



ALCALDÍA MAYOR DE BOGOTÁ D.C.

Secretaría de Gobierno

DIRECCIÓN DE PREVENCIÓN Y ATENCIÓN DE EMERGENCIAS

CONCEPTO TÉCNICO No. 4873

1. INFORMACIÓN GENERAL

ENTIDAD SOLICITANTE: SECRETARÍA DISTRITAL DE PLANEACIÓN – SDP
LOCALIDAD: 19 – CIUDAD BOLÍVAR
BARRIO: BONANZA SUR
UPZ: 69 – Ismael Perdomo
ÁREA (Ha): 1.97
FECHA DE EMISIÓN: 10 de abril de 2007
TIPO DE RIESGO: Por remoción en masa
VIGENCIA: Temporal, mientras no se modifiquen significativamente las condiciones físicas del sector o se realicen obras de mitigación.

Este documento está dirigido a la Secretaría Distrital de Planeación – SDP, para el Programa de Legalización y Regularización de Barrios como un instrumento para la reglamentación del desarrollo 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 barrio **BONANZA SUR**, se encuentra ubicado hacia el suroccidente de la ciudad de Bogotá, en la localidad de Ciudad Bolívar sobre la vertiente izquierda del Río Tunjuelo. El desarrollo abarca 1.97 hectáreas describiendo un polígono irregular alargado con sentido Nororiente – Suroccidente y se encuentra aproximadamente, entre las siguientes coordenadas planas con origen Bogotá (Figura No. 1):

Norte: 98020 a 98220
Este: 90610 a 90860
Altitud: 2560m a 2600m

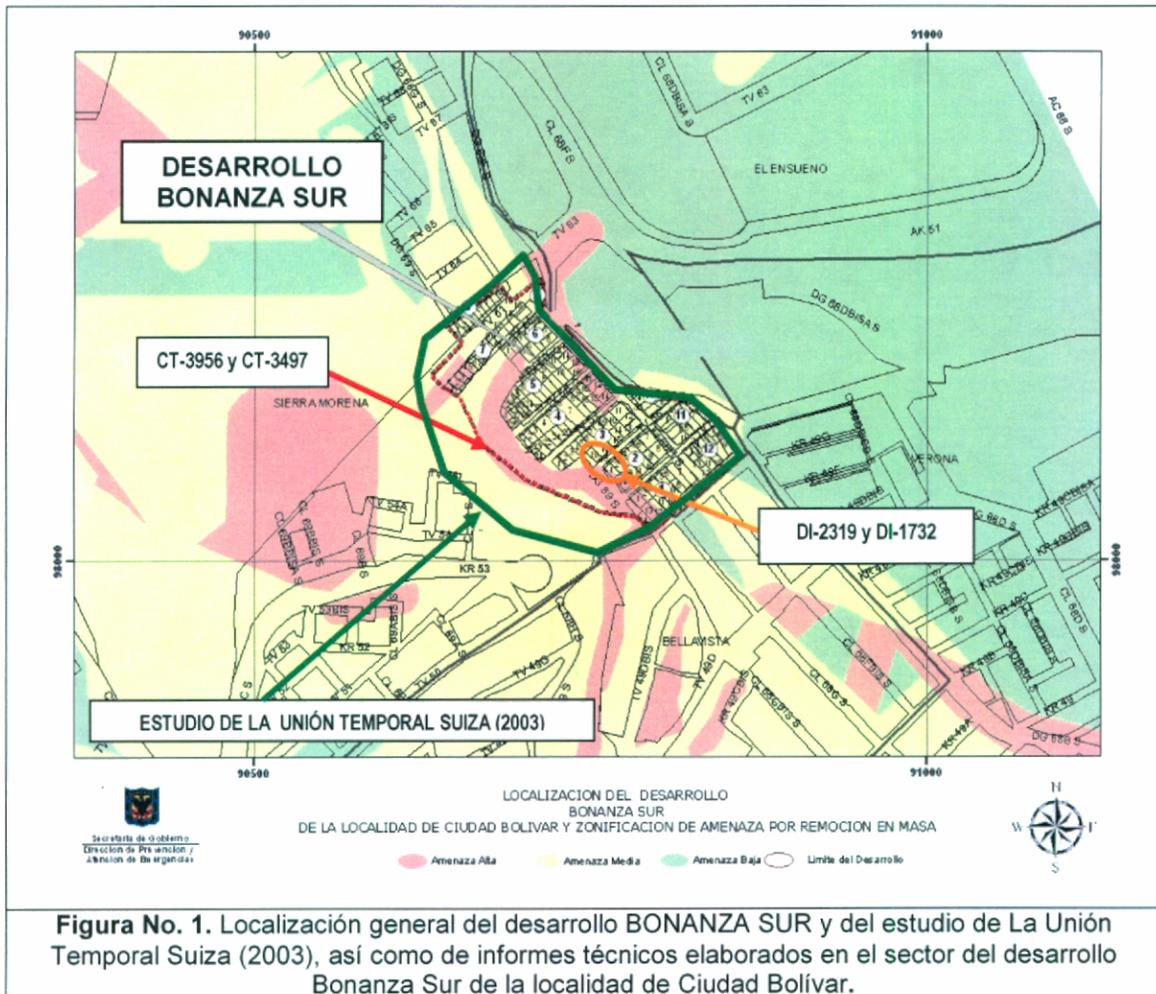
Para acceder al desarrollo se toma la Avenida Boyacá a la altura de la Transversal 30 (Av. Jorge Eliécer Gaitán) se gira al occidente, por ésta se continua hasta interceptar la Avenida Villavicencio, vía que se toma hacia el sur hasta la Transversal 50 con Calle 68 F Sur por donde se ingresa al desarrollo.



ALCALDÍA MAYOR DE BOGOTÁ D.C.

Secretaría de Gobierno

DIRECCIÓN DE PREVENCIÓN Y ATENCIÓN DE EMERGENCIAS



El barrio BONANZA SUR limita al nororiente con el Conjunto Residencial Bosques de La Candelaria, al sur con el barrio Jerusalén Canteras, al suroccidente con un talud correspondiente a un antiguo frente de explotación minera y el barrio Altos de los Robles.

Durante la elaboración del presente concepto se empleó la base cartográfica del desarrollo BONANZA SUR a escala 1:500, suministrada por la Secretaría Distrital de Planeación – SDP.

Según la base cartográfica y en total coincidencia con las observaciones realizadas en el terreno, el desarrollo BONANZA SUR cuenta con (12) doce manzanas, (171) ciento setenta y un predios y una zona Verde y Comunal (dividida para efectos del presente Concepto Técnico en dos sectores: ZVYC Sector A y ZVYC Sector B), distribuidos tal como se presentan en la Tabla No. 1.



ALCALDÍA MAYOR DE BOGOTÁ D.C.

Secretaría de Gobierno

DIRECCIÓN DE PREVENCIÓN Y ATENCIÓN DE EMERGENCIAS

Tabla No. 1. Distribución en el desarrollo BONANZA SUR, de predios por manzanas, de acuerdo con la base cartográfica predial suministrada por la Secretaría Distrital de Planeación.

Manzana	Predios	Manzana	Predios
1	1 a 14	7	1 a 16
2	1 a 14	8	1 a 10
3	1 a 19	9	1 y 2
4	1 a 25	10	1 a 5
5	1 a 28	11	1 a 13
6	1 a 11	12	1 a 14
Zona Verde y Comunal	La zona se dividió en dos sectores: ZVYC Sector A y ZVYC Sector B		

Se aclara que la cartografía de la Secretaría Distrital de Planeación, se tomará como nomenclatura para la referenciación de los predios; adicionalmente, se presenta en la Tabla No. 2 la correspondencia con la cartografía de la Unidad Administrativa Especial Catastro Distrital – UAECD (antes Departamento Administrativo de Catastro Distrital – DACD).

Tabla No. 2. Distribución en el desarrollo BONANZA SUR, de predios por manzanas y su correspondencia cartográfica con la Unidad Administrativa Especial Catastro Distrital – UAECD.

Nomenclatura del presente concepto		Correspondencia Cartográfica		Nomenclatura del presente concepto		Correspondencia Cartográfica	
SDP		UAECD		SDP		UAECD	
Manzana	Predios	Manzana	Predios	Manzana	Predios	Manzana	Predios
1	1	77	1	5	15	73	11
	2		12		16		12
	3		2		17		13
	4		3		18		14
	5		4		19		20





ALCALDÍA MAYOR DE BOGOTÁ D.C.

Secretaría de Gobierno

DIRECCIÓN DE PREVENCIÓN Y ATENCIÓN DE EMERGENCIAS

Nomenclatura del presente concepto		Correspondencia Cartográfica		Nomenclatura del presente concepto		Correspondencia Cartográfica	
SDP		UAECD		SDP		UAECD	
Manzana	Predios	Manzana	Predios	Manzana	Predios	Manzana	Predios
1	6	77	5	5	20	73	21
	7		6		21		22
	8		7		22		23
	9		8		23		15
	10		9		24		16
	11		10		25		1
	12		13		26		1
	13		11		27		17
	14		S.C.*		28		S.C.*
2	1	76	14	6	1	72	7
	2		9		2		2
	3		10		3		8
	4		11		4		3
	5		12		5		4
	6		13		6		5
	7		1		7		9
	8		2		8		6
	9		3		9		10
	10		4		10		1
	11		5		11		1
	12		6		1		2
	13		7		2		15
	14		8		3		3
3	1	75	1	7	4	71	4
	2		21		5		5
	3		15		6		14
	4		2		7		6
	5		18		8		7
	6		19		9		8
	7		3		10		9
	8		4		11		13
	9		5		12		16
	10		6		13		10
	11		7		14		11
	12		8		15		



ALCALDÍA MAYOR DE BOGOTÁ D.C.

Secretaría de Gobierno

DIRECCIÓN DE PREVENCIÓN Y ATENCIÓN DE EMERGENCIAS

Nomenclatura del presente concepto		Correspondencia Cartográfica		Nomenclatura del presente concepto		Correspondencia Cartográfica	
SDP		UAECD		SDP		UAECD	
Manzana	Pedios	Manzana	Pedios	Manzana	Pedios	Manzana	Pedios
3	13	75	9	7	16	71	12
	14		10	8	1		10
	15		11		2		9
	16		12		3		8
	17		17		4		7
	18		16		5		6
	19		1		6		5
4	1	74	2		9	7	81
	2		18	8		3	
	3		3	9		1	
	4		19	10		2	
	5		23	1		1	
	6		4	2		2	
	7		5	10		1	
	8		6		2	5	
	9		7		3	4	
	10		20		4	3	
	11		8		5	2	
	12		9		1	14	
	13		21		2	2	
	14		10	3	3		
	15		11	4	4		
	16		12	5	5		
	17		22	6	6		
	18		13	7	7		
	19		24	8	8		
	20		14	9	1		
	21		15	10	10		
	22		16	11	11		
	23		17	12	12		
	24		1	13	13		
	25			1	13		
5	1	73	S.C.*	12	2	78	2
	2		17		3		3
	3		2		4		4



ALCALDÍA MAYOR DE BOGOTÁ D.C.

Secretaría de Gobierno

DIRECCIÓN DE PREVENCIÓN Y ATENCIÓN DE EMERGENCIAS

Nomenclatura del presente concepto		Correspondencia Cartográfica		Nomenclatura del presente concepto		Correspondencia Cartográfica	
SDP		UAECD		SDP		UAECD	
Manzana	Predios	Manzana	Predios	Manzana	Predios	Manzana	Predios
5	4	73	3	12	5	78	5
	5		18		6		6
	6		4		7		7
	7		5		8		8
	8		6		9		9 y 10
	9		7		10		11
	10		8		11		12
	11		19		12		1
	12		9		13		1
	13		10		14		14
	14						
Zona Verde y Comunal	ZVYC Sector A	S.C.*		Zona Verde y Comunal	ZVYC Sector B	S.C.*	

*S.C.: Sin Correspondencia

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 POT); así como la "Zonificación de Riesgo por Inestabilidad del Terreno para Diferentes Localidades en la Ciudad de Santa Fe de Bogotá D.C.", escala 1:10.000, realizada por el Fondo de Prevención y Atención de Emergencias – FOPAE a través de la firma Ingeocim Ltda., en 1998.

De acuerdo con el estudio de Ingeocim (1998) y con el Plano Normativo en mención, el área donde se encuentra localizado el desarrollo BONANZA SUR de la localidad de Ciudad Bolívar, corresponde con una zona de amenaza media y alta por fenómenos de remoción en masa (Ver Figura No. 1).

La información general y temática para el sector se obtuvo a partir de la revisión del "Estudio de Riesgo por Remoción en masa, evaluación de alternativas de mitigación y Diseños detallados de las obras recomendadas para estabilizar el escarpe del Barrio Bonanza Sur, de la Localidad Ciudad Bolívar, en Bogotá, D.C." elaborado en el año 2003 por la Unión Temporal Suiza Ingeniería Integral, para el Fondo de Prevención y Atención



ALCALDÍA MAYOR DE BOGOTÁ D.C.

Secretaría de Gobierno

DIRECCIÓN DE PREVENCIÓN Y ATENCIÓN DE EMERGENCIAS

de Emergencias – FOPAE, desarrollado según los términos del contrato FOPAE No. CONS-161/2003.

Entre los antecedentes del barrio Bonanza Sur se registra que en el año 1999, éste fue incluido en la Resolución de legalización No. 336 del 11 de Octubre emitida por el entonces Departamento Administrativo de Planeación Distrital (Actualmente Secretaría Distrital de Planeación - SDP); que en su Artículo 3o. niega el reconocimiento oficial y la correspondiente incorporación del desarrollo objeto del presente concepto.

Dentro del Programa de Legalización y Regularización de Barrios, la Dirección de Prevención y Atención de Emergencias – DPAE ha emitido los siguientes conceptos técnicos de riesgo por fenómenos de remoción en masa para el desarrollo objeto del presente concepto:

- El 12 de Julio del año 2000, a solicitud de la Caja de Vivienda Popular – CVP, se emitió el Concepto Técnico CT-3497 para el Desarrollo Bonanza Sur.

En este Concepto, la zonificación de amenaza resultó en tres (3) zonas de amenaza alta de acuerdo con el tratamiento a seguir en cada caso, descritas en la Tabla No. 3:

Tabla No. 3. Zonificación de Amenaza por Fenómenos de Remoción en Masa según CT-3497 para el desarrollo BONANZA SUR

PREDIOS	DESCRIPCIÓN
ZA1: Mz. 6 predio 14.	Zona inmediata al escarpe rocoso, el cual puede presentar algunos desprendimientos.
ZA2: Mz. 9 predio 11.	Zona expuesta al escarpe rocoso, aunque en menor pendiente.
ZA3: Corresponde al corredor vial al occidente del barrio, al pie del escarpe rocoso	Zona expuesta al escarpe rocoso

De igual manera, la caracterización del riesgo establecida en el CT-3497 se resume de a continuación:

- Zona de alto riesgo no mitigable (ZA1): Corresponde a las viviendas: Mz. 5 predio 14 y Mz. 6 predios 16 a 19.
- Zona de alto riesgo mitigable (ZA2): Vivienda de la Mz. 9 predio 12.
- Sector en riesgo medio y bajo por remoción en masa; corresponde al resto del barrio.

En este concepto se recomienda que para el proceso de legalización, se denominen como sectores afectados no sólo aquellos que presentan alto riesgo sino también los de alta amenaza por remoción en masa, que constituyen un riesgo potencial, por lo



ALCALDÍA MAYOR DE BOGOTÁ D.C.

Secretaría de Gobierno

DIRECCIÓN DE PREVENCIÓN Y ATENCIÓN DE EMERGENCIAS

que se deben adelantar estudios geotécnicos detallados cuando se pretenda dar un uso urbano; en caso contrario, debe destinarse para zona verde o de recreación pasiva.

Adicionalmente, desde el punto de vista de riesgo, en el CT-3497, la DPAE consideró factible la legalización del desarrollo teniendo en cuenta las siguientes recomendaciones tendientes a reducir las condiciones de riesgo existente o evitarlas en otros puntos:

- Zona de amenaza ZA1 (Mz. 6: predio 14): Prohibir la construcción en este predio y destinar este espacio como zona de protección o zona de control ambiental.
 - Zona de amenaza ZA2 (Mz. 9: predio 11): Previo a la construcción en este predio, ejecutar medidas para que los bloques que eventualmente caigan, pierdan energía evitando que produzcan daños a bienes o personas.
 - Zona de amenaza ZA3 correspondiente al corredor vial al occidente del barrio, al pie del escarpe rocoso: Para éste se recomienda aislar la zona expuesta a desprendimientos mediante la construcción de un muro en gaviones y no se deberá permitir su uso urbano destinándolo a zona de protección.
 - En general, se deberá implementar medidas físicas para control de la amenaza en los sectores con procesos activos e incorporación de acciones de ordenamiento y uso de del suelo como prevención y recuperación del cuerpo de agua, márgenes y cauce.
- El 21 de Enero del año 2004, a solicitud del entonces DAPD, se emitió el Concepto Técnico CT-3956 (que reemplaza el CT-3497) para el Desarrollo Bonanza Sur.

Este concepto se elaboró con base en el "*Estudio de Riesgo por Remoción en masa, evaluación de alternativas de mitigación y Diseños detallados de las obras recomendadas para estabilizar el escarpe del Barrio Bonanza Sur, de la Localidad Ciudad Bolívar, en Bogotá, D.C.*" desarrollado según los términos del contrato FOPAE No. CONS-161/2003, suscrito entre el Fondo para la Prevención y Atención de Emergencias – FOPAE y Unión Temporal Suiza Ingeniería Integral.

Respecto a la categorización de amenaza se identificó lo siguiente:

- La fuente de amenaza la constituyen los procesos de inestabilidad activos y potenciales asociados al talud de la antigua explotación minera ubicada al occidente del desarrollo.
- La amenaza por caída de bloques se distribuye en una franja paralela al antiguo frente de exploración, cubriendo el extremo occidental de las manzanas 5, 6, 7, 8 y 9; siendo mayor hacia la parte centro occidental.
- La amenaza por deslizamiento se concentra en la parte centro occidental del barrio. Hacia el extremo nororiental del barrio (manzanas 9 y 10), se establece una



ALCALDÍA MAYOR DE BOGOTÁ D.C.

Secretaría de Gobierno

DIRECCIÓN DE PREVENCIÓN Y ATENCIÓN DE EMERGENCIAS

calificación de amenaza media por deslizamiento, asociada con la existencia de un depósito coluvial susceptible de afectarse por infiltración de agua.

- En resumen, los predios calificados con amenaza y riesgo alto por los procesos de remoción en masa identificados se presentan en la Tabla No. 4:

Tabla No.4. Distribución de predios en amenaza y riesgo alto por fenómenos de remoción en masa en el desarrollo BONANZA SUR de la localidad de Ciudad Bolívar, según el CT-3956

MANZANA	PREDIOS EN AMENAZA ALTA	PREDIOS EN RIESGO ALTO
5	-	13 y 14
6	14	14 y 19
7	20, 21, 22, 23, 24 y 25	20, 22, 24 y 25
8	22, 23 y 24	22, 23 y 24
9	11 y 12	-

Los demás predios del barrio se calificaron como predios en riesgo medio o bajo por fenómenos de remoción en masa.

Finalmente se consignaron las siguientes conclusiones y recomendaciones:

- Desde el punto de vista de riesgos, la DPAE consideró factible legalizar el desarrollo BONANZA SUR. Se sugirió excluir del proceso los sectores que presentaban alto riesgo y/o alta amenaza por remoción en masa.
- Se estableció que es viable la construcción de obras civiles para mitigar los niveles de amenaza alta y/o riesgo alto identificados.
- A los predios 13 y 14 de la manzana 5 y el predio 14 de la manzana 6, se les definió una condición de alto riesgo no mitigable.
- Para la zona verde No. 1, calificada en alta amenaza y que comprende el frente del talud y la base del mismo, se recomendó declararlo como suelo de protección y no permitir su ocupación.

Adicionalmente, en el Sistema de Información para la Gestión de Riesgos y Atención de Emergencias de Bogotá – SIRE, se encontraron otras fuentes de información para el desarrollo **BONANZA SUR** y sectores aledaños, tal como se describen a continuación en la Tabla No. 5.



ALCALDÍA MAYOR DE BOGOTÁ D.C.

Secretaría de Gobierno

DIRECCIÓN DE PREVENCIÓN Y ATENCIÓN DE EMERGENCIAS

Tabla No. 5. Informes generados por la DPAE, para el desarrollo "Bonanza Sur"

INFORME (Fecha)	DIRECCIÓN	DESCRIPCIÓN
DI-1732 (Abril -03)	Transversal 55 # 68 H - 49 Sur (Mz. 2 Predio 14)	En la Tv. 55 se presentó un deslizamiento local de suelo residual arenoso y materia orgánica invadiendo parcialmente la vivienda localizada en la nomenclatura 68 H - 49 Sur produciendo colapso en un muro de mampostería. En la cara expuesta del talud se evidenció presencia de agua en forma copiosa y la cercanía de una caja de inspección. Para este evento, la DPAE recomendó: •No habitar la parte sur oeste de la vivienda, donde se presentó el colapso del muro, hasta que se adelante el reforzamiento de muros o medidas de protección del talud. •Diseñar y construir obras de protección para la cara expuesta del talud, con el fin de mitigar los procesos erosivos y el desconfinamiento del material que lo conforma •Realizar el mantenimiento de la caja de inspección de drenaje que se relaciona con la obra de protección del talud en el Desarrollo Jerusalén Plan Canteras, con el fin de disminuir la infiltración que se presenta hacia la cara expuesta del talud.
RO-10874 (Abril - 04)		
DI-2319 (Febrero - 05)	Transversal 56 # 68 F - 53 Sur (Mz. 3 Predio 19)	Frente a la vivienda de la Tv. 56 # 68F-53 Sur se observó un talud con roca meteorizada y en la parte alta existen bloques de roca y suelo residual con posibilidades de caer sobre la edificación. Posterior a la valoración técnica de la situación se realizaron las siguientes recomendaciones: •Evacuar temporalmente la vivienda mencionada, hasta tanto se realicen las obras de mitigación del riesgo. •Realizar las obras de mitigación de riesgo previstas para el sector. •Hacer aislamiento de la zona hasta que se concluyan las obras de mitigación.
RO-13378 (Febrero-05)		
RO-14082 (Abril-05)		

Atendiendo los resultados del estudio y del concepto CT-3956, el Fondo de Desarrollo Local de la localidad de Ciudad Bolívar adelantó a través de la Dirección Ejecutiva de Localidades – DEL, la construcción de las obras de mitigación recomendadas en el estudio para el sector. La DEL suscribió el contrato SGDC-OP-19-0040-00-04 con el Consorcio SP para la realización de las obras mencionadas, las cuales iniciaron en febrero de 2005 y culminaron en septiembre del mismo año en una primera fase.

En el sector en donde se ubica la vivienda con nomenclatura Transversal 55 No. 68H-49 Sur no se intervino debido a que los recursos disponibles para la ejecución de las obras se priorizaron para la ejecución de éstas en las zonas de mayor riesgo dentro del área del proyecto.

Otras comunicaciones oficiales que hacen parte de los antecedentes para el desarrollo Bonanza sur, son las acciones que la DPAE adelanta en este desarrollo, que se han dado a conocer a la Comunidad mediante los siguientes comunicados oficiales: RO-10059 (Sep-2003), RO-12210 (Sep-2004), RO-14856 (Jun-2005), RO-15374 (Ago-2005), RO-16257 (Nov-2005), RO-16362 (Nov-2005), RO-16802 (Dic-2005), RO-16811 (Dic-2005),





ALCALDÍA MAYOR DE BOGOTÁ D.C.

Secretaría de Gobierno

DIRECCIÓN DE PREVENCIÓN Y ATENCIÓN DE EMERGENCIAS

RO-17353 (Mar-2006) y RO-17724 (Abr-2006).

Finalmente, respecto al proceso de legalización, la DPAE informó a la Junta de Acción Comunal las acciones necesarias para contribuir con el proceso de legalización, mediante el RO-19919 de Octubre de 2006.

Con base en lo anterior, la DPAE ante la ocurrencia de procesos de inestabilidad en el desarrolló Bonanza Sur, ha recomendado para 3 familias el ingreso al Programa de Reasentamiento de Familias localizadas en Zona de Alto Riesgo No Mitigable que se presentan en la Tabla No. 6, dado que se encontraba comprometida en el corto plazo la habitabilidad, funcionalidad y estabilidad estructural de sus viviendas.

Tabla No. 6. 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 BONANZA SUR de la localidad de CIUDAD BOLÍVAR.

No.	Documento de Soporte	Dirección	Nomenclatura del presente concepto		Correspondencia Cartográfica			
			SDP		UAECD		INFORME DE SOPORTE	
			Manzana	Predio	Manzana	Predio	Manzana	Predio
1	CT-3956	Transversal 56 No. 68H-48 Sur	2	1	76	14	5	14
2	CT-3956	Transversal 55 No. 68H-49 Sur	2	14	76	8	5	13
3	CT-3956	Transversal 56 No. 68F-53 Sur	3	19	75	1	6	14

4. EVALUACIÓN DE AMENAZA POR FENÓMENOS DE REMOCIÓN EN MASA

4.1 METODOLOGÍA

Para realizar la evaluación de la amenaza se tomó como base 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 análisis de amenaza por remoción en masa se adoptó de acuerdo con los procedimientos y resultados obtenidos en el estudio realizado por la Unión Temporal Suiza (2003) para el FOPAE, como se describe a continuación:



ALCALDÍA MAYOR DE BOGOTÁ D.C.

Secretaría de Gobierno

DIRECCIÓN DE PREVENCIÓN Y ATENCIÓN DE EMERGENCIAS

Para realizar la evaluación de amenaza por problemas de erosión y de estabilidad de taludes, excluyendo caída de bloques se utilizó la metodología de probabilidad de falla por conjuntos difusos y probabilidad total (González, 1992).

Para cada una de las zonas homogéneas definidas desde el punto de vista de comportamiento geotécnico se establece el factor de seguridad, entendido como la relación entre las fuerzas resistentes y las fuerzas actuantes en el talud. A su vez las fuerzas resistentes son función de los parámetros de resistencia del material (ángulo de fricción y cohesión), la presión de poros y el ángulo del talud; las fuerzas actuantes son función del peso unitario, el ángulo del talud, la presión de poros y la aceleración producida por el sismo. Se puede decir que todas las variables anteriores son aleatorias y por tanto pueden considerarse como independientes; la convolución de estas variables (según el modelo de falla), determina la distribución de probabilidad del factor de seguridad y determinando la probabilidad de que este factor sea menor o igual a 1.0, se puede determinar la probabilidad de falla del talud.

Para la zonificación de amenaza por deslizamiento se utilizaron factores de seguridad hallados por medio de la probabilidad total a nivel anual, siguiendo los criterios presentados a continuación:

CATEGORIZACIÓN DE LA AMENAZA POR DESLIZAMIENTO	CRITERIO
ALTA	$FS < 1.3$
MEDIA	$1.3 < FS \leq 1.9$
BAJA	$FS > 1.9$

Para caída de bloques se debe estimar la distancia de viaje de los bloques, dando como resultado la distribución espacial de la probabilidad de ocurrencia de este fenómeno; para este análisis se utilizó el software Georock, que para simulación de caída de rocas utiliza los métodos denominados Lumped Mass y CRSP (Colorado Rockfall Simulation Program), éste último desarrollado por Pfeiffer y Bowen (1989) con el objetivo de modelar el movimiento de la caída de bloques de roca en forma de esfera, cilindro o disco, con sección circular, en el plano vertical de movimiento; para describir el movimiento de los bloques, el modelo CRSP aplica la ecuación de movimiento parabólico de un cuerpo en caída libre y el principio de conservación de energía total. Se modela el fenómeno de impacto utilizando como sucesivos parámetros la rugosidad del talud y la dimensión de los bloques de roca.

El modelo considera las combinaciones de los movimientos de caída libre, vuelco, ruedo y deslizamiento que pueden variar según las dimensiones de los bloques y de la rugosidad del talud. Para categorizar la amenaza por caída de bloques, se determinaron los siguientes rangos de energía total de impacto promedio calculados:



ALCALDÍA MAYOR DE BOGOTÁ D.C.

Secretaría de Gobierno

DIRECCIÓN DE PREVENCIÓN Y ATENCIÓN DE EMERGENCIAS

CATEGORIZACIÓN DE LA AMENAZA POR CAÍDA DE BLOQUES	CRITERIO Rango de energía total anual (Ei)
ALTA	$E_i < 10 \text{ kJ}$
MEDIA	$10 \text{ kJ} < E_i < 100 \text{ kJ}$
BAJA	$E_i > 100 \text{ kJ}$

Partiendo de lo anterior y teniendo en cuenta la calificación de amenaza obtenida en el estudio de la Unión Temporal Suiza (2003), la información disponible, así como la escala y finalidad de este concepto, para realizar la evaluación de la amenaza se siguió el siguiente proceso metodológico:

- 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 amenaza y 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.

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 BONANZA SUR de la localidad de CIUDAD BOLÍVAR.

4.2 PARÁMETROS VERIFICADOS

4.2.1 Marco Físico del Sector

El barrio BONANZA SUR, describe un polígono irregular alargado en dirección Noroccidente – Suroriente, se ubica en la base de un talud correspondiente a una antigua explotación minera; limita al nororiente con el conjunto residencial Bosques de la



ALCALDÍA MAYOR DE BOGOTÁ D.C.

Secretaría de Gobierno

DIRECCIÓN DE PREVENCIÓN Y ATENCIÓN DE EMERGENCIAS

Candelaria, al sur con el barrio Jerusalén Canteras y al suroccidente con el frente de explotación minera y el barrio Alto de los Robles.



Fotografía No. 1. Panorámica del sector noroccidental del desarrollo BONANZA SUR

El desarrollo se encuentra urbanísticamente consolidado con un 99% de sus predios construidos, con viviendas de 1 (47%), 2 (31%), 3 (16%) y 4 (5%) pisos, principalmente en mampostería sin confinamiento (79%), en algunos casos en mampostería confinada (16%) y el 4% restante de las viviendas están construidas en material de recuperación con deficientes condiciones estructurales. Cuenta con servicios públicos domiciliarios de acueducto, alcantarillado, energía, teléfono y gas natural.

En el desarrollo las vías carecen de estructura de pavimento y de obras de drenaje para el manejo de aguas lluvias, lo que favorece el desarrollo de procesos de erosión laminar y en pequeños surcos, principalmente en las vías que presentan una dirección suroccidente a nororiente y tienen una pendiente media.

4.2.2 Geología

La zona donde localiza el desarrollo objeto del presente concepto técnico se localiza al sur de Bogotá, en la localidad de Ciudad Bolívar, sobre la parte baja del sector de Sierra



ALCALDÍA MAYOR DE BOGOTÁ D.C.

Secretaría de Gobierno

DIRECCIÓN DE PREVENCIÓN Y ATENCIÓN DE EMERGENCIAS

Morena y hace parte de las estribaciones de los cerros sur occidentales que delimitan la Sabana de Bogotá.

En esta zona aflora la Formación Guaduas la cual consta principalmente de lutitas con frecuentes intercalaciones de arenitas. Dentro de estas últimas se destacan las denominadas Arenisca La Guía y Arenisca Lajosa que han permitido subdividir el Guaduas en tres conjuntos (Ingeominas, 2001).

En cuanto a la geología local, de acuerdo con el estudio de la Unión Temporal Suiza (2003), en la zona del barrio Bonanza Sur afloran rocas del conjunto medio de la Formación Guaduas, conformado por una secuencia de cuarzoarenitas competentes y dispuestas en capas medias a gruesas, separadas por capas lenticulares de limolitas arcillosas de color gris. Las rocas de la formación Guaduas han sido explotadas en esta zona como lo evidencia una serie de escarpes de antiguas canteras.

La Formación Guaduas se encuentra localmente cubierta por depósitos Cuaternarios de diferente origen los cuales se describen a continuación:

- **Rellenos de escombros:** Son depósitos de composición heterogénea, mal seleccionados, conformados por residuos de materiales de construcción y en ocasiones fragmentos de roca producto de la excavación para construcción de viviendas.
- **Rellenos antrópicos:** Son depósitos mal seleccionados y de baja densidad, constituidos por gravas y algunos bloques de cuarzoarenita y limolita en medio de una matriz limoarcillosa de color café oscuro. Estos rellenos conforman antiguos botaderos y su mejor exposición se aprecia en la parte alta del barrio, en cercanías al barrio Alto de Los Robles.
- **Flujos de detritos:** Localizados en la cara de los taludes son de composición predominantemente lodolítica, se asocian con la degradación de los materiales expuestos al intemperismo.
- **Depósitos coluviales:** Conformados por bloques y gravas angulares de cuarzoarenita principalmente, en medio de una matriz limosa de color café. Se aprecia en la parte suoriental del barrio Bonanza Sur.
- **Depósitos de ceniza volcánica:** De espesor variable entre 0.3 y 0.8m, con cenizas de color gris, permeables, de baja densidad, que aflora en la parte alta del barrio, en límite con el barrio Alto de los Robles.



ALCALDÍA MAYOR DE BOGOTÁ D.C.

Secretaría de Gobierno

DIRECCIÓN DE PREVENCIÓN Y ATENCIÓN DE EMERGENCIAS

4.2.3 Geología Estructural

El área donde se ubica el desarrollo Bonanza Sur, de acuerdo con el estudio de la Unión Temporal Suiza (2003), y la verificación de campo se encuentra controlado estructuralmente por cinco fallas geológicas locales con rumbo general nororiente y noroccidente; también se aprecian tres pliegues, dos sinclinales y un anticlinal, todos con ejes orientados hacia el nororiente, estas estructuras geológicas condicionan la disposición de las unidades litoestratigráficas que presentan un rumbo norte y nororiente y buzamientos predominantes hacia el noroccidente y alto grado de fracturamiento, características que han sido responsables del comportamiento geológico de las formaciones en el sector.

4.2.4 Geomorfología y Procesos Morfodinámicos

En el desarrollo BONANZA SUR, de acuerdo con la Unión Temporal Suiza (2003) y la verificación de campo, las geoformas presentes en el sector están controladas estructuralmente y están relacionadas principalmente con familias de discontinuidades o por sus intersecciones, que forman laderas constituidas por frentes estructurales de pendientes altas desarrolladas sobre las unidades del Conjunto Medio de la Formación Guaduas.

Según las características morfogenéticas y morfodinámicas de la zona y acorde con los resultados del estudio ya citado, se presentan como geoformas predominantes las siguientes:

- **Escarpes y Frentes Estructurales:** Taludes producto de la explotación de materiales, con altura variable entre 2 y 25 m y altas pendientes (subverticales), con bermas intermedias con ancho variable entre 5 y 10 m. Estos taludes se encuentran expuestos a la intemperie y por tanto presentan evidencias de erosión hídrica concentrada en surcos y cárcavas, principalmente en el talud superior; en el talud inferior se aprecian evidencias de erosión diferencial, que conlleva a la pérdida de soporte de las capas de arenita ante la remoción de los niveles de arcillolita subyacentes. En los sectores donde la composición del talud es predominantemente lodolítica se presentan flujos de detritos debido a la menor resistencia a los agentes erosivos.
- **Zona plana por excavación:** Corresponde a la parte plana ubicada en la pata del talud de la antigua explotación, donde se emplazaron las viviendas del barrio Bonanza Sur, sobre las rocas de la Formación Guaduas Conjunto Medio.
- **Zona plana alta:** Corresponde a rellenos antrópicos que cubren las rocas en la parte superior del talud, dando lugar a formas onduladas de pendiente suave, provenientes de la disposición de sobrantes de construcción o de excavaciones



ALCALDÍA MAYOR DE BOGOTÁ D.C.

Secretaría de Gobierno

DIRECCIÓN DE PREVENCIÓN Y ATENCIÓN DE EMERGENCIAS

realizadas para la construcción de viviendas. Localmente se encuentran depósitos de ceniza volcánica cerca del borde del talud superior.

- **Depósitos coluviales:** Corresponde a formas redondeadas con pendientes promedio de 57% (depósito suroriental) y 40% (depósito nororiental), provenientes de la remoción de materiales desde la parte alta, que cubren de manera discordante la roca.

Dentro de los procesos morfodinámicos observados en la zona es importante destacar los siguientes:

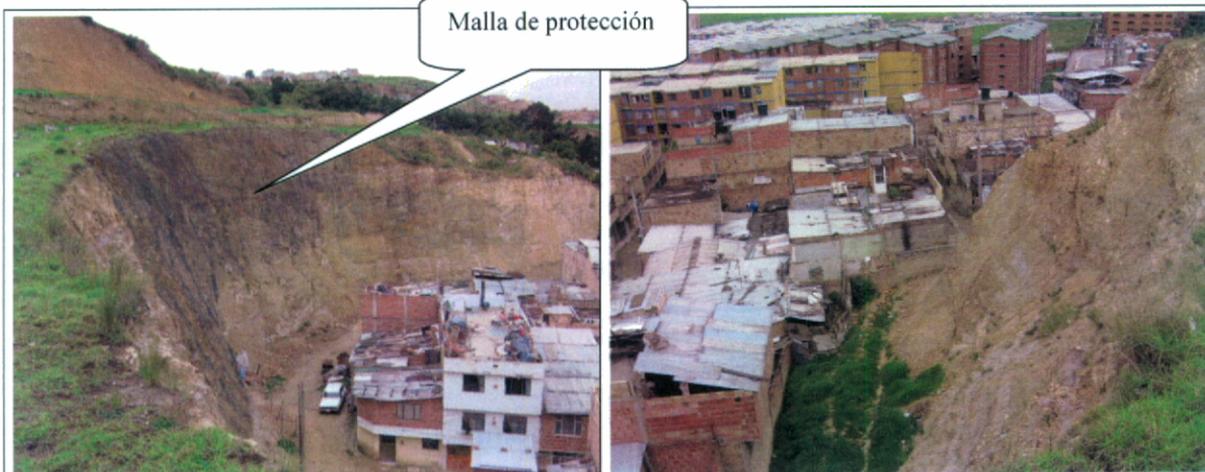
- **Caída de bloques:** Movimiento que se presenta en varios sectores, especialmente en el sector suroccidental del desarrollo en la pata del talud rocoso. Se trata de la caída de bloques de areniscas, favorecida por la presencia de planos de diaclasas de alto ángulo, el elevado grado de fracturamiento y la erosión diferencial que han afectado las condiciones de estabilidad del macizo rocoso.
- **Flujos de tierra:** Son comunes los flujos de detritos en la parte baja de los taludes de composición predominantemente lodolítica debido a su menor resistencia ante los procesos erosivos. Cuando se encuentran en taludes arenosos forman conos bien definidos y de fácil reconocimiento en campo, aunque son de tipo local y de menor extensión que los lodolíticos. La mayoría de detritos son de tamaño grava, bien seleccionados y en ocasiones se encuentran enmascarando los contactos entre las diferentes unidades litológicas.
- **Deslizamientos:** Asociados con excavaciones efectuadas para la ampliación de algunas viviendas en la parte baja del talud, lo que ha ocasionado el desconfinamiento del talud y posterior inestabilidad del terreno. Aunque se trata de movimientos locales, el riesgo que representan es importante ya que están afectando viviendas habitadas.
- **Erosión:** En general, la mayor parte del desarrollo está expuesta a la erosión, sin embargo se concentra en el sector suroccidental del área, en las capas de arcillolita debido a su menor resistencia a los procesos erosivos y en algunas calles del desarrollo debido a la ausencia de pavimento y de obras de drenaje para el manejo del agua de escorrentía. Es común encontrar procesos de erosión concentrada en surcos y cárcavas debido a la ausencia de una cobertura vegetal del terreno, a la amplia exposición de la roca por los cortes realizados y a la ausencia de obras de drenaje para captar el agua de escorrentía.



ALCALDÍA MAYOR DE BOGOTÁ D.C.

Secretaría de Gobierno

DIRECCIÓN DE PREVENCIÓN Y ATENCIÓN DE EMERGENCIAS



Malla de protección

Fotografía No. 2. Talud localizado al suroccidente del desarrollo Bonanza Sur, en el Sector A de la ZVYC, sobre el que se ejecutaron las medidas de mitigación recomendadas por el Estudio de la Unión Temporal Suiza (2003).

Fotografía No. 3. Aspecto del talud suroccidental, en el Sector B de la ZVYC, en el cual son evidentes los procesos de erosión laminar y surcos, así como el alto grado de fracturamiento de las rocas de la Formación Guaduas.



Fotografías No. 4. y No. 5 Medidas de mitigación implementadas en el talud suroccidental del desarrollo Bonanza Sur, consistentes en anclajes activos (izquierda) y malla de protección (derecha) respectivamente. Nótese la funcionalidad de la malla en la retención de bloques y guijarros provenientes del talud.

4.2.5 Hidrografía e Hidrología

El sistema hidrográfico natural está enmarcado puntualmente por una serie de cauces menores, los cuales discurren hacia la cuenca del río Tunjuelo.

En el sector noroccidental del desarrollo, se encuentra un drenaje intermitente con

CT 4873 – BONANZA SUR

PÁG. 18 DE 36

Bogotá sin indiferencia



ALCALDÍA MAYOR DE BOGOTÁ D.C.

Secretaría de Gobierno

DIRECCIÓN DE PREVENCIÓN Y ATENCIÓN DE EMERGENCIAS

dirección suroccidente – nororiente, paralelo a la Transversal 61.

De acuerdo con el estudio de Ingeocim Ltda. (1998), la distribución anual de lluvias en la zona donde se ubica el desarrollo Bonanza Sur, es bimodal, con dos períodos lluviosos intercalados con dos períodos secos, con una precipitación media multianual de 600 mm y la precipitación crítica varía entre 210 mm y 220 mm, con un período de retorno de 10 a 15 años.

4.2.6 Factor Antrópico

La zona donde se encuentra el desarrollo Bonanza Sur ha tenido una fuerte intervención antrópica asociada a la actividad minera, lo que ha influido notablemente tanto en el paisaje, como en las condiciones de estabilidad naturales del terreno. Desde el inicio de las explotaciones mineras, se configuraron taludes de corte de altura considerable, susceptibles al desarrollo de fenómenos de inestabilidad. Actualmente, varios de los sitios de extracción minera se encuentran abandonados y en cercanías de ellos se han construido viviendas, como en el caso del desarrollo Bonanza Sur, estas viviendas están expuestas a los diferentes fenómenos de inestabilidad que se presentan en los taludes de las canteras.

El estado actual de la mayoría de las vías internas, que carecen de estructura de pavimento y no cuentan con obras para el manejo de drenaje, favorece sobre éstas el desarrollo de erosión superficial laminar y localmente en surcos.

4.2.7 Uso y Cobertura Vegetal

El uso del suelo es urbano, correspondiendo a un sector consolidado, con densidad de construcción alta de tipo residencial, vías de acceso peatonal y vehicular, en general sin pavimentar, con una mínima cantidad de lotes vacíos (1%). De igual forma, se encuentran construcciones unifamiliares de un piso (47%) y en menor medida de dos pisos (31%), tres pisos (16%) y cuatro pisos (5%), principalmente en mampostería simple y pocas en material de recuperación.

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

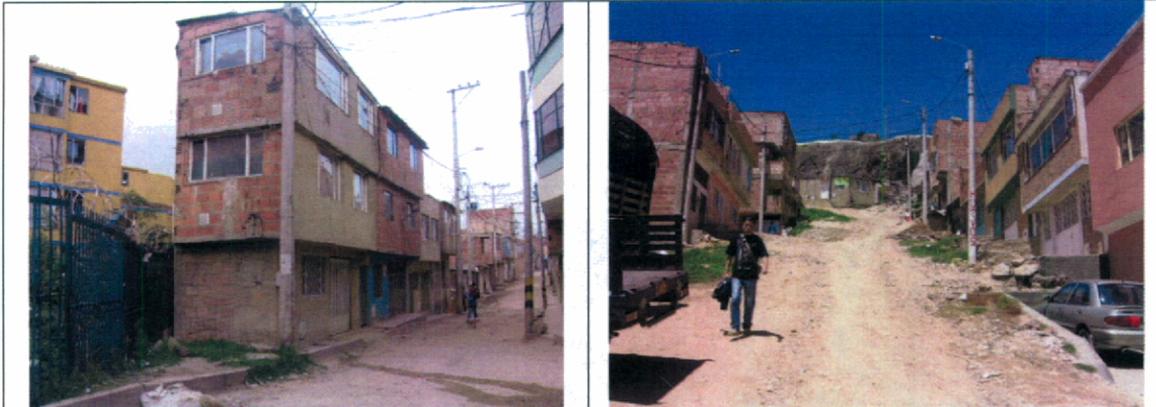
De acuerdo con la metodología descrita, la revisión de los antecedentes citados y el reconocimiento de campo, se obtuvo la siguiente zonificación, la cual se presenta en el Anexo 1. Mapa de Zonificación de Amenaza por Fenómenos de Remoción en Masa del desarrollo BONANZA SUR de la Localidad de CIUDAD BOLÍVAR.



ALCALDÍA MAYOR DE BOGOTÁ D.C.

Secretaría de Gobierno

DIRECCIÓN DE PREVENCIÓN Y ATENCIÓN DE EMERGENCIAS



Fotografía No. 6 y No. 7. Aspecto de las vías sin estructura de pavimento en el desarrollo BONANZA SUR. Nótese en la Fotografía No. 7, la pendiente alta que favorece el desarrollo de procesos de erosión.

4.3.1 Zonas de Amenaza Alta por FRM

Corresponden a los siguientes sectores, tal como se describen a continuación en la Tabla No. 7.

Tabla No.7. Sectores en amenaza alta en el desarrollo BONANZA SUR de la localidad de CIUDAD BOLÍVAR

MANZANA	PREDIOS	DESCRIPCIÓN
1	1	Predio ubicado en la base de un depósito coluvial conformado por bloques y gravas de areniscas subangulares en matriz limosa infrayacido por arenisca y limolitas del Conjunto Medio de la formación Guaduas, donde se evidencia, sobre el talud de alta pendiente, el potencial desarrollo por su alta susceptibilidad geotécnica, de procesos de remoción en masa y donde históricamente ha sido afectado por ellos.
2	1 y 14	Predios a los que se les definió una condición de alto riesgo no mitigable y por ende de alta amenaza por fenómenos de remoción en masa en el CT-3956.
3	19	



ALCALDÍA MAYOR DE BOGOTÁ D.C.

Secretaría de Gobierno

DIRECCIÓN DE PREVENCIÓN Y ATENCIÓN DE EMERGENCIAS

MANZANA	PREDIOS	DESCRIPCIÓN
3	1 a 4	<p>Corresponde con predios ubicados en la parte baja de un talud que corresponde a un antiguo escarpe principal de la extracción minera, con altura superior a los 14 m; en rocas fracturadas y meteorizadas de la Formación Guaduas, con una alta susceptibilidad geotécnica al desarrollo de procesos de inestabilidad y principalmente a la caída de bloques.</p> <p>La zona es potencialmente susceptible a presentar fenómenos de remoción en masa tales como: flujos de detritos y caída de bloques, asimismo, son evidentes los procesos de erosión laminar y en surcos debido a la ausencia de una cobertura vegetal adecuada, a la inclinación del talud y a la ausencia de obras de drenaje para captar el agua de escorrentía.</p>
Zona Verde y Comunal	ZVC Sector B	<p>Zona ubicada en la parte baja de un talud que corresponde a un antiguo frente de extracción minera, con altura superior a los 14 m, en rocas fracturadas y meteorizadas de la Formación Guaduas, la zona presenta una alta susceptibilidad al desarrollo de procesos de erosión y de inestabilidad; en especial, la zona es potencialmente susceptible a presentar fenómenos de remoción en masa tales como: flujos de detritos y caída de bloques y en donde, adicionalmente se presentan procesos de erosión laminar y en surcos, debido a la ausencia de una cobertura vegetal adecuada, a la inclinación del talud y a la ausencia de obras de drenaje para captar el agua de escorrentía.</p>

4.3.2 Zona de Amenaza Media por FRM:

Corresponden los siguientes sectores, tal como se describen a continuación en la Tabla No. 8.



ALCALDÍA MAYOR DE BOGOTÁ D.C.

Secretaría de Gobierno

DIRECCIÓN DE PREVENCIÓN Y ATENCIÓN DE EMERGENCIAS

Tabla No.8. Sectores en amenaza media en el desarrollo BONANZA SUR de la localidad de CIUDAD BOLÍVAR

MANZANA	PREDIOS	DESCRIPCIÓN
1	2 a 14	Corresponde con predios ubicados en una ladera de pendiente muy baja a media, sobre una zona que hacia antiguamente parte del patio de explotación de materiales, conformada sobre secuencias de areniscas y limolitas de la formación Guaduas, localmente meteorizadas, con aceptables condiciones de estabilidad, con una susceptibilidad media al desarrollo de fenómenos de inestabilidad. Localmente se aprecia la caída de pequeños bloques sobre el talud suroccidental, los cuales son retenidos por la malla de protección que se encuentra sobre dicho talud. Adicionalmente, sobre algunas vías se aprecia el desarrollo de procesos de erosión superficial laminar que pueden avanzar a la formación de pequeños surcos. Los predios 1, 2, 3 y 22 a 24 de la manzana 4, los predios 1, 2, 3 y 28 de la manzana 5 y predio 1 de la manzana 6 se encuentran en amenaza media, debido a la implementación de las medidas de mitigación adelantadas por la Dirección Ejecutiva de Localidades – DEL, los cuales presentaban antes de dichas medidas una condición de amenaza alta definida en el CT-3956 de 2004.
2	2 a 13	
3	5 a 18	
4	1 a 25 (toda la manzana)	
5	1 a 28 (toda la manzana)	
6	1 a 11 (toda la manzana)	
7	1 a 16 (toda la manzana)	
8	1 a 10 (toda la manzana)	
9	1 y 2 (toda la manzana)	
10	1 a 5 (toda la manzana)	
11	1 a 13 (toda la manzana)	
12	1 a 14 (toda la manzana)	
Zona Verde y Comunal	ZVYC Sector A	Esta zona corresponde a un antiguo talud de explotación de areniscas y limolitas del conjunto medio la Formación Guaduas sobre el que se ejecutaron las medidas de mitigación recomendadas por el Estudio de la Unión Temporal Suiza (2003) para el FOPAE.



ALCALDÍA MAYOR DE BOGOTÁ D.C.

Secretaría de Gobierno

DIRECCIÓN DE PREVENCIÓN Y ATENCIÓN DE EMERGENCIAS

5. EVALUACIÓN DE VULNERABILIDAD

La evaluación de la 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 sollicitación característica para cada vivienda
- ⊙ Clasificación de la tipología de vivienda existente. Esta información se obtuvo inicialmente 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 sollicitaciones 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 Leone¹ (Tabla No. 9) teniendo en cuenta los criterios de resistencia de la estructura presentados en la Tabla No. 10

Tabla No. 9. 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 tipología de los 171 predios que conforman el Desarrollo Bonanza Sur.

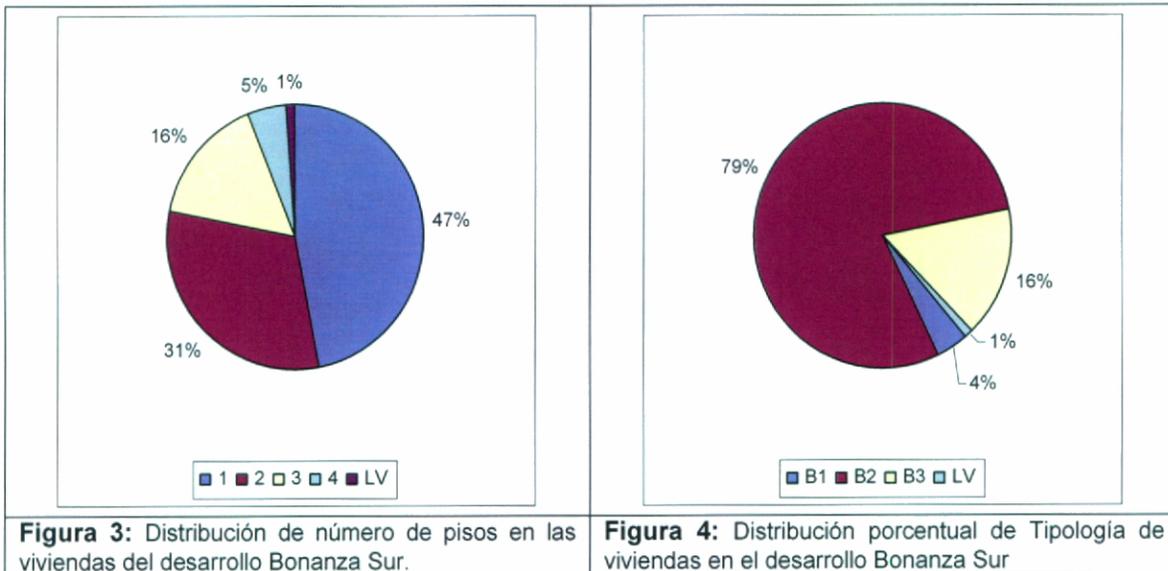
¹ LEONE F., 1996. — Concept de vulnérabilité appliqué à l'évaluation des risques générés par les phénomènes de mouvements de terrain. Thèse de doctorat, Université J. F. Fourier, Grenoble et Bureau de Recherches Géologiques et Minières, Marseille, 286 p.



ALCALDÍA MAYOR DE BOGOTÁ D.C.

Secretaría de Gobierno

DIRECCIÓN DE PREVENCIÓN Y ATENCIÓN DE EMERGENCIAS



El desarrollo BONANZA SUR cuenta con 170 predios construidos, que corresponden al 99% del total de predios, y las viviendas corresponden con unidades residenciales predominantemente de uno (47%), dos (31%), tres (16%) pisos y en menor medida se encuentran construcciones de cuatro pisos (5%).

Adicionalmente, teniendo en consideración la clasificación propuesta en la Tabla No. 7 y la revisión adelantada durante las visitas de campo, se determinó una predominancia de viviendas con construcciones de regular calidad (B2=79%), seguido por construcciones de calidad buena (B3=16%), en menor proporción construcciones con deficientes condiciones estructurales (B1=4%) y lotes no construidos (LV=1%).

Tabla No. 10. Criterios de resistencia de las estructuras según el tipo de solicitud o evento al que podrían estar expuestas las viviendas (Tomada de INGEOCIM, 1998)

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





ALCALDÍA MAYOR DE BOGOTÁ D.C.

Secretaría de Gobierno

DIRECCIÓN DE PREVENCIÓN Y ATENCIÓN DE EMERGENCIAS



Fotografía No. 8 Tipología predominante de las viviendas en el desarrollo, que se caracteriza por construcciones principalmente en mampostería sin confinamiento y con condiciones estructurales regulares.

De acuerdo con los parámetros verificados y las características del sector, en las zonas de amenaza alta los análisis están dirigidos a las solicitudes por desplazamientos, empujes laterales e impactos, mientras que en las zonas de amenaza media a desplazamientos y empujes laterales.

En este sentido, las solicitudes en general son medias a altas. Es importante anotar que en los predios no construidos no hay solicitudes porque no hay elementos expuestos (viviendas).

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. 11.

Tabla No.11. 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



ALCALDÍA MAYOR DE BOGOTÁ D.C.

Secretaría de Gobierno

DIRECCIÓN DE PREVENCIÓN Y ATENCIÓN DE EMERGENCIAS

El porcentaje de daño o índice de pérdidas (IP) lo define Leone (1996), como:

$$IP = \frac{(Vi - Vf)}{Vi}$$

Donde,

Vi: Valor inicial del bien (antes del evento).

Vf: Valor final del bien (después del evento).

5.3 CATEGORIZACIÓN DE LA VULNERABILIDAD

Teniendo en cuenta la clasificación de daños de la Tabla No. 11, 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. 12 se presentan los criterios de intensidad de las solicitaciones y en la Tabla No.13 se presenta la matriz de daño.

Tabla No. 12. 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	$Vb < 1dm^3$
		Medio	$1dm^3 < Vb < 0,5m^3$
	Alto	$Vb > 0,5m^3$	

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.



ALCALDÍA MAYOR DE BOGOTÁ D.C.

Secretaría de Gobierno

DIRECCIÓN DE PREVENCIÓN Y ATENCIÓN DE EMERGENCIAS

Tabla No. 13. Matriz de daño utilizada (Tomada de INGEOCIM,1998).

Evento	Solicitud		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

Para cada una de las posibles solicitudes 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 solicitud, se determinó que el IVF total sea el máximo de los tres anteriores, es decir:

$$IVF \text{ total} = \max (IVF \text{ desplazamientos}, IVF \text{ empujes}, IVF \text{ impactos})$$

En la Tabla No.14 se relaciona el Índice de vulnerabilidad física con los niveles de daño.

Tabla No. 14. 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 al valor del IVF, según se precisa en la Tabla No. 15.



ALCALDÍA MAYOR DE BOGOTÁ D.C.

Secretaría de Gobierno

DIRECCIÓN DE PREVENCIÓN Y ATENCIÓN DE EMERGENCIAS

Tabla No. 15. Criterios de categorización de la vulnerabilidad de las edificaciones ante fenómenos de remoción en masa (Tomada de INGEOCIM, 1998).

CATEGORÍA VULNERABILIDAD	CRITERIO
MUY ALTA	IVF total \geq 0.85
ALTA	$0.65 \leq$ IVF total $<$ 0.85
MEDIA	$0.35 \leq$ IVF total $<$ 0.65
BAJA	$0.15 \leq$ IVF total $<$ 0.35
MUY BAJA	IVF total $<$ 0.15

5.4 ESTIMACIÓN DE LA VULNERABILIDAD FÍSICA

De acuerdo con la Tabla No 13 y considerando que las viviendas del desarrollo Bonanza Sur presentan tipologías entre B1 y B3, los niveles de daños pueden tener categorías entre Media y Alta y teniendo en cuenta que la vulnerabilidad también es función del grado de exposición², se considera que en términos generales las viviendas localizadas en el área de influencia directa de los fenómenos de inestabilidad del desarrollo **BONANZA SUR**, de acuerdo con el Índice de Vulnerabilidad Física son en mayor proporción de vulnerabilidad media y en menor medida de vulnerabilidad alta ante procesos de remoción en masa. Para los predios con vulnerabilidad media el IVF en general varía entre 0.40 y 0.53 y para los predios con vulnerabilidad alta el IVF varía entre 0.69 y 0.82.

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 el riesgo puede ser de fácil reducción mediante la implementación de técnicas constructivas de sencilla aplicación.

² 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-Controlen en los Procesos constructivos de Obras Civiles. GONZÁLEZ, Álvaro J



ALCALDÍA MAYOR DE BOGOTÁ D.C.

Secretaría de Gobierno

DIRECCIÓN DE PREVENCIÓN Y ATENCIÓN DE EMERGENCIAS

6.1 CRITERIOS EMPLEADOS

Para expresar el riesgo global (IRG) a definir en el área de estudio se combinó la probabilidad de ocurrencia del fenómeno (amenaza) con el índice de pérdidas potenciales (vulnerabilidad), obteniendo la categorización planteada en la Tabla No. 16.

Tabla No.16. Categorías de Riesgo de acuerdo con el Índice Global de Riesgo (Tomada de INGEOCIM, 1998).

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

De acuerdo con el Índice de Riesgo Global los predios en riesgo medio por procesos de remoción en masa presentan un IRG que oscila entre 0.41 y 0.60 y los predios en riesgo alto presentan un IRG que está entre 0.72 y 0.80. Los predios no construidos no presentan calificación de riesgo debido a que no presentan elementos expuestos (viviendas).

6.2 CALIFICACIÓN Y ZONIFICACIÓN DE RIESGO POR FENÓMENOS DE REMOCIÓN EN MASA - FRM

Como resultado del proceso metodológico aplicado y teniendo en cuenta que el riesgo está en función de la amenaza y la vulnerabilidad, y que éste solamente se puede determinar en los sectores en los que se encuentren elementos expuestos, la calificación y zonificación de riesgo corresponde a los predios construidos. De igual forma es importante anotar, que una vez evaluada la amenaza y vulnerabilidad; se obtiene que los principales escenarios de riesgo alto coinciden con las zonas de amenaza alta y de condiciones altas de vulnerabilidad, correspondiendo con la siguiente zonificación, la cual se presenta en el Anexo 2. Mapa de Zonificación de Riesgo por Fenómenos de Remoción en Masa.

6.2.1 Zonas de Riesgo Alto por FRM

- Zonas en Riesgo Alto No Mitigable

Corresponde a los predios a los que se les definió una condición de Riesgo Alto No



ALCALDÍA MAYOR DE BOGOTÁ D.C.

Secretaría de Gobierno

DIRECCIÓN DE PREVENCIÓN Y ATENCIÓN DE EMERGENCIAS

Mitigable y se relacionan a continuación en la Tabla No. 17:

Tabla No.17. Predios en Riesgo Alto No Mitigable en el desarrollo BONANZA SUR de la localidad de CIUDAD BOLÍVAR

MANZANA	PREDIOS
1	1
2	1 y 14
3	19

➤ Zonas en Riesgo Alto Mitigable

Corresponde a los predios a los que se les definió una condición de Riesgo Alto Mitigable y se relacionan a continuación en la Tabla No. 18.

Tabla No. 18. Predios en Riesgo Alto Mitigable en el desarrollo BONANZA SUR de la localidad de CIUDAD BOLÍVAR

MANZANA	PREDIOS
3	1 a 4

6.2.2 Zona de Riesgo Medio

Corresponde a los predios que se relacionan a continuación en la Tabla No. 19:

Tabla No.19. Predios en Riesgo Medio en el desarrollo BONANZA SUR de la localidad de CIUDAD BOLÍVAR

MANZANA	PREDIOS
1	2 a 14
2	2 a 13
3	5 a 18
4	1 a 25 (toda la manzana)
5	1 a 27
6	1 a 11 (toda la manzana)
7	1 a 16 (toda la manzana)
8	1 a 10 (toda la manzana)
9	1 y 2 (toda la manzana)
10	1 a 5 (toda la manzana)
11	1 a 13 (toda la manzana)
12	1 a 14 (toda la manzana)



ALCALDÍA MAYOR DE BOGOTÁ D.C.

Secretaría de Gobierno

DIRECCIÓN DE PREVENCIÓN Y ATENCIÓN DE EMERGENCIAS

7. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

- El desarrollo **BONANZA SUR** de la localidad de CIUDAD BOLÍVAR, 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 y alto 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 **BONANZA SUR**, a los que se les definió amenaza media y/o riesgo medio y se recomienda excluir del proceso aquellos predios con amenaza alta y/o riesgo alto por fenómenos de remoción en masa.

El predio que se lista en la **Tabla No. 20** corresponde al predio con restricción de uso por encontrarse ubicado en zona de amenaza alta por fenómenos de remoción en masa, que en el momento no presentan condición de riesgo alto por no estar construido y por su estado actual su uso urbano, debe quedar restringido a la recomendación específica indicada a continuación:

Tabla No. 20. Predio que se encuentra ubicado en la Zona de Amenaza Alta por FRM

MANZANA	PREDIOS	RECOMENDACIONES
Zona Verde y Comunal	ZVYC Sector B	No urbanizar, destinar toda la zona como suelo de protección por riesgo.

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; no obstante, los predios incluidos en alto riesgo, aunque también corresponden a predios en amenaza alta, sólo se incluyeron dentro de la categoría de riesgo debido a que estas condiciones son excluyentes dentro de dicho proceso.

Por tal razón dentro de la categoría de Riesgo Alto No Mitigable se encuentran los siguientes predios, para los que se deben tener en cuenta las recomendaciones específicas indicadas a continuación en la **Tabla No.21**:



ALCALDÍA MAYOR DE BOGOTÁ D.C.

Secretaría de Gobierno

DIRECCIÓN DE PREVENCIÓN Y ATENCIÓN DE EMERGENCIAS

Tabla No.21. Predios que se encuentran ubicados en la Zona de Riesgo Alto No Mitigable por FRM

MANZANA	PREDIOS	RECOMENDACIONES
1	1	Incluir en el programa de reasentamiento de familias en zonas de alto riesgo no mitigable y destinarlo como suelo de protección por riesgo. Una vez se haya terminado el proceso de reasentamiento de la familia se recomienda demoler la vivienda, retirar los escombros y, en cumplimiento del Artículo 140 del Decreto 190/2004, aislar y señalar la zona mediante vallas informativas a fin de evitar que tales predios sean ocupados nuevamente. Se deberá finalizar con su incorporación al inventario distrital de los predios desocupados.
2	1 y 14	Se deberá continuar con el programa de reasentamiento y se recomienda incorporarlos como suelo de protección por riesgo.
3	19	

De igual forma, dentro de la categoría de Riesgo Alto Mitigable se encuentran los siguientes predios, para los que se deben tener en cuenta las recomendaciones específicas indicadas a continuación en la **Tabla No.22**:

Tabla No.22. Predios que se encuentran ubicados en la Zona de Riesgo Alto Mitigable por FRM

MANZANA	PREDIOS	RECOMENDACIONES
3	1 a 4	Se debe adelantar por parte de la entidad responsable, la segunda fase de la construcción de las obras civiles para mitigar los niveles de amenaza y riesgo identificados, diseñadas en el estudio realizado por la Unión Temporal Suiza (2003) para el FOPAE.

- Se recomienda para la Zona Verde y Comunal – ZVYC Sector A que actualmente presenta una condición de amenaza media, y que corresponde con la zona donde se adelantó la implementación parcial de las medidas de mitigación contratadas por el Fondo de Desarrollo Local de Ciudad Bolívar a través de la Dirección Ejecutiva de Localidades – DEL, destinar como suelo de protección por utilidad pública, debido a que se considera que cualquier intervención inadecuada en esta zona puede afectar la seguridad de la población del desarrollo Bonanza Sur y la estabilidad de las obras.
- De igual manera, se recomienda que con el fin de que se mantengan las condiciones actuales de amenaza y riesgo medio en los predios 1, 2, 3 y 22 a 25 de la manzana 4, los predios 1, 2, 3 y 28 de la manzana 5 y predio 1 de la manzana 6, el responsable de las obras adelantadas en el talud suroccidental de la Zona Verde y Comunal – ZVYC



ALCALDÍA MAYOR DE BOGOTÁ D.C.

Secretaría de Gobierno

DIRECCIÓN DE PREVENCIÓN Y ATENCIÓN DE EMERGENCIAS

Sector A del desarrollo, realice el monitoreo de dichas obras con el fin de verificar su estabilidad y adecuado comportamiento y se lleve a cabo el mantenimiento de las mismas, garantizando de esta manera su funcionalidad con el fin de evitar que se modifiquen y deterioren las condiciones físicas de la zona, que se traduce en un cambio en la condición de amenaza y por ende del riesgo. De igual forma, se recomienda que se informe a la DPAA si se presentan cambios importantes en las condiciones de estabilidad o funcionalidad de las obras, que alteren o modifiquen la condición actual de amenaza por fenómenos de remoción en masa y de esta manera tomar las medidas preventivas y correctivas pertinentes.

Es importante aclarar que para dichos predios se había establecido una condición de amenaza alta y/o riesgo alto en el CT-3956 de 2004 y que dicha condición se modificó en el marco del presente concepto a amenaza media y/o riesgo medio, debido a la implementación de las medidas de mitigación adelantadas por la Dirección Ejecutiva de Localidades – DEL.

- Para los predios en riesgo medio, cada propietario de las viviendas, 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 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.
- Debido a la presencia de cuerpos de agua dentro del desarrollo, 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.
- 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

CT 4873 – BONANZA SUR

PÁG. 33 DE 36

Bogotá sin indiferencia



ALCALDÍA MAYOR DE BOGOTÁ D.C.

Secretaría de Gobierno

DIRECCIÓN DE PREVENCIÓN Y ATENCIÓN DE EMERGENCIAS

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 el programa de legalización y regularización de barrios 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

Plano de loteo del desarrollo **BONANZA SUR** (Localidad de CIUDAD BOLÍVAR) a escala 1:1.500 con la identificación y delimitación de zonas de amenaza y riesgo por fenómenos de remoción en masa.

Elaboró	NUBIA LUCÍA RAMÍREZ CRIOLLO Geóloga – Grupo Conceptos Técnicos M. P. 1530 CPG	
Revisó	CÉSAR FERNANDO PEÑA PINZÓN Coordinador Conceptos Técnicos	
Aprobó	GUILLERMO ÁVILA ÁLVAREZ Subdirector Área Investigación y Desarrollo	
Vo. Bo.	DIANA MARCELA RUBIANO VARGAS Directora	

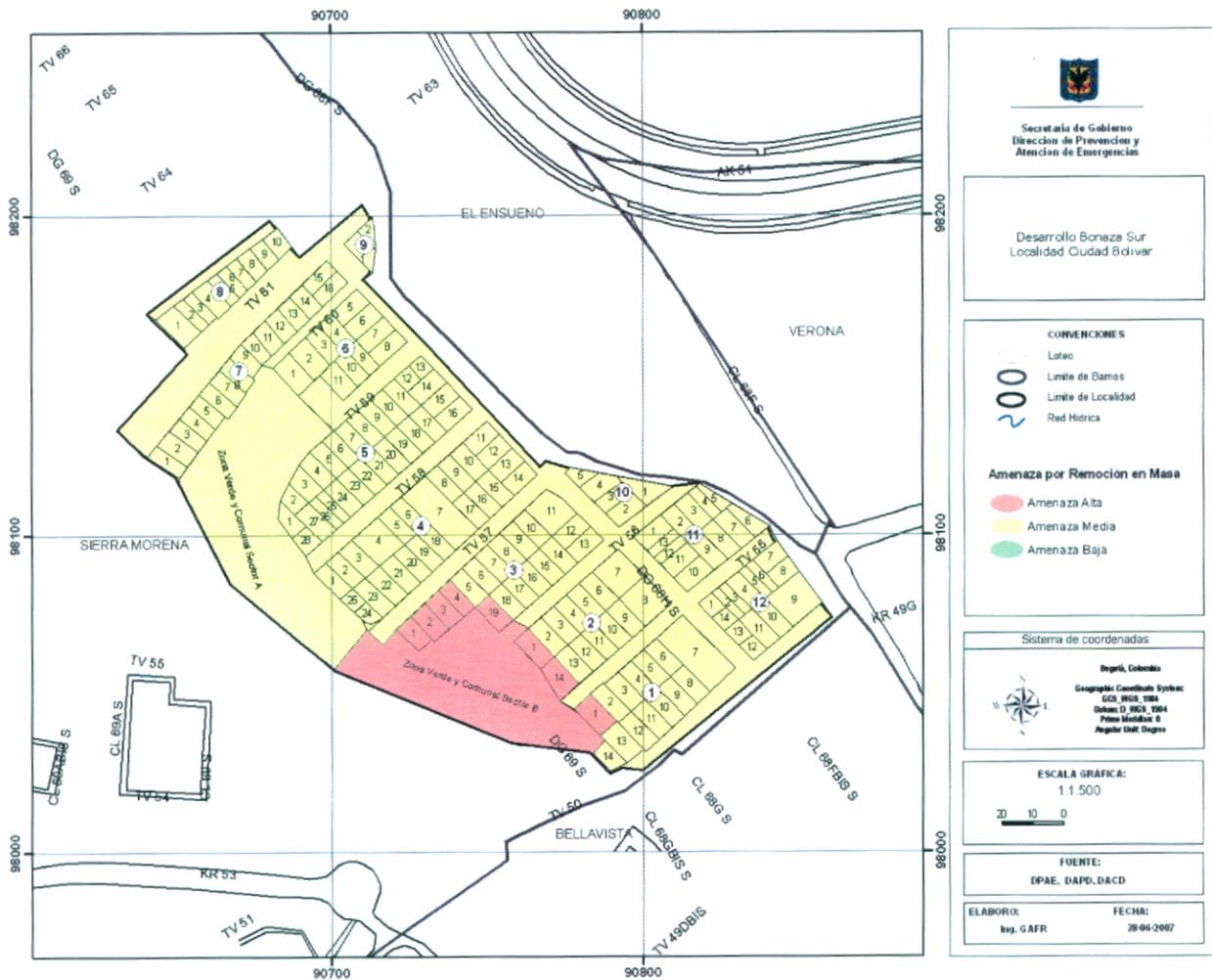


ALCALDÍA MAYOR DE BOGOTÁ D.C.

Secretaría de Gobierno

DIRECCIÓN DE PREVENCIÓN Y ATENCIÓN DE EMERGENCIAS

ANEXO 1. MAPA DE ZONIFICACIÓN DE AMENAZA POR FENÓMENOS DE REMOCIÓN EN MASA





ALCALDÍA MAYOR DE BOGOTÁ D.C.

Secretaría de Gobierno

DIRECCIÓN DE PREVENCIÓN Y ATENCIÓN DE EMERGENCIAS

ANEXO 2. MAPA DE ZONIFICACIÓN DE RIESGO POR FENÓMENOS DE REMOCIÓN EN MASA

