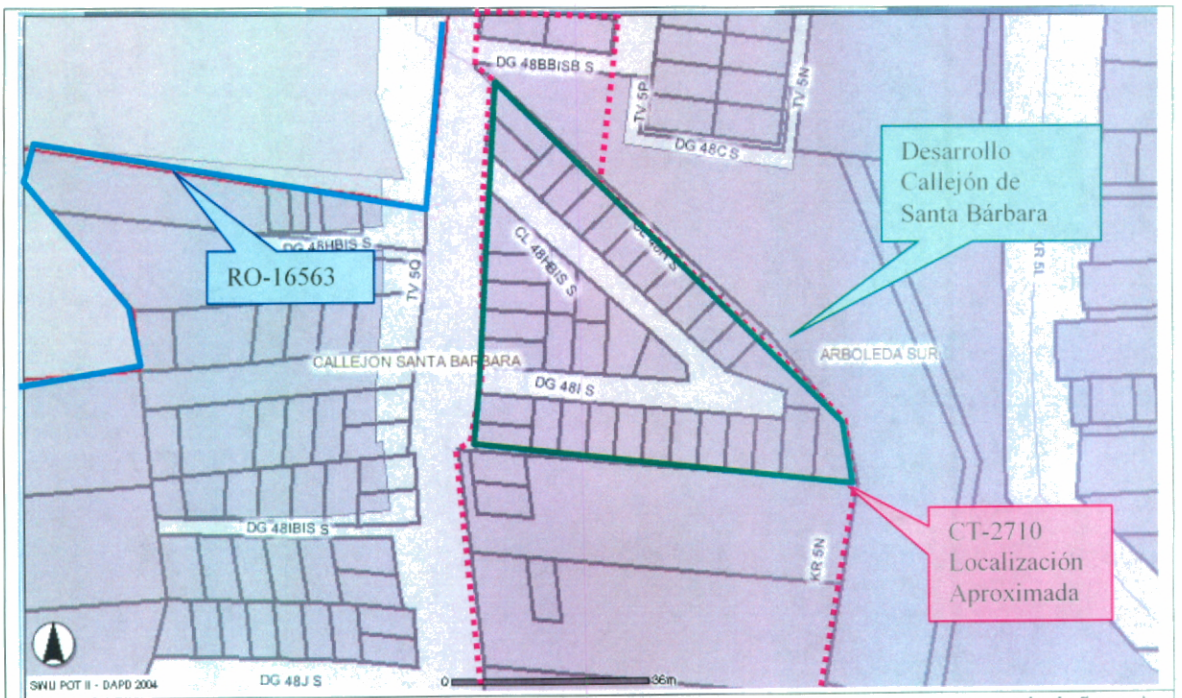


Figura 2. Localización de conceptos y diagnósticos técnicos realizados para sectores aledaños al desarrollo **Callejón de Santa Bárbara**

Con base en lo anterior, la DPAE ante la ocurrencia de procesos de inestabilidad en el desarrollo **Callejón de Santa Bárbara**, recomendó para dos familias el ingreso al Programa de Reasentamiento de Familias localizadas en Zona de Alto Riesgo No Mitigable pues se encontraba comprometida en el corto plazo la habitabilidad, funcionalidad y estabilidad estructural de estas viviendas. El detalle de la localización de estos predios se presenta en la Tabla No. 3.

Tabla No. 3. Predios incluidos en el "Programa de Reasentamiento de Familias en Zonas de Alto Riesgo No Mitigable", de acuerdo con los informes técnicos emitidos para el desarrollo **Callejón de Santa Bárbara**

No.	Documento de Soporte	Dirección	Nomenclatura del presente concepto	Estado del Proceso
1	DI – 2710	Calle 48 J No. 5 N – 23 Sur	Manzana 53 – Lote 23	Terminado
2	DI – 2710	Calle 48 I No. 5 N – 42 Sur	Manzana 53 – Lote 24	Terminado

En virtud de la situación potencial de amenaza y teniendo en cuenta la recomendación del CT – 2710 de 1997, en el año 2000 el Fondo de Prevención y Atención de Emergencias – FOPAE por medio de la firma Ingeniería y Geotecnia Ltda. - Ingenieros Consultores, adelantó el *"Estudio de riesgo por remoción en masa, evaluación de alternativas de mitigación y diseños detallados de obras de estabilización del antiguo escarpe de*

explotación del barrio Callejón de Santa Bárbara", en el que se plantearon tres alternativas generales para la mitigación del riesgo para el desarrollo que se citan a continuación

1. Construir obras de drenaje superficial y subterránea teniendo en cuenta la importancia tanto de la erosión (dados los tipos de materiales existentes y la pendiente), como de las posibles presiones de infiltración.
2. Complementar el drenaje con obras de recalce de casas en zonas de riesgo y de contención de masas con estabilidad precaria.
3. Hacer obras de drenaje y contención menores, y proceder a la compra de lotes y viviendas afectadas y asentamiento de familias.

Para el desarrollo **Callejón de Santa Bárbara** especialmente se recomendó realizar obras de drenaje.

4. EVALUACIÓN DE AMENAZA POR FENÓMENOS DE REMOCIÓN EN MASA

4.1 METODOLOGÍA

Para realizar la evaluación de la amenaza se tomó como referencia la evaluación de amenaza, establecida en el Plano Normativo "Amenaza por Remoción en Masa" del Plan de Ordenamiento Territorial de Bogotá (ver antecedentes); el plano mencionado fue ajustado a un nivel de mayor detalle y actualizado mediante el reconocimiento de campo y la incorporación de nueva información existente.

El citado Plano Normativo del POT, se fundamenta el estudio "Zonificación de Riesgo por Inestabilidad del Terreno para diferentes Localidades en la Ciudad de Santa Fe de Bogotá D.C.", realizada por el FOPAE a través de la firma Ingeocim Ltda., en 1998, donde se empleó como técnica de mapeo de la amenaza, el Sistema Semicuantitativo de Evaluación de Estabilidad (SES), la metodología de Taludes Naturales – MTN (Shuk, 1970, 1990 y 1997) y se utilizó como parámetro de calibración el inventario de procesos.

El sistema semicuantitativo de evaluación de estabilidad comprende fundamentalmente la evaluación de ocho parámetros, donde cada uno es el resultado de diversos factores asociados según su naturaleza, para cada factor se fijan intervalos de variabilidad acorde con su influencia en la estabilidad de las laderas. La combinación de los diferentes factores otorgan condiciones particulares de estabilidad, de esta forma a cada parámetro le corresponderá un determinado "valor" de estabilidad resultante de la suma ponderada de "valores" de estabilidad para cada parámetro (Ramírez, 1988).

El Sistema Semicuantitativo de Evaluación de Estabilidad (Ramírez, 1989. Modificado por González, 1997) considera las siguientes variables:

- Tipo de Material (M): Rocas, depósitos y materiales intermedios. Influencia de discontinuidades y estructuras.

- Factor Antrópico (A): Sobre carga, descargas, infiltración de aguas y manejo de aguas servidas, intervención del drenaje, explotaciones mineras.
- Relieve (R).
- Drenaje (D).
- Uso del suelo y cobertura vegetal (U).
- Clima (C).
- Erosión (E).
- Sismicidad (S).
- Procesos dinámicos.

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 dichas variables permite establecer una zonificación en términos de calificación y categorías de estabilidad.

La cobertura de amenaza del sistema SES fue contrastada con la zonificación de amenaza obtenida con la metodología MTN, la cual es producto del cálculo de factores de seguridad relativos totales ajustados.

La evaluación del parámetro de sismo, como factor contribuyente o detonante de movimientos en masa, se realizó tomando como insumo las recomendaciones dadas en la Microzonificación Sísmica de Santafé de Bogotá (FOPAE – Ingeominas – Universidad de los Andes, 1997).

La cobertura de procesos dinámicos se emplea como parámetro de calibración; en consecuencia se cartografían – estrictamente en campo – procesos activos o potenciales en los que se considera la tendencia a la propagación y grado de actividad. Para efecto de la zonificación, se asume que este parámetro castiga a cualquier otra estimación.

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 (SES) arrojó una distribución de tipo normal.

Partiendo de lo anterior y dado que para el área se han estudiado en detalle las condiciones de amenaza y riesgo, en la categorización de amenaza se consideró primordialmente la información suministrada por el *"Estudio de riesgo por remoción en masa, evaluación de alternativas de mitigación y diseños detallados de obras de estabilización del antiguo escarpe de explotación del barrio Callejón de Santa Bárbara"*, lo anterior considerando que se trata de un estudio puntual en el cual la escala de trabajo es 1:500 y define con detalle las condiciones geológicas y geotécnicas de la zona, y además realiza un análisis cuantitativo de movimientos de remoción en masa. El procedimiento seguido en dicho estudio para evaluar la amenaza se cita a continuación:

Bogotá sin indiferencia

Diagonal 47 N° 77B-09 Interior 11 PBX 4292801 Fax 4109014
Web www.fopae.gov.co E-mail: fopae@fopae.gov.co

-Determinación de las zonas de comportamiento geotécnico similar teniendo en cuenta la geología, geomorfología e investigación del subsuelo.

-Zonificación geotécnica basada en los procesos geomorfológicos presentes en el área de estudio.

-Análisis de posibles mecanismos de falla en relación con el comportamiento de materiales.

-Determinación de los parámetros de resistencia máximos y mínimos y análisis retrospectivos de estabilidad.

-Análisis de estabilidad para las diferentes combinaciones de los parámetros.

-Cálculo de las probabilidades anuales de falla.

-Zonificación de amenaza por fenómenos de remoción en masa.

Partiendo de lo anterior y teniendo en cuenta la calificación de amenaza con base en el Plano Normativo "Amenaza por Remoción en Masa", la información disponible, así como la escala y finalidad de este concepto, para realizar la evaluación de la amenaza se siguió el proceso metodológico que se describe a continuación:

- Se realizó la revisión de antecedentes que ya fueron presentados, particularmente en lo que tiene que ver con la existencia de estudios precedentes, conceptos técnicos de riesgo y diagnósticos técnicos existentes dentro del barrio o su área de influencia directa.

- Se consultó la cartografía básica buscando la identificación de unidades geológicas superficiales, geomorfología y procesos morfodinámicos activos o potenciales, pendientes, posibles zonas homogéneas, mecanismos de falla y caracterización del drenaje.

- Se consultó la información temática complementaria como cobertura y usos del suelo, así como identificación de los potenciales factores detonantes: precipitaciones, factor antrópico (cortes, rellenos, manejo de aguas de escorrentía y superficiales) y, eventualmente, la sismicidad.

- Se llevó a cabo el respectivo control de campo para realizar el ajuste de la información a la escala del presente concepto y a las condiciones físicas actualmente existentes.

Con base en el cruce de la información anterior se delimitaron zonas susceptibles a la generación o reactivación de fenómenos de remoción en masa y se definió la amenaza ante dicho evento para el desarrollo **Callejón de Santa Bárbara** de la localidad de Rafael Uribe Uribe.

Diagonal 47 N° 77B-09 Interior 11 PBX 4292801 Fax 4109014
Web www.fopae.gov.co. E-mail: fopae@fopae.gov.co

4.2 PARÁMETROS VERIFICADOS

4.2.1 Marco Físico del Sector

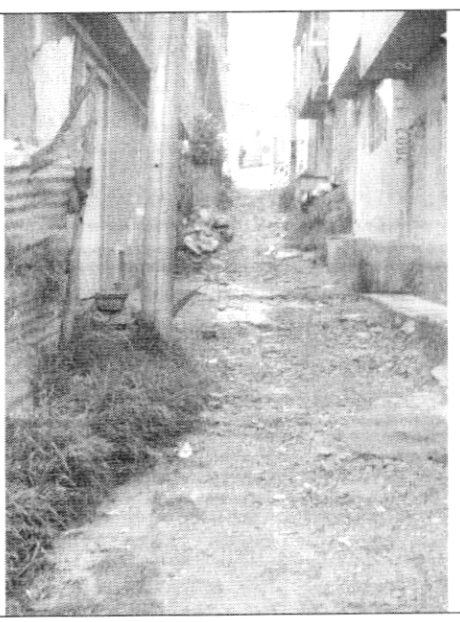
El desarrollo **Callejón de Santa Bárbara** describe un polígono en forma triangular, con pendientes suaves contrastadas con el escarpe rocoso que limita el desarrollo en su costado nororiental.

El desarrollo tiene uso residencial, de acuerdo con la cartografía de la UAECD hacen parte de éste 2 manzanas. Un porcentaje importante de predios están sin construir, y el porcentaje restante corresponde con viviendas de 1, 2 y 3 pisos con condiciones estructurales aceptables; finalmente, de acuerdo con información proporcionada por la comunidad el desarrollo cuenta con todos los servicios públicos domiciliarios.

La vía de acceso al desarrollo, Transversal 5Q, se encuentra pavimentada; no obstante, las dos vías internas que corresponden a la Calle 48H Bis Sur y la Diagonal 48I Sur, se encuentran sin pavimentar y no cuentan con estructuras para el manejo del agua de escorrentía.



Fotografía No. 1 Calle 48H Bis Sur. Se observa la vía sin pavimentar.



Fotografía No. 2 Diagonal 48I Sur. Se observa la vía sin pavimentar.

4.2.2 Geología[1]

Geología Regional
La zona del estudio se encuentra localizada sobre el flanco oriental del Sinclinal de Usme, principal estructura geológica del área. Desde el punto de vista estratigráfico, las principales unidades que afloran son las Formaciones Regadera y Usme.

Geología Local
En el estudio realizado por la firma Ingeniería y Geotecnia Ltda. (2000) se definen las siguientes unidades dentro del área del polígono del desarrollo **Callejón de Santa Bárbara:**

Rocas del Terciario:
-Cuarzoarenitas con matriz arcillosa de grano fino a medio.
-Arcillolitas macizas de color gris y abigarradas por meteorización
-Intercalaciones de arcillolitas de color gris y amarillo a rojizo.

Depósitos del Cuaternario
-Suelos residuales producto de la meteorización de rocas sedimentarias como areniscas poco competentes, que puede estar cubierta por una capa de suelo orgánico.
-Rellenos antiguos, constituidos por guijos y gravas de roca, en matriz limo-arcillosa, que se encuentran en taludes de pendiente media, conformados para controlar antiguas zonas inestables o reconformar zonas de alta pendiente.
-Rellenos de escombros, producto del botado de materiales sobrantes de cortes del terreno y/o de construcción, dispuestos sin ningún control técnico.
-Detritos producto de un flujo en forma de abanico, localizados hacia la parte baja de los taludes principales y producto de deslizamientos sobre material arcilloso.

4.2.3 Geomorfología[2]

La morfología que presenta en el desarrollo **Callejón de Santa Bárbara** y sus alrededores, es el resultado de los procesos denudativos que afectaron a las rocas sedimentarias aflorantes en el área, y ante todo, del factor antrópico determinado por la actividad minera de la zona, y al posterior proceso de urbanización de esta zona. A partir de la morfología del terreno, en el estudio realizado por la firma Geotecnia y Cimentaciones Ltda., se definieron las siguientes unidades para el polígono del desarrollo:

-Rellenos sobre zonas de pendiente media
-Zona escarpada
-Zona de acumulación de flujos
-Zona de pendiente baja

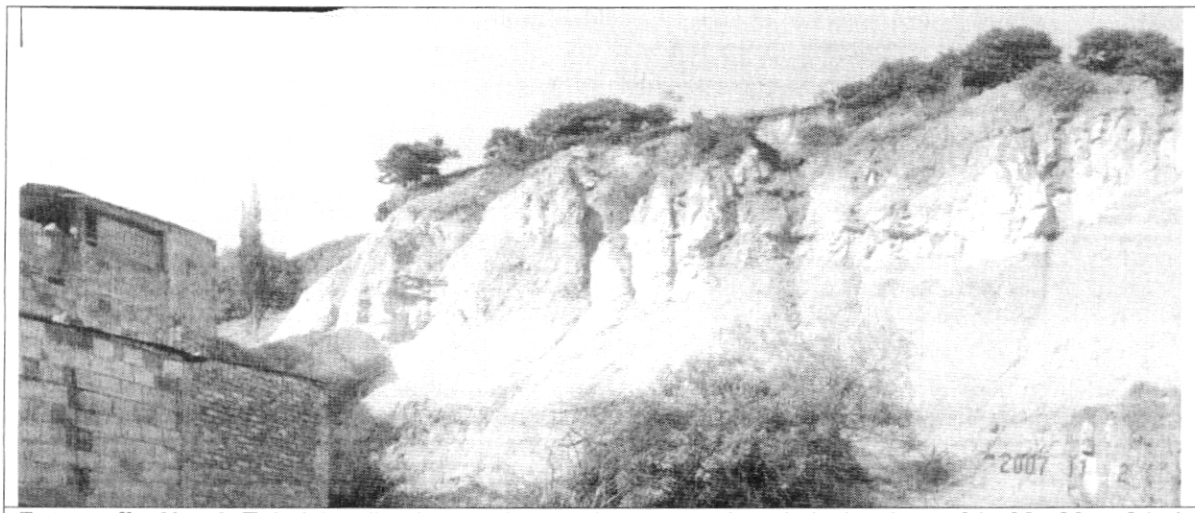
[1] Tomado de los numerales 4.2 y 4.3, Geología general y Geología Local, del estudio realizado por la firma Ingeniería y Geotecnia Ltda..
[2] Tomado del aparte 4.4 Geomorfología del estudio realizado por la firma Ingeniería y Geotecnia Ltda..

Adicionalmente se identificaron los siguientes procesos:

-Flujo de detritos en el costado norte de los predios 1, 20, 21, 22, 23, 24 y 25 de la manzana 53 (Fotografías No. 3 y No. 4)

-Reptamiento en el costado norte de los predios 15, 16, 17 y 18 de la manzana 53.

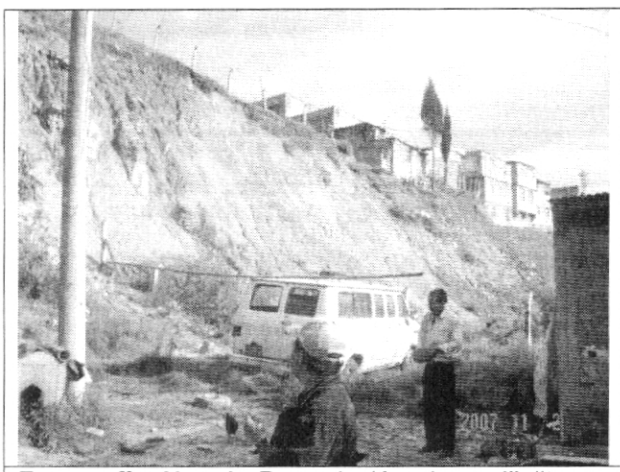
Durante el recorrido de campo realizado para la elaboración de este concepto se pudo verificar las condiciones antes descritas, es decir, la existencia de flujos de detritos del talud localizado en el costado nor-oriental del predio, sumado a la erosión laminar en las vías y en cárcavas sobre el talud mencionado anteriormente. No obstante, no se observaron indicios o evidencias de reptamiento como escalonamiento del terreno o árboles inclinados en el costado norte de los predios 15 a 18 de la manzana 53 (Fotografía No. 5), como lo indica el estudio.



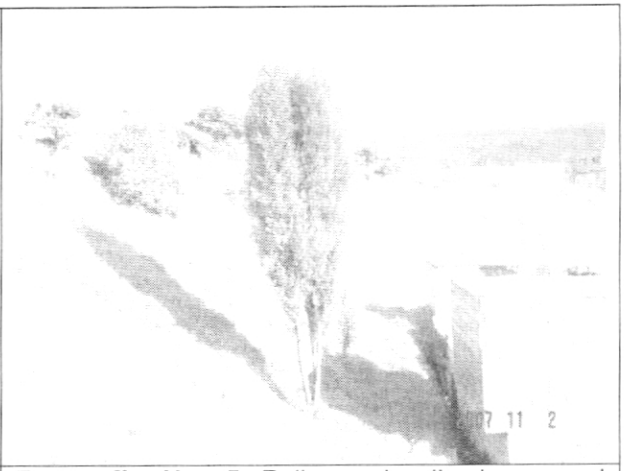
Fotografía No. 3 Talud localizado en el costado nor – oriental de los lotes 21, 22, 23 y 24 de la manzana 53. Se observa desprendimiento de material localizado en la parte alta del escarpe, procesos de meteorización y erosión en cárcavas

Bogotá sin indiferencia

Diagonal 47 N° 77B-09 Interior 11 PBX 4292801 Fax 4109014



Fotografía No. 4. Degradación de arcillolitas y erosión en cárcavas en el costado oriental del lote 1 de la manzana 53



Fotografía No. 5 Rellenos localizados en el costado norte de los lotes 16 a 20. No se observan evidencias de reptamiento.

4.2.4 Clima

Se presenta un clima húmedo de tipo bimodal con dos períodos lluviosos entre los meses de abril – mayo y octubre – noviembre. La temperatura varía entre 14°C y 15°C, y la precipitación media anual varía entre 1000 y 1200 mm.

4.2.5 Hidrografía e Hidrología

Hidrográficamente, el desarrollo **Callejón de Santa Bárbara** de la localidad de Rafael Uribe Uribe, se encuentra sobre la cuenca del río Tunjuelo, en la vertiente derecha (norte) de la subcuenca de la Quebrada Chiguaza y en la microcuenca del antiguo Zanjón de la Zapata. Adicionalmente, en el estudio de la firma Ingeniería y Geotecnia Ltda., se menciona, que en el talud localizado en el costado norte de los predios 16 a 20 de la manzana 53, se encontró una franja húmeda generada por el agua infiltrada que proviene de la recarga de los estratos y por la percolación de grietas y otras discontinuidades.

4.2.6 Lluvias y Análisis hidrológico[3]

De acuerdo con los datos proporcionados por la estación la Picota, la precipitación media mensual multianual es de 47mm, con un máximo mensual multianual en octubre (74mm) y un mínimo mensual multianual en enero (22mm)

4.2.7 Factor Antrópico

El barrio Callejón de Santa Bárbara se desarrolló dentro de un área relativamente estrecha dentro de una zona caracterizada por la existencia de ladrilleras desde mediados del Siglo

[3] Tomado del numeral 5.5.2. Información hidroclimática – Precipitación media mensual del estudio realizado por la firma Ingeniería y Geotecnia Ltda (2000)

XX. El análisis de mapas[4] de 1960 y 1980 de este sector de la ciudad muestra claramente como surgió dicha área por ampliación progresiva de un zanjón en cuyas márgenes fue extrayéndose la arcilla, dejando un talud del frente de explotación cuya altura y pendiente fueron establecidas por razones prácticas y económicas de la actividad extractiva.

Adicional a la actividad extractiva realizada en el pasado, actualmente, se realiza el urbanismo del desarrollo con la construcción de viviendas, que por un lado quedan expuestas a los posibles procesos de inestabilidad que pueden ocurrir, pero por otro lado actúan como protección contra las agentes de intemperismo que pueden ocasionar la degradación del talud. Finalmente, en el costado norte de predios 15 a 18 de la manzana 53, se encuentra construido un muro en gaviones, para la protección de las viviendas.

4.2.8 Uso y Cobertura Vegetal

El uso actual del suelo es urbano, correspondiendo a un sector consolidado con densidad media de construcción de tipo residencial, sin embargo, en los predios no construidos se tiene cobertura de vegetación de pastos; adicionalmente, existen vías al interior del desarrollo que se encuentran sin pavimentar.

En el costado norte de los lotes 13 a 18 la cobertura del suelo consiste en pastos y algunas especies de arbustos, la porción restante del escarpe rocoso no cuenta con ningún tipo de cobertura vegetal por lo que se facilitan procesos de meteorización y erosión concentrada.

4.3 CALIFICACIÓN Y ZONIFICACIÓN DE AMENAZA POR FENÓMENOS DE REMOCIÓN EN MASA

Considerando la metodología descrita en el numeral 4.1 se realiza la siguiente categorización de amenaza para los predios del desarrollo **Callejón de Santa Bárbara.**

Tabla No. 4. Zonas de amenaza por remoción en masa, en el desarrollo **Callejón de Santa Bárbara.**

ZONA	MANZANA	PREDIOS	DESCRIPCIÓN
Zona de Amenaza Alta	53	1, 2, 19 a 22 y 25	Categoría de amenaza otorgada teniendo en cuenta que estos predios están localizados en la parte baja de un escarpe rocoso en el cual se evidenciaron desprendimientos de material y erosión intensa en forma de cárcavas, adicionalmente, parte del talud se encuentra expuesto a la acción de agentes de intemperismo como el agua y el viento que pueden degradar aún mas los materiales presentes, por lo anterior, se considera que en el corto y mediano plazo es posible que se generen problemas de inestabilidad que pueden afectar la zona.
		23 y 24	Se les definió en el Diagnóstico DI – 2710 una condición de alto riesgo no mitigable y por ende de alta amenaza.

[4] Tomado del numeral 7. Evaluación y análisis de amenaza por fenómenos de remoción en masa del estudio realizado por la firma Ingeniería y Geotecnia Ltda (2000)

ZONA	MANZANA	PREDIOS	DESCRIPCIÓN
Zona de Amenaza Media	53	13 a 18	Predios localizados en la pata de un talud con pendiente alta conformado por rellenos. No obstante, se otorga una categoría de amenaza media teniendo en cuenta la presencia de un muro de gaviones en la parte baja del talud que actúa como estructura de retención y la existencia de cobertura vegetal en la ladera que impide la degradación de los material por meteorización; adicionalmente, en el recorrido de campo no se observaron procesos de inestabilidad que puedan afectar en el mediano plazo estos predios.
	53	3 a 12	Zona de morfología plana donde la probabilidad de ocurrencia de procesos de remoción en masa es baja.
	73	1 a 11	

5. EVALUACIÓN DE VULNERABILIDAD

El análisis de vulnerabilidad se basó en el cálculo del denominado Índice de Vulnerabilidad Física (IVF), utilizando para tal efecto la metodología propuesta por Leone y modificada por Soler et al (INGEOCIM, 1998). Esta evaluación incluye los siguientes aspectos:

- Determinación de la solicitación característica para cada vivienda.
- Clasificación de la tipología de vivienda existente. Esta información se obtuvo del inventario de viviendas.
- Cálculo de los índices de vulnerabilidad física (IVF) para cada unidad de vivienda, dependiendo del tipo de movimiento, la intensidad de las solicitaciones y las características del elemento expuesto (viviendas).
- Zonificación por Vulnerabilidad Física ante fenómenos de remoción en masa.

5.1 TIPIFICACIÓN DE VIVIENDAS

Para la determinación de la resistencia del elemento expuesto, se obtuvo la tipificación de las viviendas según el criterio de Leone[5] (Tabla No. 5) teniendo en cuenta los criterios de resistencia de la estructura presentados en la Tabla No. 6.

[5] LEONE F., 1996. — Concept de vulnérabilité appliqué à l'évaluation des risques générés par les phénomènes de mouvements de terrain. Thèse de doctorat, Université J. F. Fourier, Grenoble et Bureau de Recherches Géologiques et Minières, Marseille, 286 p.

Tabla No. 5. Clasificación utilizada en el sector para determinar la tipología de vivienda

TIPO DE EDIFICACIÓN	DESCRIPCIÓN
LV	Corresponde a lotes vacíos.
B1	Construcciones de muy mala calidad, sin fundación ni ligazón estructural. En nuestro medio se les denomina tugurios o ranchos.
B2	Construcciones de calidad regular o mala. No tienen refuerzo estructural ni fundación adecuados. Para la zona de estudio, se pueden catalogar dentro de este grupo las casas en mampostería no reforzada o prefabricadas simples.
B3	Construcciones de calidad regular o buena, realizadas con materiales tradicionales (concreto, mampostería, hierro, etc.), de hasta tres niveles.
B4	Construcciones de muy buena calidad, con refuerzo estructural y adecuada cimentación, de más de dos niveles.

En las Figuras 3 y 4 se presenta la distribución por número de pisos y por tipología de los 36 predios que conforman el desarrollo **Callejón de Santa Bárbara**.

No. de Pisos

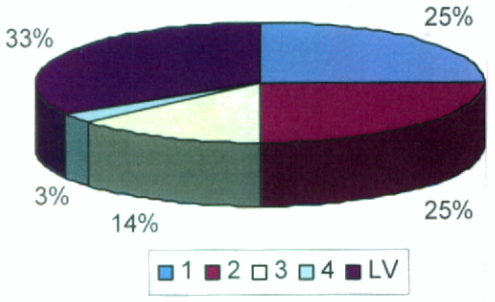


Figura 3. Distribución por número de pisos en las viviendas del desarrollo **Callejón de Santa Bárbara.**

Tipología

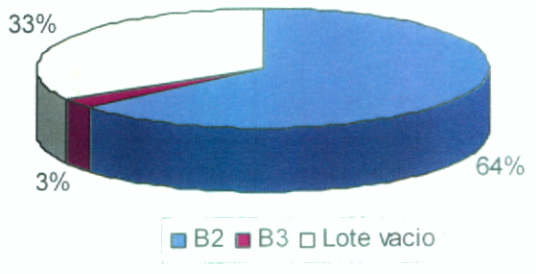


Figura 4. Distribución porcentual de tipología de viviendas del desarrollo **Callejón de Santa Bárbara.**

Considerando la clasificación propuesta en la Tabla No. 5 y la revisión adelantada durante la visita de campo, se determinó una predominancia de viviendas con calidad regular (B2=64%) y tan sólo el 3% corresponde con viviendas de buena calidad constructiva. En las Fotografía No 1 y No. 2 se puede apreciar la tipología de las viviendas del desarrollo.

Tabla No. 6. Criterios de resistencia de las estructuras según el tipo de solicitación o evento al que podrían estar expuestas las viviendas (Tomada de INGEOCIM, 1998)

Tipo de solicitación	Modos de daño	Criterio de resistencia de la estructura
Desplazamientos laterales	Transporte Deformación Asentamientos Ruptura	Profundidad de la cimentación Arriostramiento de la estructura
Empujes laterales	Deformación Ruptura	Altura de la estructura Profundidad de la cimentación Refuerzo
Impactos	Deformación Ruptura	Refuerzo

De acuerdo con los parámetros verificados y la caracterización de amenaza, se tiene que en el desarrollo **Callejón de Santa Bárbara**, se pueden presentar solicitaciones por empujes laterales en los lotes 13 y 16 a 20 de la manzana 53.

5.2 CALIFICACIÓN DE LOS DAÑOS

Para calificar los daños se siguió el criterio del DRM (Délégation aux Risques Majeurs), el cual divide los daños en cinco (5) categorías, tal como se indica en la Tabla No. 7.

Tabla No. 7. Clasificación de los daños según el DRM (Tomada de Leone, 1996)

Índice de daño	Tipo de daño	Porcentaje de daño
I	Daños ligeros no estructurales. Estabilidad no afectada.	0.0 – 0.1
II	Fisuras en paredes (muros). Reparaciones no urgentes.	0.2 – 0.3
III	Deformaciones importantes. Daños en elementos estructurales.	0.4 – 0.6
IV	Fracturación de la estructura. Evacuación inmediata.	0.7 – 0.8
V	Derrumbe parcial o total de la estructura.	0.9 – 1.0

5.3 CATEGORIZACIÓN DE LA VULNERABILIDAD

Teniendo en cuenta la clasificación de daños de la Tabla No. 7, se asociaron los posibles daños ocasionados por un evento dado, de acuerdo tanto al tipo de solicitud (magnitud del evento) como a la tipología de la vivienda. En la Tabla No. 8 se presentan los criterios de intensidad de las solicitaciones y en la Tabla No. 9 se presenta la matriz de daño.

Tabla No. 8. Criterios de Intensidad de las solicitaciones (Tomada de INGEOCIM, 1998)

Evento	Solicitación		Criterio de Intensidad
Deslizamientos o flujos	Rapidez del movimiento	Lento	Vm<m/año
		Rápido	Vm>m/año
	Presiones Laterales	Baja	SC<1/3 SE
		Media	1/3 SE<SC<2/3 SC
		Alta	SC>2/3 SE
Caída de bloques	Desplazamientos verticales	Bajo	DV<cm
		Alto	DV>cm
	Impactos	Bajo	Vb<1dm³
		Medio	1dm³<Vb<0,5m³
		Alto	Vb>0,5m³

Donde,
Vm: Velocidad del movimiento.
SC: Superficie de contacto (Altura de acumulación de material).
SE: Superficie expuesta (Altura de la edificación).
DV: Desplazamientos verticales instantáneos.
Vb: Volumen del bloque.

Tabla No. 9. Matriz de daño utilizada (Tomada de INGEOCIM, 1998).

Evento	Solicitación		Tipo de Vivienda			
			B1	B2	B3	B4
Deslizamientos o flujos	Rapidez del movimiento	Lento	Alto	Medio	Medio	Bajo
		Rápido	Alto	Alto	Alto	Medio
	Presiones Laterales	Baja	Medio	Medio	Medio	Bajo
		Media	Alto	Alto	Medio	Medio
		Alta	Alto	Alto	Alto	Medio
Caída de bloques	Desplazamientos verticales	Bajo	Medio	Medio	Medio	Bajo
		Alto	Alto	Alto	Alto	Alto
	Impactos	Bajo	Medio	Medio	Bajo	Bajo
		Medio	Alto	Alto	Medio	Medio
		Alto	Alto	Alto	Alto	Medio

De acuerdo con las características de la zona y considerando la Tabla No. 8, se tiene que en el desarrollo **Callejón de Santa Bárbara** se pueden presentar presiones laterales con intensidades entre media y alta (lotes 13 y 16 a 20 de la manzana 53); para esta solicitación se estableció el Índice de Vulnerabilidad Física (IVF) de las viviendas.

En la Tabla No. 10 se relaciona el índice de vulnerabilidad física con los niveles de daño.

Bogotá sin indiferencia
Diagonal 47 N° 77B-09 Interior 11 PBX 4292801 Fax 4109014
Web www.fopae.gov.co E-mail: fopae@fopae.gov.co

Tabla No. 10. Valores de Índice de Vulnerabilidad Física (Tomada de INGEOCIM, 1998).

Nivel de Daño	Mínimo	Máximo
Bajo	0.05	0.35
Medio	0.35	0.65
Alto	0.65	1.00

La vulnerabilidad se categoriza de acuerdo con el valor del IVF, según se precisa en la Tabla No. 11.

Tabla No. 11. Criterios de categorización de la vulnerabilidad de las edificaciones ante fenómenos de remoción en masa (Tomada de INGEOCIM, 1998).

CATEGORÍA VULNERABILIDAD	CRITERIO
ALTA	IVF total > 0.65
MEDIA	0.35 ≤ IVF total < 0.65
BAJA	IVF total < 0.35

5.4 ESTIMACIÓN DE LA VULNERABILIDAD FÍSICA

De acuerdo con la Tabla No. 8 y considerando que las viviendas del desarrollo **Callejón de Santa Bárbara** presentan tipologías B2 y B3, se tiene que se pueden presentar niveles de daño con categorías de medio y alto. Sin embargo, teniendo en cuenta que la vulnerabilidad también es función del grado de exposición[6], y que para algunas viviendas la exposición es baja pues no se observaron fenómenos activos de remoción en masa, se realiza la siguiente categorización de vulnerabilidad.

Tabla No. 12. Categorización de Vulnerabilidad para el desarrollo **Callejón de Santa Bárbara.**

ZONA	MANZANA	PREDIOS
Zona de Vulnerabilidad Alta	53	19 y 20
Zona de Vulnerabilidad Media	53	13, 16, 17 y 18
Zona de Vulnerabilidad Baja	53	5 a 12
	73	1 a 9, y 11

[6] Vulnerabilidad (V): Susceptibilidad de los elementos a sufrir daño o falla por la magnitud del fenómeno amenazante. Se puede descomponer en Exposición (E) y Resistencia (S). V= E/S. Tomado de "RIESGOS EN OBRAS DE INFRAESTRUCTURA". CPC-2° Seminario-Controles en los Procesos constructivos de Obras Civiles. GONZÁLEZ, Álvaro J

Diagonal 47 N° 77B-09 Interior 11 PBX 4292801 Fax 4109014
Web www.fopae.gov.co E-mail: fopae@fopae.gov.co

6. EVALUACIÓN DE RIESGO POR FENÓMENOS DE REMOCIÓN EN MASA

En su determinación se emplearon las dos variables previamente definidas: amenaza y vulnerabilidad. De la convolución de estas dos variables se obtuvo la calificación del riesgo; sin embargo, en esta operación se le asigna un mayor peso a la calificación de amenaza, entendiéndose que la vulnerabilidad puede ser intervenida y reducida, mediante la implementación de técnicas constructivas de sencilla aplicación.

Considerando que para los lotes construidos la categorización de amenaza tiene valores de media y alta, y la vulnerabilidad categorías entre baja y alta; se tiene la categorización de riesgo que se señala en la Tabla No. 13. Sin embargo, esta calificación y zonificación de riesgo solamente se determina para los predios construidos, en los que se encuentran elementos expuestos vulnerables (viviendas).

Tabla No. 13. Zonas de Riesgo en el desarrollo **Callejón de Santa Bárbara** en la localidad Rafael Uribe Uribe.

ZONA	MANZANA	PREDIOS
Zona de Riesgo Alto no Mitigable	53	23 y 24
Zona de Riesgo Alto Mitigable	53	19 y 20
Zona de Riesgo Medio	53	5 a 12, 13 y 16 a 18
	73	1 a 9 y 11

7. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

- El desarrollo **Callejón de Santa Bárbara** de la localidad Rafael Uribe Uribe, se encuentra localizado en una zona de amenaza media y alta por fenómenos de remoción en masa, tal como se presenta en el ANEXO 1. Los predios construidos dentro del desarrollo, se encuentran en riesgo medio, alto mitigable y alto no mitigable por fenómenos de remoción en masa (ANEXO 2).

- Desde el punto de vista de riesgos, la DPAE considera factible continuar con el proceso de legalización para los predios del desarrollo **Callejón de Santa Bárbara**, a los que se les definió amenaza media y/o riesgo medio por fenómenos de remoción en masa y se recomienda excluir del proceso aquellos predios con amenaza alta y/o riesgo alto por fenómenos de remoción en masa. Los predios que se listan en la Tabla No. 14 corresponden con los predios a los cuales se le recomendó condicionar su uso por encontrarse ubicados en zona de amenaza alta por FRM, que en el momento no presentan condición de riesgo alto por no estar construidos y por su estado actual su uso urbano, debe quedar sujeto a las recomendaciones específicas indicadas a continuación:

Bogotá sin indiferencia

Diagonal 47 N° 77B-09 Interior 11 PBX 4292801 Fax 4109014
Web www.fopae.gov.co E-mail: fopae@fopae.gov.co

Tabla No. 14. Predios con condicionamiento de uso del suelo por encontrarse en la Zona de Amenaza Alta por Fenómenos de Remoción en Masa

MANZANA	PREDIOS	RECOMENDACIONES
53	1, 2, 21, 22 y 25	No urbanizar los predios hasta tanto se adelante por parte de los propietarios y el responsable del talud localizado en el costado nororiental del desarrollo las medidas de estabilización y/o protección del sector provenientes de un estudio geotécnico detallado, en cumplimiento del Titulo H de las actuales Normas Colombianas de Diseño y Construcción Sismo Resistente (Decreto 33 de 1998), que defina e incluya el diseño de estas medidas, teniendo en cuenta las recomendaciones y conclusiones del *"Estudio de riesgo por remoción en masa, evaluación de alternativas de mitigación y diseños detallados de obras de estabilización del antiguo escarpe de explotación del barrio Callejón de Santa Bárbara"* elaborado por la firma Ingeniería y Geotecnia Ltda. para el FOPAE en el año 2000.

- Por amenaza o riesgo alto por fenómenos de remoción en masa, se establece un condicionamiento y/o restricción al uso del suelo y para propósito del proceso de legalización se discriminan ambas condiciones. Por tal razón dentro de la categoría de Riesgo Alto No Mitigable se encuentran los siguientes predios, a los que se debe restringir su uso urbano y tener en cuenta las recomendaciones específicas indicadas a continuación en la Tabla No. 15.

Tabla No. 15. Predios que se encuentran ubicados en la Zona de Riesgo Alto No Mitigable por Fenómenos de Remoción en Masa

MANZANA	PREDIOS	RECOMENDACIONES
53	23 y 24	El proceso de reasentamiento terminó, por lo que se recomienda incorporarlos como suelos de protección por riesgo.

- De igual forma, para los predios con riesgo alto mitigable se debe condicionar su uso urbano y quedar sujetos a las recomendaciones que se presentan en la Tabla No. 16.

Tabla No. 16. Predios con condicionamientos de uso del suelo por encontrarse en Zona de Riesgo Alto Mitigable por Fenómenos de Remoción en Masa

MANZANA	PREDIOS	RECOMENDACIONES
53	19 y 20	Adelantar por parte de los propietarios, los responsables del talud localizado en el costado nororiental del desarrollo y en lo posible con los propietarios de los predios condicionados por amenaza alta, las obras de protección y/o estabilización, definidas a partir de un estudio geotécnico detallado, en cumplimiento del Titulo H de las actuales Normas Colombianas de Diseño y Construcción Sismo Resistente (Decreto 33 de 1998), que defina e incluya el diseño detallado de estas medidas, teniendo en cuenta las recomendaciones y conclusiones del *"Estudio de riesgo por remoción en masa, evaluación de alternativas de mitigación y diseños detallados de obras de estabilización del antiguo escarpe de explotación del barrio Callejón de Santa Bárbara"* elaborado por la firma Ingeniería y Geotecnia Ltda. para el FOPAE en el año 2000.

Bogotá sin indiferencia

Diagonal 47 N° 77B-09 Interior 11 PBX 4292801 Fax 4109014
Web www.fopae.gov.co E-mail: fopae@fopae.gov.co

- Para los predios en riesgo medio, cada propietario de las viviendas o infraestructura construida, debe evaluar los sistemas estructurales, con el propósito de garantizar condiciones óptimas de habitabilidad y llevar las edificaciones construidas al cumplimiento de las actuales Normas Colombianas de Diseño y Construcción Sismo Resistente (Decreto 33 de 1998).

- Se debe acoger la normatividad vigente en cuanto a trámite de las licencias de construcción, en particular lo correspondiente a Diseños estructurales, estudios de suelos y geotécnicos previstos por la Ley 400 de 1997 (Decreto 33 de 1998 – Normas Colombianas de Diseño y Construcción Sismorresistente NSR – 98) y tener en cuenta los espectros de diseño incluidos en el Decreto 193 de 2004, (por el cual se complementa y modifica el Código de Construcción de Bogotá D.C., se adoptan los espectros de diseño y las determinantes del estudio de Microzonificación sísmica).

- Se recomienda implementar obras de infraestructura que contribuyan con el mejoramiento integral del sector, entre otras: dotación de adecuadas redes de acueducto y alcantarillado, pavimentación de vías y construcción de obras de drenaje para el manejo de aguas lluvias y de escorrentía superficial.

- Vigilar por parte de la Alcaldía Local que se de cumplimiento de los artículos 1, 2 y 4 de la Ley 810 de 2003, en el sentido de exigir licencia de construcción a los predios que la reglamentación del sector les permita o, en su defecto, aplicar las sanciones previstas a quienes estén cometiendo esta infracción urbanística.

8. OBSERVACIONES

Los resultados y recomendaciones incluidas en el presente concepto se realizaron para la legalización del barrio y están basados en los resultados de los estudios mencionados y en las observaciones realizadas durante las visitas al barrio. Si por alguna circunstancia las condiciones aquí descritas y que sirvieron de base para establecer las zonas y recomendaciones son modificadas, se deberán realizar los ajustes y modificaciones que sean del caso.

El concepto es de carácter temporal, ya que el factor antrópico es una variable determinante en el sector y este es dinámico y muy sensible al cambio, adicional a lo anterior en algunos sectores los procesos de urbanismo enmascaran, los posibles procesos de remoción en masa.

9. ANEXOS

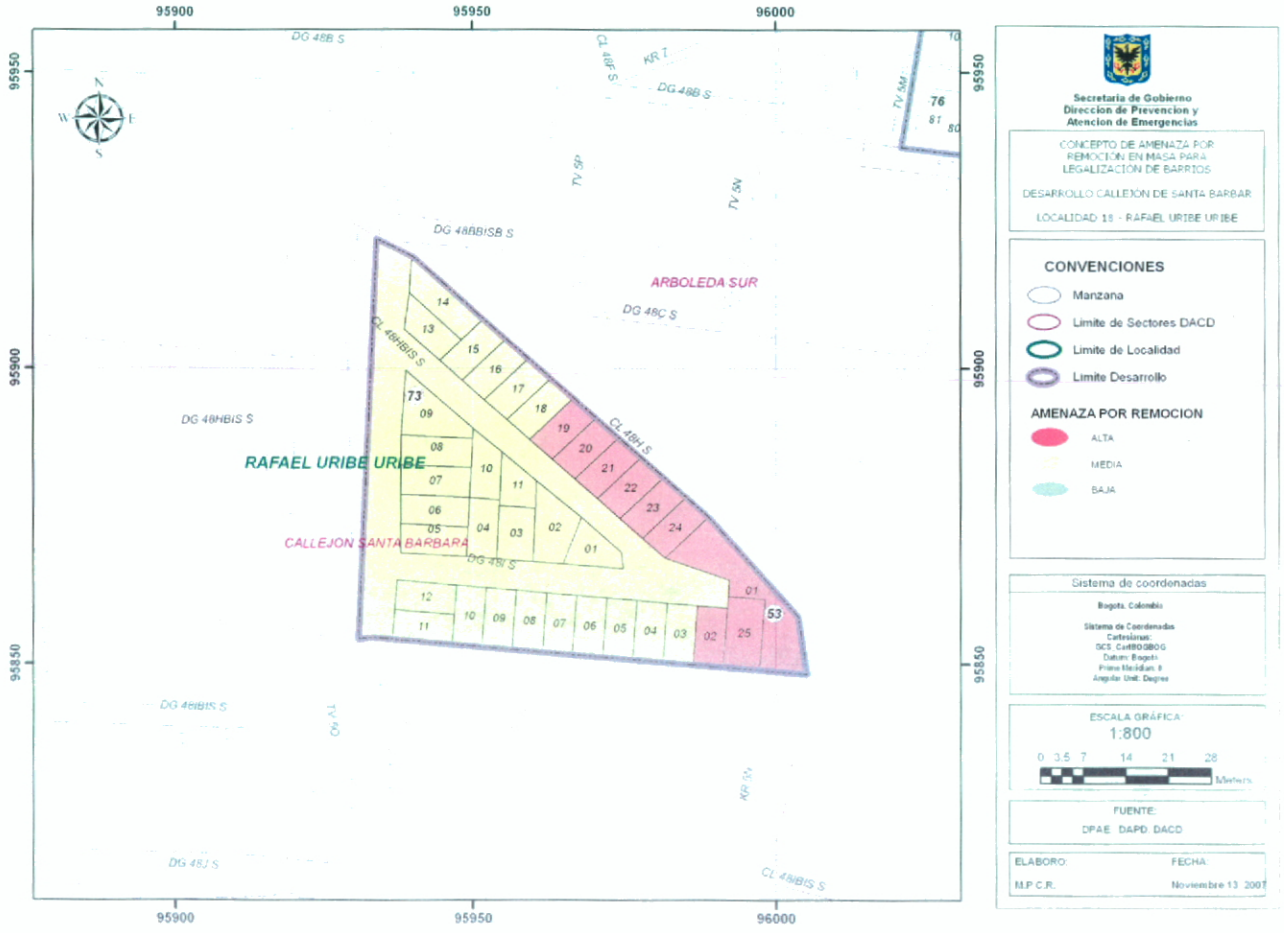
Mapas de zonificación de amenaza y riesgo por fenómenos de remoción en masa, para el desarrollo **Callejón de Santa Bárbara** (Localidad Rafael Uribe Uribe).

Elaboró	**ANA CAROLINA RIVERA AGUIRRE** Ingeniera Civil – Especialista en Geotecnia M.P. 25202–106733 CND	
Revisó	**CÉSAR FERNANDO PEÑA PINZÓN** Coordinador Grupo Conceptos Técnicos	
Aprobó	**GUILLERMO ÁVILA ÁLVAREZ** Subdirector Área Investigación y Desarrollo	
Vo. Bo.	**DIANA MARCELA RUBIANO VARGAS** Directora	

Bogotá sin indiferencia

Diagonal 47 N° 77B-09 Interior 11 PBX 4292801 Fax 4109014
Web www.fopae.gov.co. E-mail: fopae@fopae.gov.co

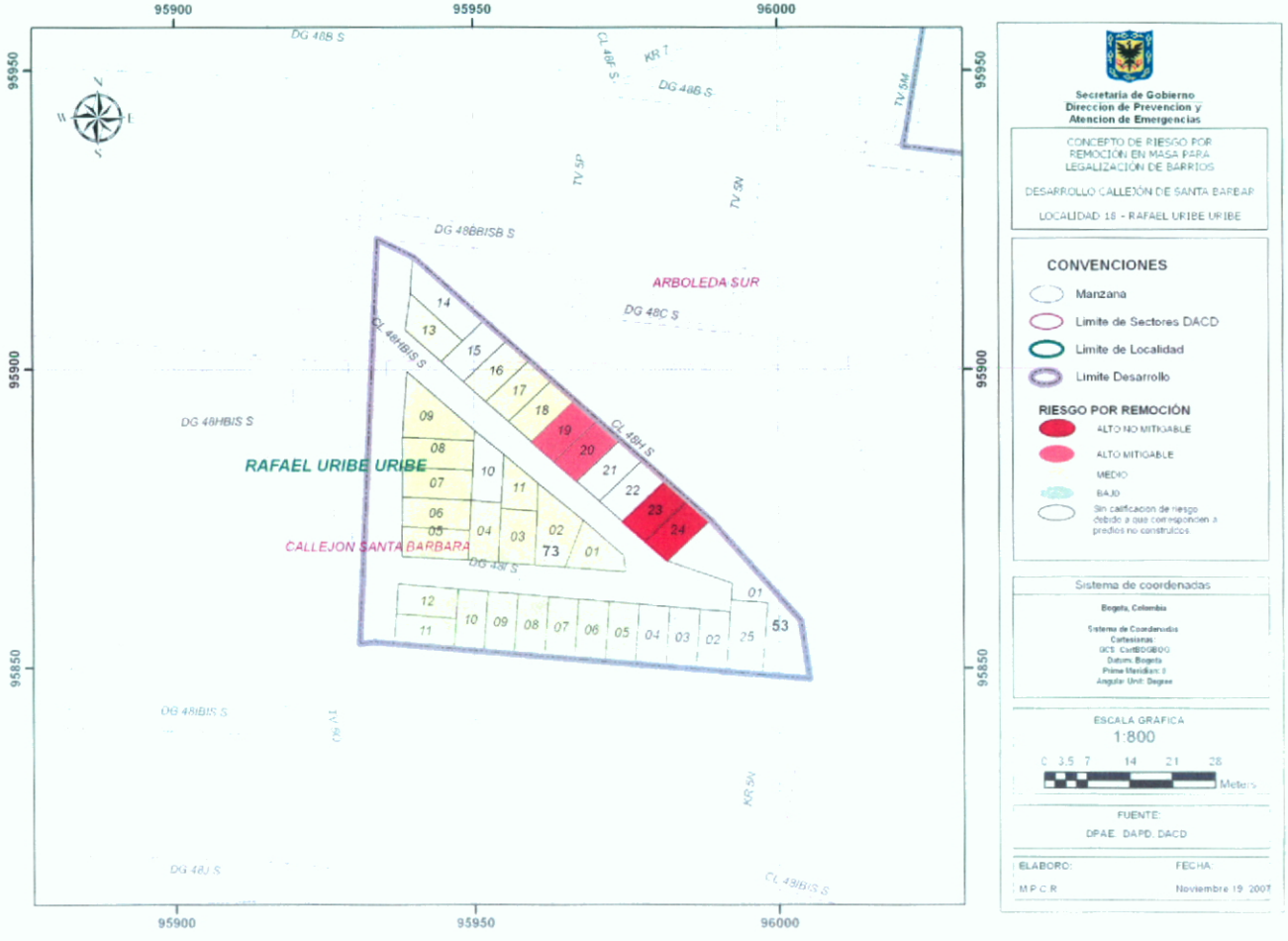
MAPA DE ZONIFICACIÓN DE AMENAZA POR FENÓMENOS DE REMOCIÓN EN MASA EN EL DESARROLLO CALLEJÓN DE SANTA BÁRBARA



Bogotá sin indiferencia

Diagonal 47 N° 77B-09 Interior 11 PBX 4292801 Fax 4109014
Web www.fopae.gov.co. E-mail: fopae@fopae.gov.co

MAPA DE ZONIFICACIÓN DE RIESGO POR FENÓMENOS DE REMOCIÓN EN MASA EN EL DESARROLLO CALLEJÓN DE SANTA BÁRBARA



Bogotá sin indiferencia

Diagonal 47 N° 77B-09 Interior 11 PBX 4292801 Fax 4109014
Web www.fopae.gov.co. E-mail: fopae@fopae.gov.co