CONCEPTO TÉCNICO Nº 4893

1. GENERALIDADES

ENTIDAD SOLICITANTE:	Secretaria Distrital del Hábitat
LOCALIDAD:	18 – Rafael Uribe Uribe
BARRIO:	**Carmen del Sol I**
UPZ:	54-Marruecos
ÁREA (Ha):	4
FECHA DE EMISIÓN:	9 de Julio 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 – 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 **Carmen del Sol I** se localiza al sur de la localidad Rafael Uribe Uribe; esta localidad se ubica en el extremo sur de Bogotá.

A este desarrollo se accede a través de la Avenida Caracas por la cual se llega a la Diagonal 46 Sur y luego a la Transversal 12 C Bis que es uno de los límites del barrio. El desarrollo **Carmen del Sol I** se encuentra delimitado aproximadamente entre las siguientes coordenadas planas con origen Bogotá (Figura 1):

Norte:	96.650	a	96.840
Este:	95.440	a	95.900

Los límites aproximados del desarrollo son los siguientes:

Norte: Diagonal 46 Sur - Marco Fidel Suárez
Sur: Diagonal 48 Sur y Diagonal 49 Sur - Marco Fidel Suárez y Arboleda Sur
Oriente: Tv 12 C Bis - Carmen del Sol
Occidente: Transversal 15 - Marco Fidel Suárez

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 **Carmen del Sol I** 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 **Carmen del Sol I** incluye 18 manzanas y un total de 242 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 **Carmen del Sol I**

UAECD (Nomenclatura del presente concepto)		UAECD (Nomenclatura del presente concepto)		UAECD (Nomenclatura del presente concepto)		UAECD (Nomenclatura del presente concepto)		UAECD (Nomenclatura del presente concepto)	
Manzana	Predio	Manzana	Predio	Manzana	Predio	Manzana	Predio	Manzana	Predio
9	1	14	2	49	10	57	9	61	6
	2		3		11		10		7
	3		4		12		11		8
	4		5		13		12		9
	5		6		14		13		10
	7		7		15		14	97	17
	8		8		16		15		18
	9		9		17		16		19
	10		10		18		17		20
	11		11		19		19		21
	12		12		28		20		22
	13		13		29		21		24
	14		14		30		22		25
	19		15		31		23		26
	20		16		32		24		27
	21	20[1]	22-A		33		26		28
	22		22-B		34		27		30
	23	21	3		36		28		32
	24		8	50	11		29		33
	25		9		2		30		34
	26		10		3		31		35
	27		11		4		32		36
	28		12		5		33		37
11	1	28	2	51	1		34		38
	2		3		2		36		39
	3		4		3		38		40
	4		5		4		40	98	1
	5		6		5	58	1		2

[1] En la base cartográfica suministrada por la Secretaría Distrital del Hábitat aparece únicamente el lote 22 de la manzana 20, sin embargo, en el presente concepto se subdividió este lote en los lotes 22-A y 22-B con el fin de ser tratados independientemente en el marco del presente concepto.

UAECD (Nomenclatura del presente concepto)		UAECD (Nomenclatura del presente concepto)		UAECD (Nomenclatura del presente concepto)		UAECD (Nomenclatura del presente concepto)		UAECD (Nomenclatura del presente concepto)	
Manzana	Predio	Manzana	Predio	Manzana	Predio	Manzana	Predio	Manzana	Predio
11	6	30	11	51	6	58	2	98	3
	7		1		7		3		4
	8		2		8		4		5
	9		12		9		5		6
	10		13		10		6		7
	11		14		15		7		8
	12		15		16		8		9
	13		16		17		9		10
	14		17		18		10		11
	19	44	1		19		16		12
	20		2		20		17		13
	21		3		21		18		14
	22		4	55	8		19		15
	23	49	2	57	1		20		16
	24		3		2		21		17
	25		4		3		22		18
	26		5		4	61	1		19
	27		6		5		2		20
	28		7		6		3		
	29		8		7		4		
14	1		9		8		5		

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 **Carmen del Sol I** de la localidad Rafael Uribe Uribe, corresponde a una zona con categorías de amenaza baja, media y alta por fenómenos de remoción en masa. Ver Figura 1.

En Abril de 2000 la firma Investigaciones Geotécnicas Colombianas Ltda., realizó el "Estudio de riesgo por remoción en masa y diseños detallados de las obras de protección y control en el barrio Villas del Recuerdo, Localidad Rafael Uribe Uribe" en el cual

relacionan la inestabilidad del barrio Villas del recuerdo, que se ubica al sur del desarrollo Carmen del Sol I, con los cortes mineros sobre la Formación Regadera, la degradación o meteorización del material y su grado de fracturación y como factor detonante los efectos del agua de escorrentía sobre la masa de suelo o roca. A partir de los fenómenos de remoción en masa identificados se definieron las medidas de mitigación de riesgo pertinentes.

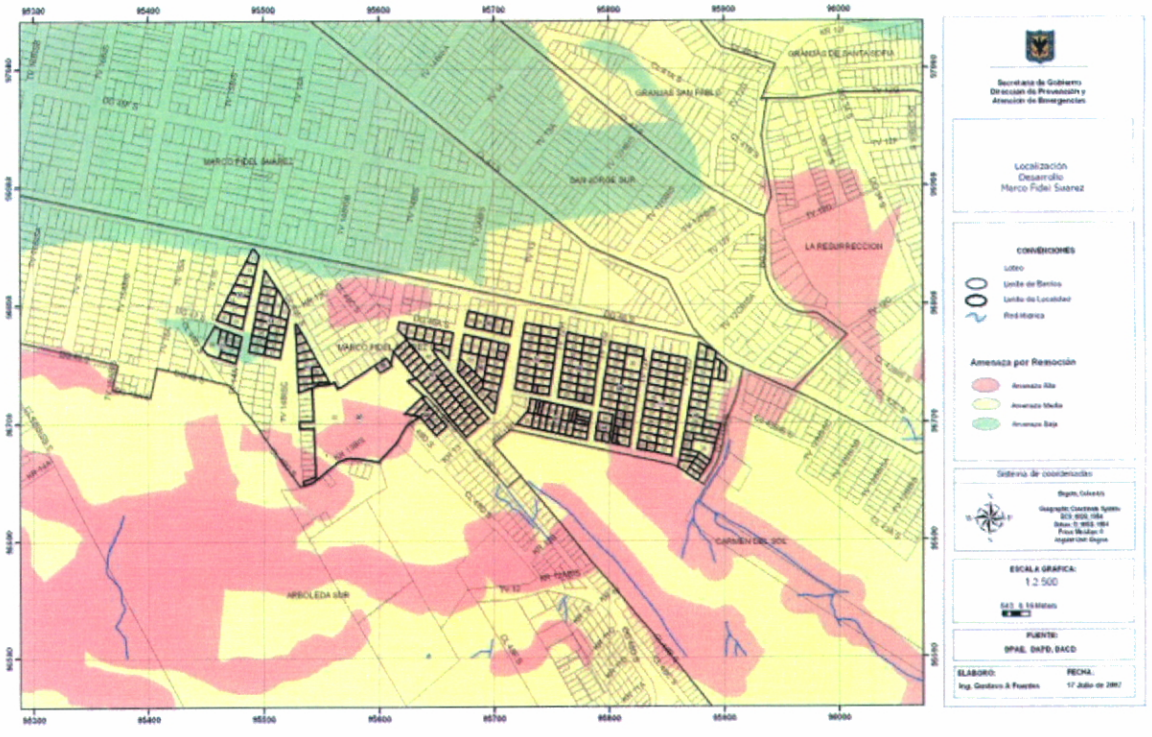


Figura 1. Localización general del desarrollo **Carmen del Sol I** de la localidad Rafael Uribe Uribe y Zonificación de Amenaza por Remoción en Masa de acuerdo con el Plano Normativo del POT.

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 **Carmen del Sol I**, 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 estudios, 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 **Carmen del Sol I** y sectores aledaños.

INFORME Fecha	DIRECCIÓN	OBSERVACIONES / RECOMENDACIONES
CT-3475 14/Mar/2000	Carmen del Sol I Sector	De acuerdo con el concepto el barrio Carmen del Sol I Sector se desarrolla en una ladera de pendiente suave a moderada, donde se ha realizado un buen manejo de aguas negras y las viviendas no han necesitados cortes ni explanaciones para su ubicación. Por lo anterior se concluye *"Todo el sector en estudio presenta riesgo bajo por remoción en masa tipo deslizamiento"*
DI-2018 23/Abr/2004	-Calle 48D Sur con Carrera 12B -Carrera12 con Calle 48C Sur	Se presentó agrietamiento del terreno adyacente a la Calle 48D Sur con Carrera 12B, en la obra de mitigación construida por el FOPAE en el año 2001, consistente en un muro de contención en llantas, originada por saturación del terreno y deficiencias del sub – drenaje; y caída de bloques desde el talud de roca ubicado en la Carrera 12 con Calle 48C Sur, cerca a la obra de protección superficial construida por el FOPAE en el año 2003 originada por aportes de aguas negras a la cara del talud, desde las viviendas de la parte alta. Finalmente, se recomendó estudiar el comportamiento de las medidas de protección e implementar las medidas pertinentes.
CT-3433 03/Nov/1999 CT-3969 30/Mar/2004 CT-4020 16/Sep/2004	Villas del Recuerdo.	En el área que cubre estos conceptos técnicos, que se ubica al sur del desarrollo Carmen del Sol I, presentan deslizamientos, flujos de tierra, erosión concentrada en los afloramientos arcillosos; se evidencian hundimientos y agrietamientos acentuados por el deficiente manejo de aguas residuales y superficiales. Estos procesos definen para el desarrollo una condición de amenaza y/o riesgo medio y alto, por lo cual se establecen los condicionamientos, restricciones y recomendaciones pertinentes.
CAR-133 24/Nov/2004	Carrera 8 A No. 47 - 55 Sur (Antigua)	De acuerdo con la visita de inspección realizada al predio se concluye que este no presenta amenaza ruina: "La edificación debe ser sometida a una intervención con el objeto de demoler y construir adecuadamente los muros de antepecho a nivel de cubierta, dado el alto estado de deterioro e inestabilidad en que se encuentran" y "Demoler las estructuras de cubierta ubicadas en altillo, debido a que ofrecen peligro de colapso".
RO-18553 7/Jul/2006	Diagonal 47 Sur No. 15 - 15	En visita de inspección realizada al predio se reportaron fisuras y humedad en muros y pisos de la vivienda, sin embargo, éstos no comprometen su habitabilidad. Como conclusión de la respuesta oficial se tiene que la habitalidad de la vivienda no se encuentra comprometida por procesos de remoción en masa en el mediano plazo.
RO-23367 12/Jun/2007	Transversal 12G # 44 – 02 Sur	La vivienda localizada en el predio presenta algunas deficiencias constructivas, relacionadas con la falta de confinamiento de muros; también se presentan agrietamientos en la placa de entrepiso de primer y segundo nivel, asociados a la falta de continuidad de la placa por demolición parcial de la misma y posiblemente a asentamientos diferenciales de la estructura; los agrietamientos de los muros de fachada también se asocian posiblemente a asentamientos diferenciales de la estructura. En la vivienda no se observaron daños a nivel de los elementos en mampostería que comprometan en el corto plazo la estabilidad estructural de la vivienda ante cargas normales de servicio y/o su habitabilidad. En el costado norte de este predio se encuentra la Dg 48 Sur, la cual en su costado norte tiene un talud de corte, realizado muy probablemente para el emplazamiento de la vivienda ubicada en la Transversal 12G # 43A – 56 Sur, en el que se presentan desprendimientos menores de suelo, los cuales no comprometen la estructura de la banca de la vía Dg 48 Sur junto al predio de la referencia.

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

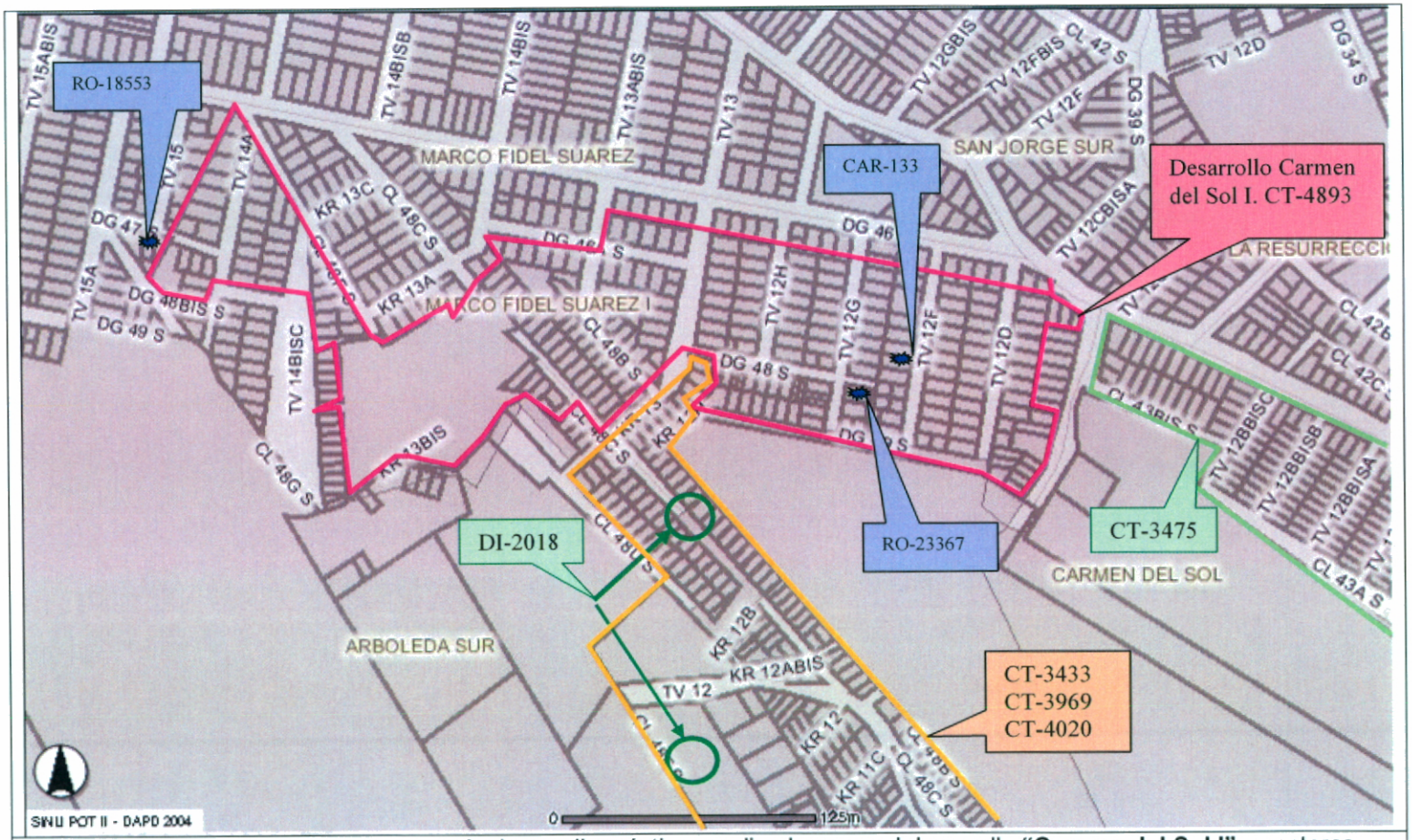


Figura 2. Localización de conceptos técnicos y diagnósticos realizados para el desarrollo **"Carmen del Sol I"** y sectores aledaños.

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. 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 en 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 – FOPAE, 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.

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

En la metodología de zonificación de amenaza también se consideró la información proporcionada en los antecedentes de acuerdo con los cuales dentro del desarrollo no se han registrado movimientos de remoción en masa, excepto los desprendimientos menores de suelo en el talud adyacente al lote 7 de la manzana 9, y se presentan problemas por inestabilidad del terreno en el sector adyacente denominado Villas del Recuerdo.

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 barrio **Carmen del Sol I** de la localidad Rafael Uribe Uribe.

4.2 PARÁMETROS VERIFICADOS

4.2.1 Marco Físico del Sector

El desarrollo **Carmen del Sol I** describe un polígono irregular alargado en dirección oriente-occidente de pendiente moderada.

El desarrollo tiene exclusivamente uso residencial, de acuerdo con la cartografía de la UAECD hacen parte de éste 18 manzanas. La mayoría de viviendas están construidas en mampostería, su estado y condiciones estructurales se pueden considerar como regulares.

El desarrollo **Carmen del Sol I** cuenta con 242 predios, de los cuales se encuentran construidos 236, que corresponden con el 97% del total de predios, y las viviendas corresponden con unidades residenciales de un piso (26%), dos pisos (53%), tres pisos (17%) y cuatro pisos (1%)

El desarrollo de acuerdo con la información proporcionada por el "Acta de visita al terreno" de la Secretaría del Hábitat del 28 de marzo de 2007, tiene cubrimiento provisional de los servicios públicos de acueducto y alcantarillado, y servicio permanente de energía y gas natural. La mayoría de vías se encuentran pavimentadas. Las vías que no se encuentran pavimentadas son: Tv 12 C Bis, Dg 49 sur entre Tv 12 C Bis y Kr 12 H, Dg 48 Sur entre Tv 12 G y Tv 1, Tv 14 Bis C.

4.2.2 Geología

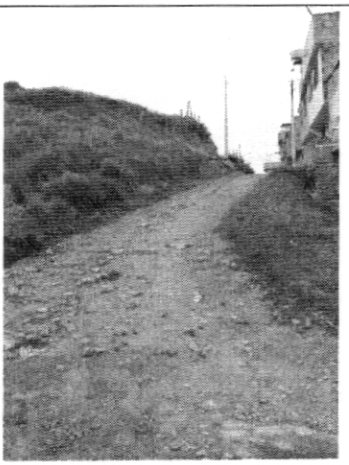
El desarrollo **Carmen del Sol I** está incluido dentro de las unidades geológicas denominadas *"Formación Tilatá Suelos de la Sabana"* y *"Formación la Regadera-Conjunto Superior"* las cuales se describen a continuación[2]:

-Formación Tilatá: es una formación de carácter lacustre que consta de arcillas y arenas arcillosas, de color blanco, turbas y niveles de guijarros de tamaño pequeño.

[2] 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

-Formación Regadera-Conjunto Superior: en este conjunto predominan las arcillolitas que históricamente han sido explotadas para la fabricación de ladrillo.

	
Fotografía No. 1. Vía pavimentada del desarrollo **Carmen del Sol I.**	**Fotografía No. 2**. Vía sin pavimentar al sur del desarrollo **Carmen del Sol I.**

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 **Carmen del Sol I** esta formada por las siguientes unidades geomorfológicas:

-*IA - Unidad de escarpes y frentes estructurales:* esta unidad se caracteriza por presentar pendientes altas y laderas regulares o rectas dependiendo del desarrollo de la erosión diferencial y de otros procesos morfodinámicos como caída de bloques por desconfinamiento rocoso. El lote 22 B de la manzana 20 es el único en el desarrollo que hace parte de esta unidad geomorfológica y se evidencian procesos de erosión en el macizo rocoso. En el mapa de *"Inventario de procesos actuales de movimientos en masa de las localidades Rafael Uribe Uribe y San Cristóbal"* se muestran escarpes y caídas de rocas en el lote mencionado anteriormente.

-IIC - Unidad de Superficies de aplanamiento o peneplanicie: corresponde con terrenos con pendientes regulares y rectas hasta de 14°, los procesos morfodinámicos que se pueden desarrollar son deslizamientos, erosión laminar y erosión en surcos.

-IV - Unidad de Laderas de piedemonte degradadas: en esta unidad existen pendientes irregulares y se pueden presentar procesos morfodinámicos como erosión hídrica concentrada en cárcavas y surcos.

Es importante mencionar que exceptuando el lote 22 B de la manzana 20, dentro del perímetro del desarrollo no se presentan evidencias de procesos morfodinámicos activos que estén generando problemas de inestabilidad del terreno.

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

4.2.5 Hidrografía e Hidrología

En el costado oriental del desarrollo, limitándolo y paralelo a la Tv 12 C Bis (Ver Figura No. 1) se encuentra un curso de agua que drena la parte superior del talud. La sección de este canal se muestra en la Fotografía No. 3 y en la Fotografía No. 4 se observa la localización de la quebrada respecto a los predios.

Hidrográficamente, el desarrollo **Carmen del Sol I** de la localidad Rafael Uribe Uribe, se encuentra sobre la cuenca del río Tunjuelo, en la vertiente derecha (norte) de la subcuenca de la Quebrada Chiguaza o Pichosa. La subcuenca de la quebrada Chiguaza tiene un patrón de drenaje subparalelo a dendrítico y una pendiente promedio de 16º, tiene un recorrido de 10Km, y debido a la alta pendiente de la quebrada y sus afluentes, su comportamiento es típicamente torrencial lo que implica altas velocidades y alto poder erosivo.



Fotografía No. 3. Sección de curso de agua adyacente a desarrollo y paralelo a Tv 12CBis



Fotografía No. 4. Localización del canal respecto a viviendas del desarrollo **Carmen del Sol I.**

4.2.6 Lluvias y Análisis hidrológico

En el estudio realizado por la firma Ingeocim se determinó la lluvia crítica para varias estaciones. La estación Santa Lucía se encuentra localizada en la localidad Rafael Uribe Uribe y por su localización la información obtenida se puede extrapolar para el desarrollo.

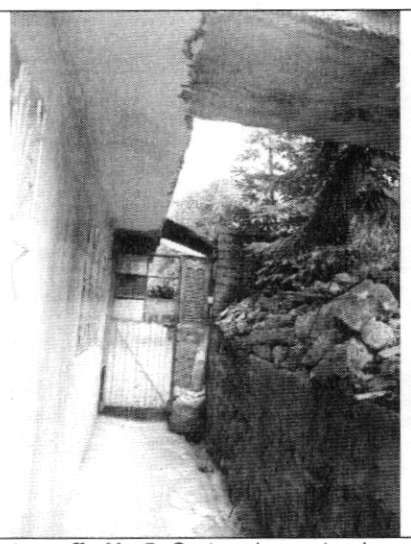
De acuerdo con los análisis realizados para esta estación se tiene una precipitación crítica de 215 mm y un período de retorno de 25 años[3].

4.2.7 Factor Antrópico

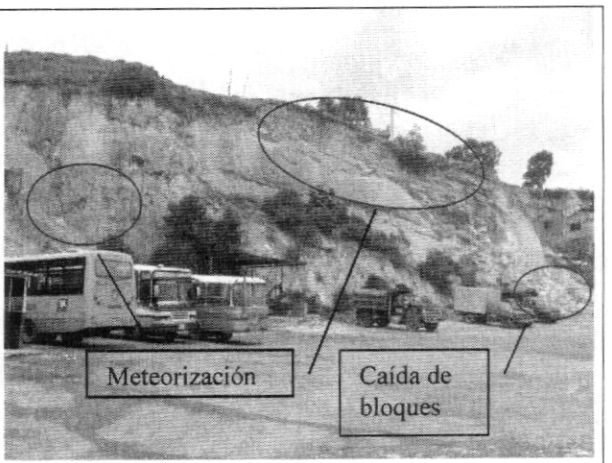
La intervención antrópica en el sector se ha adelantado mediante la actividad de urbanismo que ha ocasionado algunos rellenos y cortes de hasta 2 m de altura.

4.2.8 Uso y Cobertura Vegetal

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



Fotografía No 5: Corte adyacente al predio localizado en el lote 7 de la manzana 9



Fotografía No 6: Caída de bloques y meteorización en el lote 22-B de la manzana 20

[3] 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."

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 **Carmen del Sol I.**

Tabla No. 3. Zonas de amenaza por remoción en masa, en el desarrollo **Carmen del Sol I.**

ZONA	MANZANA	PREDIOS	DESCRIPCIÓN
Zona de Amenaza Media	9	1-5, 7-14,19-28	Zona de pendiente moderada sobre materiales arenosos y arcillosos de la Formación Tilatá y el Conjunto Superior de la Formación Regadera, en la cual no se observan evidencias de movimientos de remoción en masa. Para que no se modifiquen negativamente las condiciones actuales de amenaza para el lote 7 de la manzana 9, se recomienda realizar un estudio geotécnico que plantee las obras de protección y/o estabilización del talud localizado en el costado sur de dicho predio con el fin de detener los desprendimientos menores de suelos que se presentan.
	11	1-14,19-29	
	14	1 a 16 (Toda la manzana)	
	20	22-A	
	21	3, 8-12 (Toda la manzana)	
	28	2-6, 11	
	30	1,2, 12-17	
	44	1 a 4 (Toda la manzana)	
	49	2-19, 28-34, 36	
	50	2-5, 11	
	51	1-10,15-21	
	55	8	
	57	1-17,19-24,26-34,36,38,40	
	58	1-10,16-22	
	61	1 a 10	
	97	17-22, 24-28, 30, 32-40	
	98	1-20 (Toda la manzana)	
Zona de Amenaza Alta	20	22-B	La categorización de amenaza de este predio se otorga considerando que éste se encuentra localizado en una zona de pendiente abrupta, con evidencias de caídas de bloques y procesos de erosión intensa, y además, teniendo en cuenta los antecedentes de sectores con características geomorfológicas y geológicas similares. (Ver Fotografía No. 6).

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

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[4] (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 242 predios que conforman el desarrollo **Carmen del Sol I**.

[4] 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.

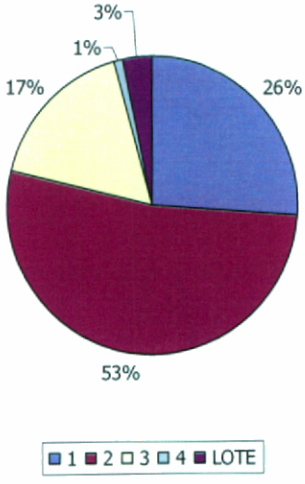


Figura 3: Distribución por número de pisos en las viviendas del desarrollo **Carmen del Sol I**.

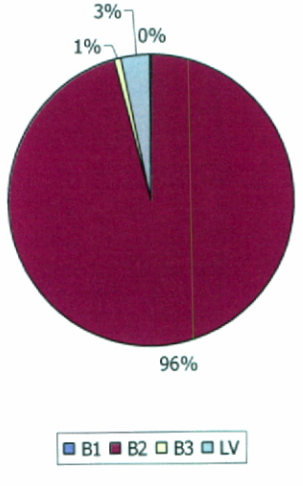


Figura 4: Distribución porcentual de Tipología de viviendas del desarrollo **Carmen del Sol I**.

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 (B2=96%) y tan sólo el 1% corresponde a viviendas de deficiente calidad constructiva.





Fotografías No. 7 y No. 8. Tipología predominante de las viviendas en el desarrollo, que se caracteriza por viviendas en mampostería con condiciones estructurales que se pueden considerar como regulares.

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

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 **Carmen del Sol I**, 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 **Carmen del Sol I** se pueden presentar deslizamientos o flujos de velocidad lenta; y en el lote 22B de la manzana 20 caídas de bloques; sin embargo, a este predio no se le evalúa la vulnerabilidad pues no está construido y por lo tanto, no tiene elementos expuestos.

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

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

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:

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

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 con la Tabla No 8 y considerando que las viviendas del desarrollo **Carmen del Sol I** presentan tipologías entre B1, 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[5], y que en este caso la exposición es baja pues no se observaron fenómenos activos de remoción en masa, se realiza la siguiente categorización de vulnerabilidad.

[5] 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. 11. Categorización de Vulnerabilidad para el desarrollo **Carmen del Sol I.**

ZONA	MANZANA	PREDIOS
Zona de Vulnerabilidad Media	9	1-5, 7-14,19-28
	11	1-14,19-29
	14	1 a 16 (Toda la manzana)
	20	22-A
	21	3, 8-12 (Toda la manzana)
	28	2-6, 11
	30	1,2, 12-17
	44	1 a 4 (Toda la manzana)
	49	2-19, 28-34
	50	2-5, 11
	51	1-10,15-21
	55	8
	57	1-15,17,19-24,26-34,36,38,40
	58	1-10,16-22
	61	1 a 10
	97	17-22,24-26,28,33-35,37-39
	98	1-20 (Toda la manzana)

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.

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

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

Los predios no construidos no presentan calificación de riesgo debido a que no tienen elementos expuestos para su evaluación (viviendas).

6.2 CALIFICACIÓN Y ZONIFICACIÓN DE RIESGO

Considerando que para los lotes construidos la categorización de amenaza y vulnerabilidad tiene valores de 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 **Carmen del Sol I** en la localidad Rafael Uribe Uribe.

Zona	Manzana	Lotes
Zona de Riesgo Medio	9	1-5, 7-14,19-28
	11	1-14,19-29
	14	1 a 16 (Toda la manzana)
	20	22-A
	21	3, 8-12 (Toda la manzana)
	28	2-6, 11
	30	1,2, 12-17
	44	1 a 4 (Toda la manzana)
	49	2-19, 28-34
	50	2-5, 11
	51	1-10,15-21
	55	8
	57	1-15,17,19-24,26-34,36,38,40
	58	1-10,16-22
	61	1 a 10
	97	17-22,24-26,28,33-35,37-39
	98	1-20 (Toda la manzana)

Se recomienda a los propietarios del lote 7 de la manzana 9 realizar un estudio geotécnico que plantee las obras de protección y/o estabilización del talud localizado en el costado sur del lote 7 de la manzana 9 con el objetivo de detener los desprendimientos menores de suelo que se presentan. Lo anterior, con el fin de preservar las condiciones que garanticen que estos predios se encuentren dentro de la zona de riesgo medio.

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

7. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

- El desarrollo **Carmen del Sol I** 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 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 **Carmen del Sol I**, a todos los que se les definió amenaza media y/o riesgo medio por fenómenos de remoción en masa, y se recomienda excluir del proceso el predio localizado en la zona de amenaza alta que corresponde al lote 22 B de la manzana 20, el cual no se encuentra urbanizado y por lo tanto no presenta calificación de riesgo.

- Se recomienda a los propietarios del lote 7 de la manzana 9 realizar un estudio geotécnico que plantee las obras de protección y/o estabilización del talud localizado en el costado sur del lote 7 de la manzana 9 con el objetivo de detener los desprendimientos menores de suelo que se presentan. Lo anterior, con el fin de preservar las condiciones que garanticen que estos predios se encuentren dentro de la zona de amenaza media.

- Debido a la presencia del curso de agua paralelo a la Tv 12 C Bis, se recomienda revisar la delimitación, condiciones y restricciones establecidas por la Empresa de Acueducto y Alcantarillado de Bogotá – EAAB para la zonas de Ronda y la Zonas de Manejo y Preservación Ambiental de dichos cuerpos, debido a que la EAAB es la entidad competente de la definición y por consiguiente de la afectación de las zonas de Ronda y las Zonas de Manejo y Preservación Ambiental, de los cuerpos de Agua localizados en el Distrito Capital

- Para los predios en 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).

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

- 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 deberá 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 **Carmen del Sol I** (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	

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 CARMEN DEL SOL



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 CARMEN DEL SOL I



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