CONCEPTO TÉCNICO Nº 4875

1. GENERALIDADES

ENTIDAD SOLICITANTE:	Secretaria Distrital del Hábitat
LOCALIDAD:	18 – Rafael Uribe Uribe
BARRIO:	**San Marcos II Sector**
UPZ:	55-Diana Turbay
ÁREA (Ha):	0.40
FECHA DE EMISIÓN:	Junio 21 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 Secretaria Distrital del Hábitat – SDH 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 **San Marcos II Sector** se localiza al sur de la localidad Rafael Uribe Uribe; ésta localidad se ubica en el extremo sur de Bogotá.

A este barrio se accede a través de la Avenida Caracas por la cual se llega a la Calle 49B Sur y luego a la Transversal 2 que es uno de los límites de barrio. El desarrollo **San Marcos II Sector** se encuentra delimitado aproximadamente entre las siguientes coordenadas planas con origen Bogotá (Figura 1):

Norte:	94.150	a	94.240
Este:	96.570	a	96.650

Los límites del desarrollo son los siguientes:

Norte: Calle 49 B Sur - Diana Turbay Arrayanes
Sur: Diagonal 49 B Bis Sur - Palermo Sur San Marcos
Oriente: Lotes 1,11-18 de la Manzana 99 del sector catastral La Marqueza
Occidente: Transversal 2 – Palermo Sur Sana Fonseca

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

En la elaboración del presente concepto se empleó la base cartográfica del desarrollo **San Marcos II Sector** a escala 1:1000, suministrada por la SDH, 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 **San Marcos II Sector** tiene cuatro manzanas y un total de cuarenta y seis predios. En la Tabla 1 se muestra la distribución de predios por manzana de acuerdo a la nomenclatura de la UAECD.

Tabla No. 1. Distribución de predios por manzanas en el desarrollo San Marcos II Sector

UAECD (Nomenclatura del presente concepto)		UAECD (Nomenclatura del presente concepto)		UAECD (Nomenclatura del presente concepto)	
Manzana	Predio	Manzana	Predio	Manzana	Predio
90	1	90	17	92	1
	2		18		2
	3		19		3
	4		20		4
	5		21		5
	6		22		6
	7		23	99	2
	8	91	1		3
	9		2		4
	10		3		5
	11		4		6
	12		5		7
	13		6		8
	14		7		9
	15		8		10
	16				

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

3. ANTECEDENTES

- Como fuente primaria de consulta, se ha empleado 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 **San Marcos II Sector** de la localidad Rafael Uribe Uribe, corresponde con una zona con categorías de

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

amenaza media y alta por fenómenos de remoción en masa. Ver Figura 1.

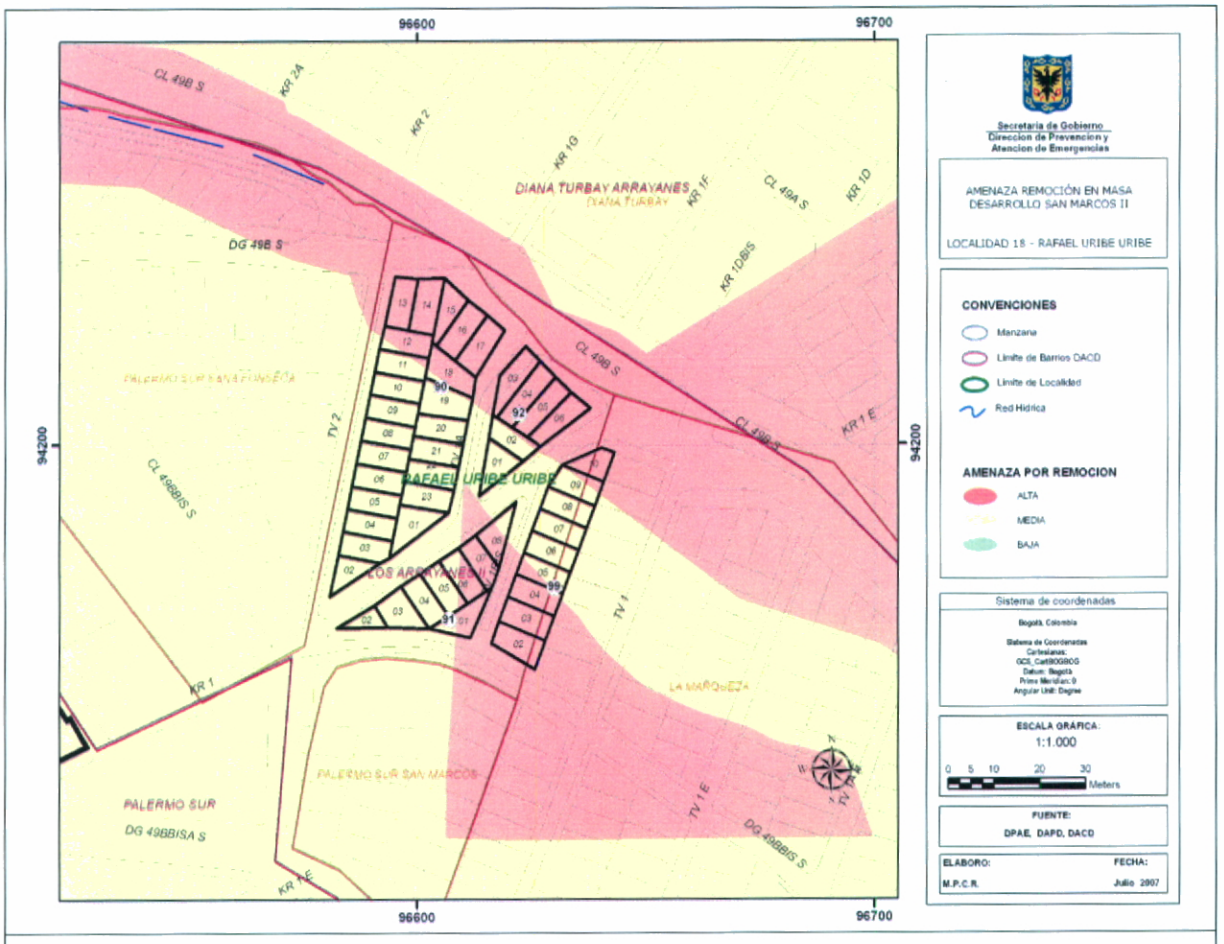


Figura 1. Localización general del desarrollo **San Marcos II Sector** de la localidad Rafael Uribe Uribe y Zonificación de Amenaza por Remoción en Masa de acuerdo con el Plano Normativo del POT.

- 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 **San Marcos II Sector**, 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 diagnósticos y conceptos 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 No.2.

Tabla No. 2. Informes generados por la DPAE, para el desarrollo "San Marcos II Sector" y sectores aledaños.

INFORME Fecha	DIRECCIÓN	OBSERVACIONES / RECOMENDACIONES
DI-663 10 /Jun/1999	Diagonal 49 B Bis A Sur con Transversal 1 A Este	El área del diagnóstico corresponde a la ladera del costado suroeste del parque del barrio La Marqueza, en la cual se presentó un deslizamiento superficial en material residual producto de la meteorización de las rocas de la Formación Regadera. Sobre la ladera también se observan algunos movimientos de reptación y escarpes de movimientos o deslizamientos anteriores, sin evidencias de actividad reciente. El principal agente detonante del problema es el desvío de las aguas lluvias interceptadas por la vía o calle 50 sur, que se infiltran sobre la ladera, elevan las presiones hidrostáticas y reducen la resistencia de los materiales de la zona. Los agentes contribuyentes al problema son alta precipitación que genera presiones hidrostáticas y saturación de la ladera, fugas de aguas servidas del sistema de alcantarillado artesanal de las casas de la parte alta de la ladera, que ocasiona saturación y degradación de los materiales y pérdida gradual de la resistencia de los materiales que conforman la ladera, debido a meteorización. En un futuro inmediato si no se mejora el manejo de aguas lluvias y servidas se podrá ver afectado el camino peatonal en ladrillo que permite el acceso desde el parque hasta la parte alta de la ladera y la calle 50 sur y se podrán involucrar las casas que se localizan en la parte alta de la ladera.
RO-9986 Sep/2003	Calle 49C Bis sur No. 1B–18 Este	Se visitó el predio y se apreciaron agrietamientos y asentamientos en la vivienda y se estableció que la construcción se adelantó sin seguir los lineamientos técnicos apropiados. En la ladera donde se ubica la vivienda no se observó la presencia de fenómenos de remoción en masa en el terreno, que puedan comprometer la estabilidad de la vivienda. Por lo anterior, se consideró que los daños en la vivienda se deben a las condiciones estructurales no adecuadas del proceso constructivo adelantado y se recomendó al propietario adelantar las reparaciones locativas pertinentes.
RO-10349 Dic/2003	Calle 49C Bis Sur No. 1B – 38 Este	En la edificación no se observaron afectaciones mayores; tan solo una fisura en el muro de fachada del segundo piso y el desprendimiento de una parte del guardaescobas en porcelana en el mismo sitio, lo cual se consideró que puede estar asociado a deformación de la placa de entrepiso y además, se estableció que en el sector no se presentaban fenómenos de remoción en masa que pudieran comprometer la estabilidad de la vivienda y su habitabilidad.
RO-13917 Abr/2005	Calle 49 C Bis Sur 1 B – 46	En la visita de inspección se encontró que el predio se localiza en la parte superior de una ladera donde no se observan fenómenos de remoción en masa que puedan comprometer la estabilidad de la vivienda y se estableció adicionalmente, que el predio no presenta problemas de habitabilidad.

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

INFORME Fecha	DIRECCIÓN	OBSERVACIONES / RECOMENDACIONES
DI-2795 11/May/2006	Diagonal 49 B Bis A Sur con Transversal 1 A Este	El sector objeto de la visita corresponde a la ladera del costado Noroeste del parque del barrio La Marqueza, la cual estaba cubierta con geomalla y cespedón, adicionalmente se encontró un muro de contención en concreto localizado en la parte inferior de dicha ladera, como parte de las obras realizadas para su estabilización. En el costado NW limítrofe del parque se observa una parte de la misma ladera sin ningún tipo de protección geotécnica, donde se presentan algunos desprendimientos de material que se depositan sobre la vía correspondiente a la Diagonal 49 B Bis A Sur. Se observó en tres sitios puntuales del costado NW del parque grietas hasta de 30 cm de ancho y una profundidad no mayor a 5 cm que evidencian el desplazamiento superficial de la capa vegetal, lo anterior debido a la falta de manejo de agua de escorrentía y a la saturación del terreno por lluvias precedentes.
RO-22051 21/Nov/2006	Transversal 1 No 49 B 95 Sur	Se presentó el desprendimiento de suelo residual, con volumen aproximado de 8 m^3, en un talud de corte entre el predio de la Transversal 1 # 49B – 95 Sur y la zona verde aledaña al costado sur, el cual fue hecho muy posiblemente para emplazamiento de la vivienda de la referencia, que cuenta con un muro de contención en concreto, no obstante, el material se desprendió desde la parte alta del talud, por encima del nivel del muro de contención existente y se depositó contra el muro sur de la vivienda de la Transversal 1 # 49B – 95 Sur, afectando parcialmente la estructura de la misma. Las posibles causas del desprendimiento son la alta pendiente del talud de corte, la falta de estructura de contención y protección geotécnica del talud hasta una altura adecuada y la saturación del talud por el inadecuado manejo de las aguas de escorrentía superficial y subsuperficial. En el sector no se observaron Procesos de Remoción en Masa activos de carácter general.
DI-3045 7/Dic/2006	Calle 49C Sur-Carrera 1 A Este	El sector donde se localiza la manzana entre la Calle 49 C Sur a Calle 50 Sur y la Carrera 1A Este a 1BA Este del barrio Palermo Sur, se encuentra en una zona de amenaza media por fenómenos de remoción en masa. Con base en las observaciones realizadas durante la visita, se pudo establecer que no se presentan evidencias de fenómenos de remoción en masa activos o procesos locales de inestabilidad. De igual forma no se presentan problemas estructurales que puedan comprometer la estabilidad y/o habitabilidad de las viviendas en el mediano plazo.

En conclusión los problemas reportados en los sectores aledaños al desarrollo San Marcos II Sector, corresponden con procesos locales de inestabilidad asociados al mal manejo de aguas lluvias y servidas y la realización de cortes para emplazamientos de las viviendas de forma no técnica y no se encuentran asociados a procesos de remoción en masa generalizados.

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

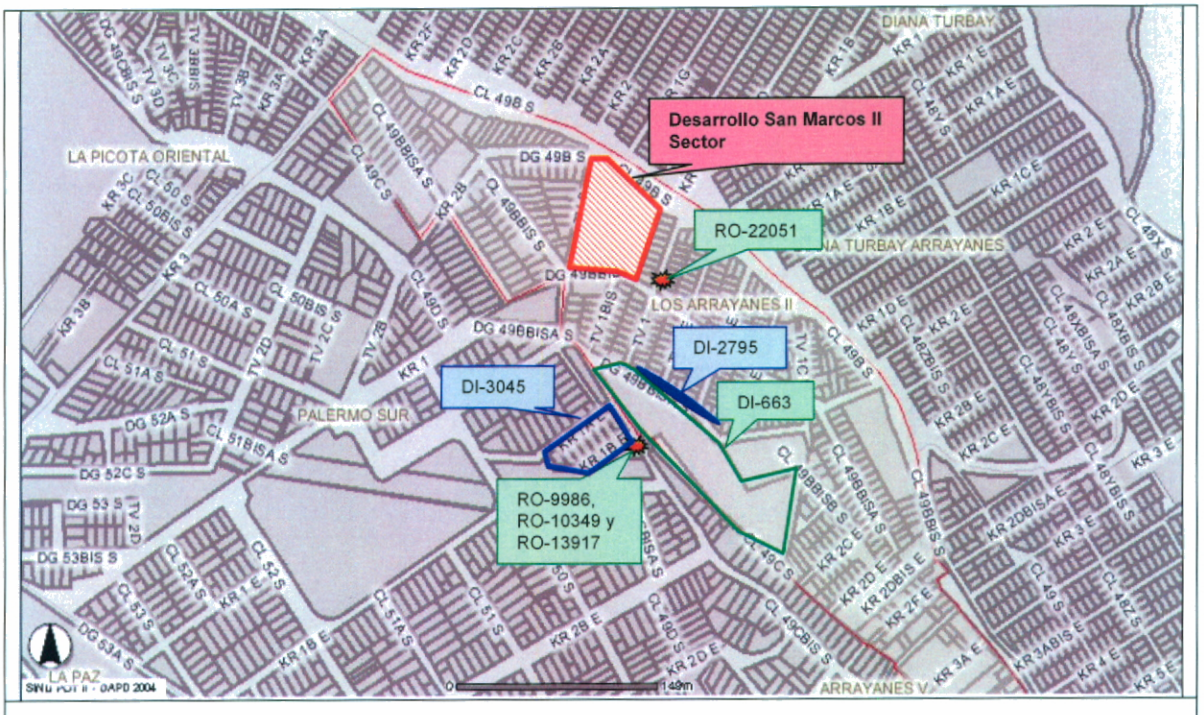


Figura 2. Localización de informes técnicos y respuestas oficiales realizados para el desarrollo **"San Marcos II Sector"** y sectores aledaños.

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 por remoción en masa, 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 (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 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 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.

En la metodología de zonificación de amenaza también se consideró la información proporcionada en los antecedentes de acuerdo con los cuales en la zona adyacente al desarrollo no se presentan fenómenos de remoción en masa excepto procesos puntuales de inestabilidad en el parque La Marqueza y un movimiento local en el predio localizado en la Tv 1 No 49 B 95 Sur originado por la alta pendiente del talud de corte adyacente, y la falta de estructura de contención hasta una altura adecuada y el mal manejo de aguas lluvias.

Con base en el cruce de la información anterior se delimitaron zonas susceptibles a la generación de fenómenos de remoción en masa y se definió la amenaza ante dicho evento para el desarrollo **San Marcos II Sector** de la localidad Rafael Uribe Uribe.

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

4.2 PARÁMETROS VERIFICADOS

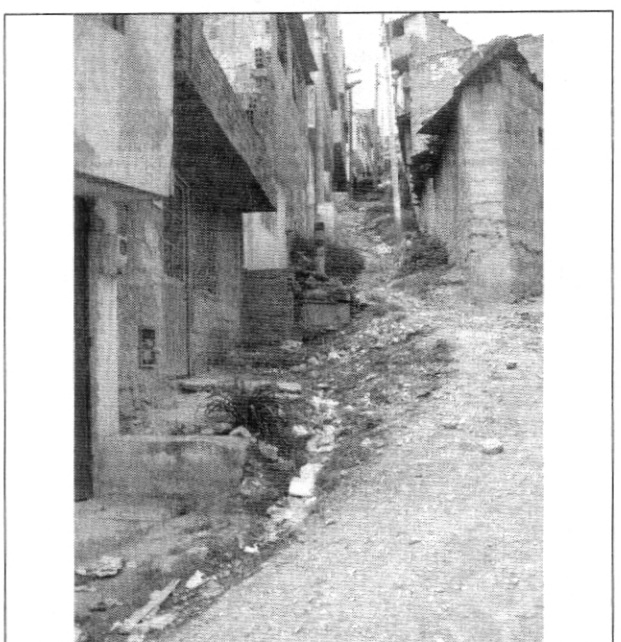
4.2.1 Marco Físico del Sector

El desarrollo **San Marcos II Sector**, describe un trapecio irregular en dirección norte-sur de pendiente entre moderada y alta.

El desarrollo tiene exclusivamente uso residencial, de acuerdo con la cartografía de la UAECD hacen parte de éste 4 manzanas. La mayoría de viviendas están construidas en mampostería confinada y su estado se puede considerar como aceptable y con buenas condiciones desde el punto de vista estructural.

El desarrollo **San Marcos II Sector** cuenta con 46 predios, de los cuales se encuentran construidos 45, que corresponde con el 98% del total de predios, y las viviendas corresponden con unidades residenciales de un piso (30%), dos pisos (42%) y tres pisos (36%).

El desarrollo tiene cubrimiento de servicios públicos de acueducto, energía, teléfono y gas natural; sin embargo, la gran mayoría del barrio no cuenta con servicio de alcantarillado. Las vías de acceso no se encuentran pavimentadas y presentan problemas de erosión laminar y en surcos por el deficiente manejo del agua de escorrentía.



Fotografía No. 1. Vía del desarrollo **San Marcos II Sector**. Se observa erosión laminar y en surcos.

4.2.2 Geología

El desarrollo **San Marcos II Sector** esta incluido dentro de la unidad geológica denominada *"Depósitos Fluvio Glaciales"* que consiste en bloques y cantos de areniscas de formas subredondeadas a angulares embebidas en matriz limo-arcillosa y se caracteriza por permitir el almacenamiento y flujo de agua subsuperficial de acuerdo a su posición con respecto a la topografía[1].

4.2.3 Geomorfología

De acuerdo con el mapa "Mapa geomorfológico de las Localidades Rafael Uribe Uribe y San Cristóbal" del estudio "Zonificación de Riesgo inestabilidad del terreno para diferentes localidades de Santa Fe de Bogotá" el desarrollo **San Marcos II Sector** pertenece a la unidad geomorfológica V A que corresponde con la Unidad Depositacional en Laderas de Acumulación, las cuales están formadas por la acumulación de materiales heterogéneos en su estructura y composición.

Es importante mencionar que dentro del perímetro del desarrollo no se presentan evidencias de procesos morfodinámicos activos que estén generando problemas de inestabilidad del terreno. Finalmente, la pendiente aproximada del desarrollo es de 17° que se considera como moderada y puede favorecer procesos de erosión hídrica.

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 13°C y 14°C, y la precipitación media anual varía entre 1000 y 1200 mm.

4.2.5 Hidrografía e Hidrología

Hidrográficamente, el desarrollo **San Marcos II Sector** de la localidad Rafael Uribe Uribe, se encuentra sobre la cuenca del río Tunjuelo, en la vertiente izquierda (sur) de la subcuenca de la Quebrada Chiguaza o Pichosa a la cual llega el cauce que es paralelo a la Calle 49 B Sur (Ver Figura 1) y que se encuentra canalizado. La subcuenca de la quebrada Chiguaza tiene un patrón de drenaje subparalelo a dendrítico y una pendiente promedio de 16°, tiene un recorrido de 10 Km, que debido a la alta pendiente de la quebrada y sus afluentes su comportamiento es típicamente torrencial lo que puede

[1] Tomado del Estudio Geológico del estudio "Zonificación por inestabilidad del terreno para diferentes localidades en la ciudad de Santa Fe de Bogotá D.C."

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

implicar altas velocidades y alto poder erosivo.

Considerando que en el desarrollo no existen cunetas, redes de alcantarillado pluvial ni adecuadas medidas de drenaje superficial y subsuperficial, se contempla la posible existencia de flujos subsuperficiales de agua que pueden aumentar el nivel freático de la zona, generando cambios en las condiciones geomecánicas del terreno.

4.2.6 Lluvias y Análisis hidrológico

En el estudio realizado por la firma Ingeocim (1998) se determinó la lluvia crítica para varias estaciones. La estación Santa Lucía se encuentra localizada en la localidad Rafael Uribe Uribe y de acuerdo con los análisis realizados tiene una precipitación crítica de 215 mm y un período de retorno de 25 años[2].

4.2.7 Factor Antrópico

La intervención antrópica en el sector se ha adelantado mediante la actividad de urbanismo que ha ocasionado algunos rellenos y cortes de hasta 2 m de altura, al igual que el manejo no adecuado del drenaje, ha favorecido el desarrollo de procesos erosivos laminares y en surcos.

4.2.8 Uso y Cobertura Vegetal

El uso del suelo es urbano, correspondiendo a un sector consolidado con densidad de construcción media de tipo residencial, sin embargo, en el lote no construido se tiene cobertura de vegetación de pastos. Además, existen vías al interior del desarrollo que se encuentran sin pavimentar.

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 **San Marcos II Sector.**

[2] Tomado del numeral 7.2.1 del aparte de Hidrología estudio "Zonificación por inestabilidad del terreno para diferentes localidades en la ciudad de Santa Fe de Bogotá D.C.". (Ingeocim-1998)

Bogotá sin indiferencia

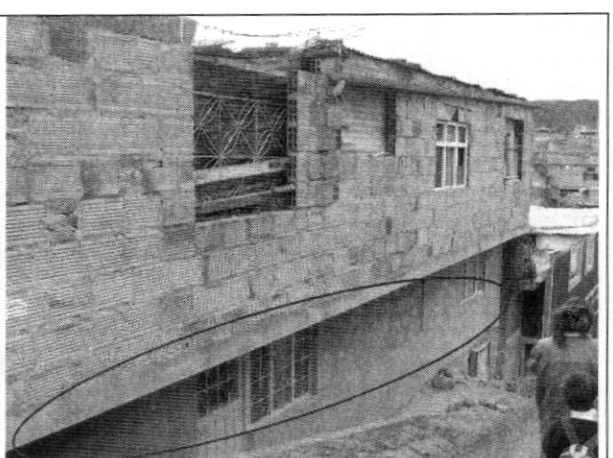
Diagonal 47 N° 77B-09 Interior 11 PBX 4292801 Fax 4109014
Web www.fopae.gov.co E-mail: fopae@fopae.gov.co

Tabla No. 3. Zonas de amenaza por remoción en masa, en el desarrollo **San Marcos II Sector**

ZONA	MANZANA	PREDIOS	DESCRIPCIÓN
Zona de Amenaza Media	90	1 a 23 (Toda la manzana)	Zona de pendiente moderada conformada por depósitos fluvioglaciales que permiten el almacenamiento y flujo de agua subsuperficial. En la zona no se observan evidencias de fenómenos de remoción en masa, pero se observan problemas de erosión laminar y en surcos en las vías por el deficiente manejo del agua de escorrentía. Considerando que los predios localizados en el lote 2 de la manzana 90, los lotes 1,2 y 3 de la manzana 91, y lote 2 de la manzana 99, se encuentran localizados al lado de la Dg 49 B Bis Sur, que ésta no se encuentra pavimentada ni existe un adecuado manejo del agua de escorrentía, que en la zona existen suelos que permiten el almacenamiento y flujo de agua y que durante el proceso de urbanización de estos predios se realizaron cortes de aproximadamente 2m de altura, se contempla la posibilidad de que en caso de no construir obras de drenaje adecuadas en la vía, se presenten movimientos locales que afecten la estabilidad y funcionalidad de los muros del primer nivel como consecuencia de la presión hidrostática originada por posibles acumulaciones de agua subsuperficial por aumento del nivel freático. (Ver Fotografía No.2 y No 3)
	91	1-8(Toda la manzana)	
	92	1-6(Toda la manzana)	
	99	2 a 10	



Fotografía No 2: Lote 2-Manzana 99



Fotografía No 3: Lote 2-Manzana 91

Se observan cortes por debajo del nivel de la vía y deficiente manejo del agua de escorrentía

Bogotá sin indiferencia

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

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[3] (Tabla No. 4.) teniendo en cuenta los criterios de resistencia de la estructura presentados en la Tabla No. 5.

Tabla No. 4. 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 piso y por tipología de los 46 predios que conforman el Desarrollo **San Marcos II Sector**.

[3] 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.

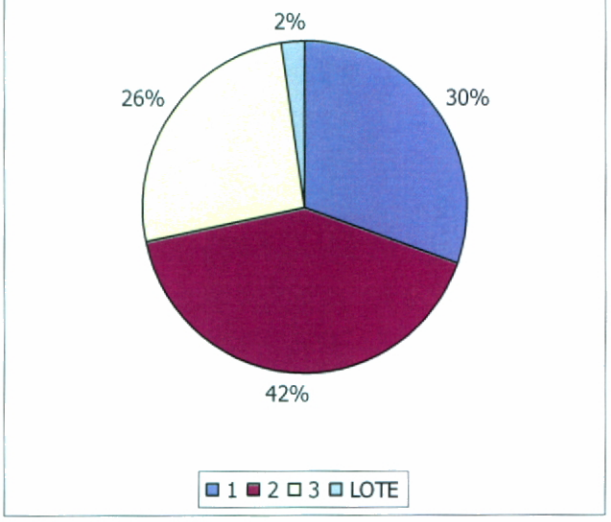


Figura 3: Distribución por número de pisos de las viviendas del desarrollo **San Marcos II Sector.**

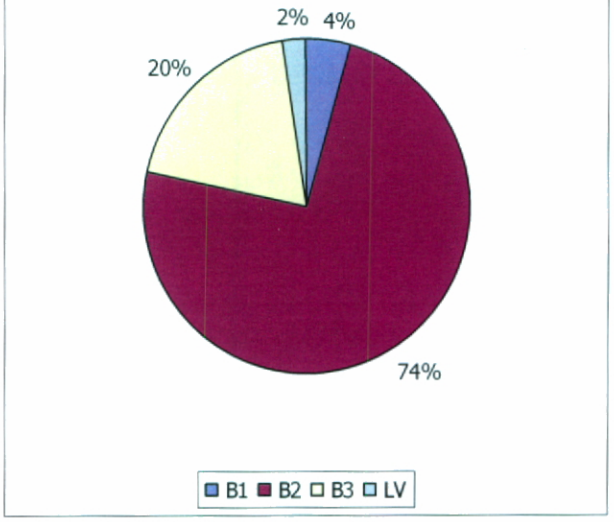


Figura 4: Distribución porcentual de Tipología de viviendas del desarrollo **San Marcos II Sector.**

Considerando la clasificación propuesta en la Tabla No. 4. y la revisión adelantada durante la visita de campo, se determinó una predominancia de viviendas con calidad regular (74%) y de viviendas con condiciones de buena (B3=20%) y tan sólo el 4% corresponde a viviendas de mala calidad constructiva.





Fotografías No. 4. y No. 5. Tipología predominante de las viviendas en el desarrollo, que se caracteriza por viviendas en mampostería con confinamiento estructural, con condiciones estructurales aceptables y buenas.

Tabla No. 5. 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 las características en el desarrollo **San Marcos II Sector**, las solicitaciones que se presentan son primordialmente por desplazamientos laterales y posiblemente en algunos sectores se presenten empujes laterales debidos a los rellenos colocados.

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. 6.

Tabla No. 6. 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. 6, 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. 7 se presentan los criterios de intensidad de las solicitaciones y en la Tabla No. 8 se presenta la matriz de daño.

Tabla No. 7. 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. 8. 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. 7 se tiene que en el desarrollo **San Marcos II Sector** se pueden presentar deslizamientos o flujos de velocidad lenta; y en el lote 2 de la manzana 90, los lotes 1, 2 y 3 de la manzana 91, y el lote 2 de la manzana 99 presiones laterales medias.

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

Para cada una de las posibles solicitaciones asociadas a la amenaza, se estableció el Índice de Vulnerabilidad Física (IVF) de las viviendas. Debido a que algunas de las viviendas pueden exponerse a más de un tipo de solicitación, se determinó que el IVF total sea el máximo de las dos anteriores, es decir:

$$IVF\ total \quad = \quad MAX\ (\ IVF\ desplazamientos, IVF\ empujes)$$

En la Tabla No.9 se relaciona el Índice de vulnerabilidad física con los niveles de daño.

Tabla No. 9. 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. 10.

Tabla No. 10. 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 a la Tabla No 8 y considerando que las viviendas del desarrollo **San Marcos II Sector** presentan tipologías entre B1, B2 y B3, se tienen los siguientes niveles de daño.

-Considerando Rapidez del movimiento: Nivel de daño entre Medio y Alto.

-Considerando Presiones laterales: Nivel de daño entre Medio y Alto

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

Sin embargo, teniendo en cuenta que la vulnerabilidad también es función del grado de exposición[4], y que en este caso la exposición es baja pues no se observaron fenómenos activos de remoción en masa, no obstante, en el caso de el lote 2 de la manzana 90, los lotes 1, 2 y 3 de la manzana 91, y el lote 2 de la manzana 99 que presentan una exposición media al considerar el efecto de las presiones laterales, se realiza la siguiente categorización de vulnerabilidad.

Tabla No. 11. Categorización de Vulnerabilidad para el desarrollo **San Marcos II Sector.**

ZONA	MANZANA	PREDIOS
Zona de Vulnerabilidad Media	90	1 a 23 (Toda la manzana)
	91	1-8(Toda la manzana)
	92	1 a 2, 4 a 6
	99	2 a 10

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.

6.1 CRITERIOS EMPLEADOS

Para expresar el riesgo global a definir (IRG), se combinó la probabilidad de ocurrencia del fenómeno (amenaza) con el índice de pérdidas potenciales (vulnerabilidad), obteniendo la categorización planteada en la Tabla No.12.

[4] 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

Tabla No. 12. Categorías de Riesgo de acuerdo con el Índice Global de Riesgo (Tomada de INGEOCIM,1998).

CATEGORÍA DEL RIESGO	CONDICIÓN	DESCRIPCIÓN
Bajo	0.001≤IRGprom<0.375	Las pérdidas esperadas en promedio de viviendas y personas afectadas, están entre el 1% y el 37,5%
Medio	0.375≤IRGprom< 0.625	Las pérdidas esperadas en promedio de viviendas y personas afectadas, están entre el 37,5% y el 62,5%
Alto	IRGprom ≥ 0.625	Las pérdidas esperadas en promedio de viviendas y personas afectadas, son mayores al 62,5%

El predio no construido no presenta calificación de riesgo debido a que no presenta elementos expuestos para su evaluación (viviendas).

6.2 CALIFICACIÓN Y ZONIFICACIÓN DE RIESGO

Considerando que la categoría de amenaza y vulnerabilidad es media; 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. 12. Zonas de Riesgo en el Desarrollo **San Marcos II Sector** en la localidad Rafael Uribe Uribe.

ZONA	MANZANA	PREDIOS
Zona de Riesgo Medio	90	1 a 23 (Toda la manzana)
	91	1-8(Toda la manzana)
	92	1 a 2, 4 a 6
	99	2 a 10

- En el caso del lote 2 de la manzana 90, los lotes 1, 2 y 3 de la manzana 91, y el lote 2 de la manzana 99 se considera que se encuentran en una zona de riesgo medio siempre y cuando se realicen en el mediano plazo obras de drenaje sobre la Dg 49 B Bis Sur por la entidad responsable de dicha vía, para conducir adecuadamente el agua de escorrentía de la vía y los flujos subsuperficiales que se infiltran en ésta.

7. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

- El desarrollo **San Marcos II Sector** de la localidad Rafael Uribe Uribe, se encuentra localizado en una zona de amenaza MEDIA 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 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 **San Marcos II Sector**.

- Aunque para los predios localizados en el lote 2 de la manzana 90, los lotes 1,2 y 3 de la manzana 91, y el lote 2 de la manzana 99 no se condiciona ni se restringe el uso del suelo ya que no se encuentran en amenaza y/o riesgo alto, se recomienda en el mediano plazo, que se realicen obras de drenaje superficial y subsuperficial sobre la Dg 49 B Bis Sur a cargo de la entidad responsable de dicha vía para conducir adecuadamente el agua de escorrentía de la vía y los flujos subsuperficiales que se infiltran en ésta, lo cual debe estar soportado en estudios geotécnicos detallados para garantizar las condiciones actuales de amenaza y/o riesgo.

- 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 2006, (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).

- 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.

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

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 deberá realizar los ajustes y complementaciones 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

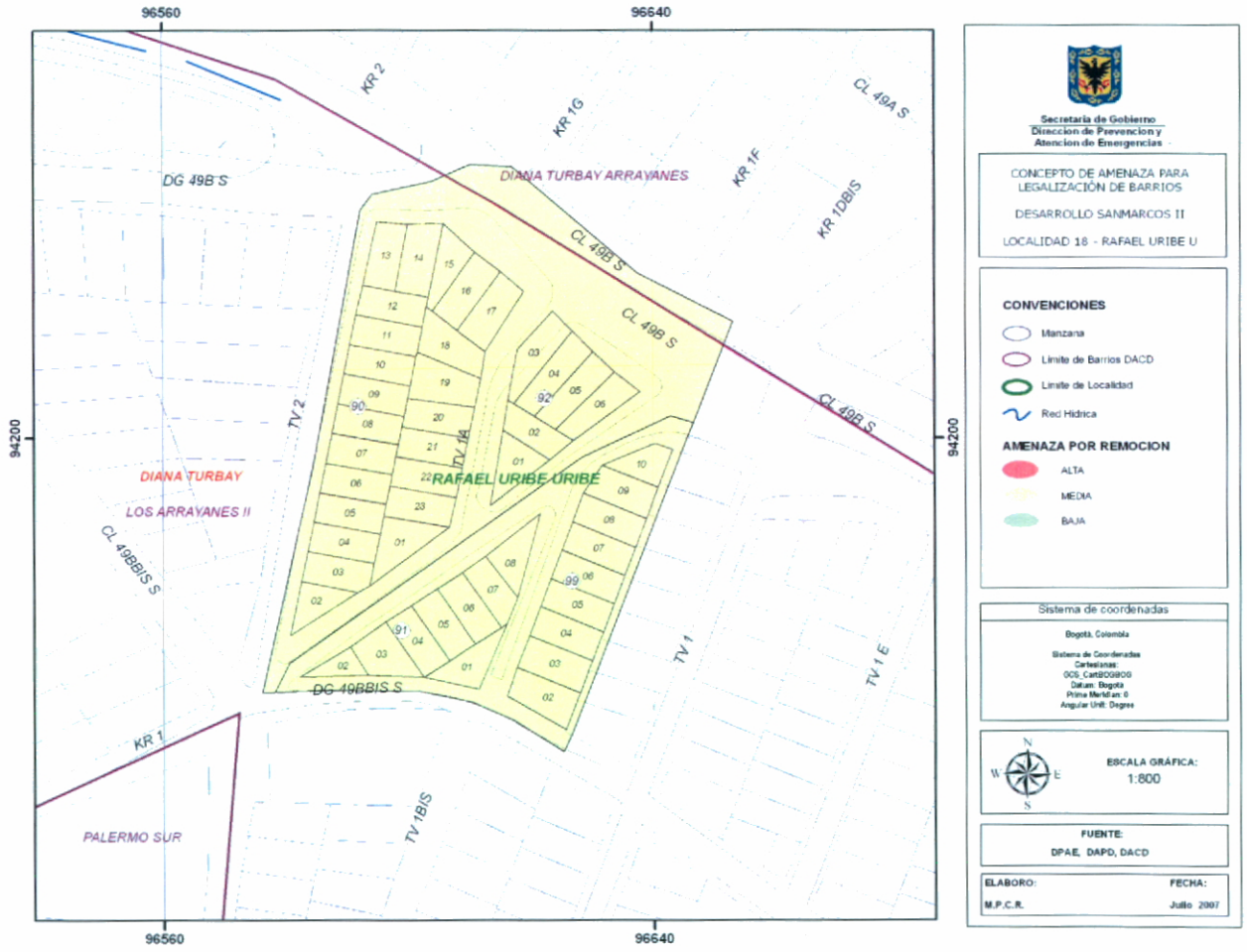
Mapas de zonificación de amenaza y riesgo por fenómenos de remoción en masa, para el desarrollo **San Marcos II Sector** (Localidad Rafael Uribe Uribe).

Elaboró	**ANA CAROLINA RIVERA AGUIRRE** Ingeniera Civil – Especialista en Geotecnia M.P. 25202-106733 CND	
Revisó	**CÉSAR FERNANDO PEÑA PINZÓN** Coordinador Grupo Conceptos Técnicos	Cesar F. Peña P.
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

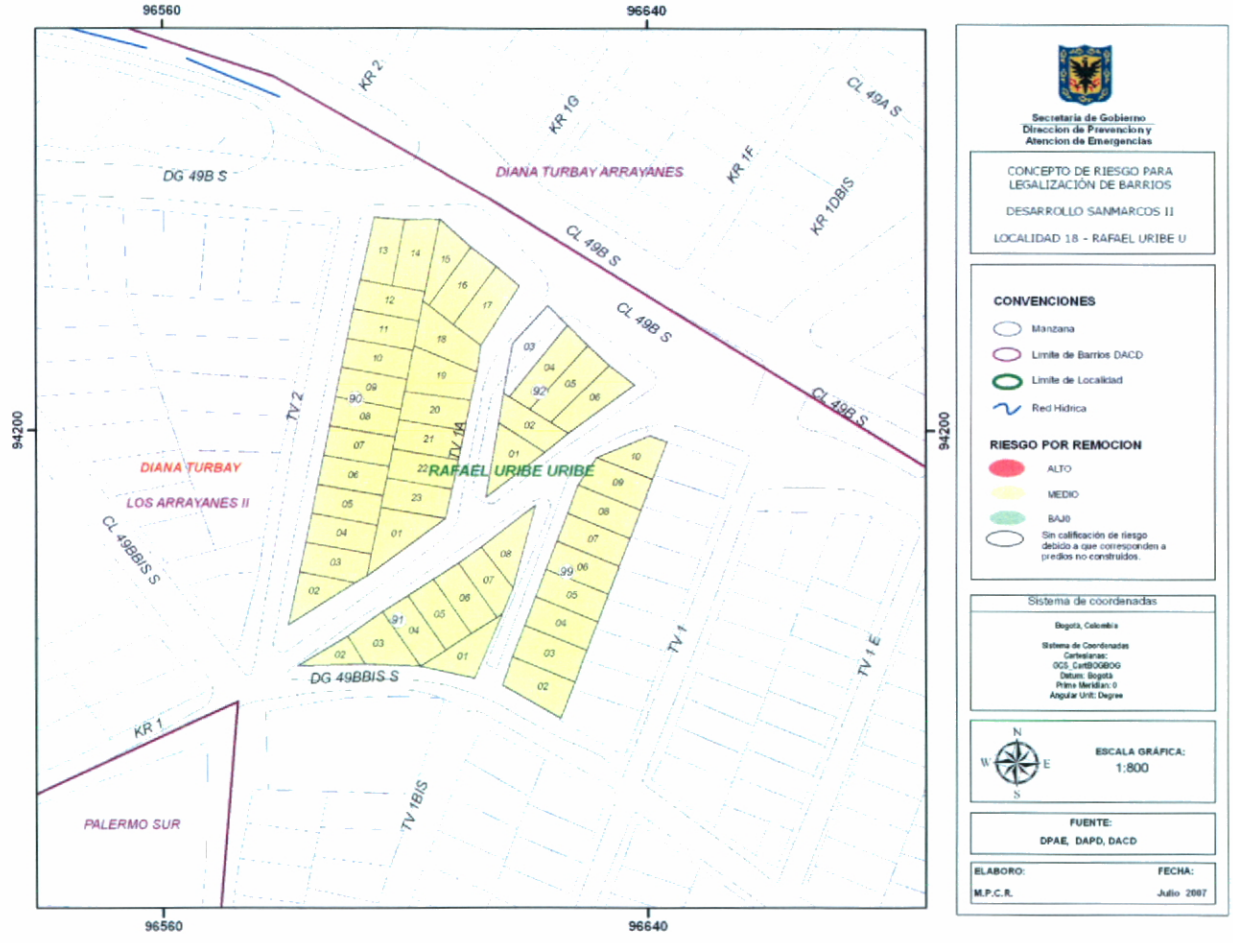
MAPA DE ZONIFICACIÓN DE AMENAZA POR FENÓMENOS DE REMOCIÓN EN MASA EN EL DESARROLLO SAN MARCOS II SECTOR



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 SAN MARCOS II SECTOR



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