ALCALDIA MAYOR
DE BOGOTA D.C

Secretaría
GOBIERNO
DIRECCIÓN DE PREVENCIÓN Y ATENCIÓN DE EMERGENCIAS

CONCEPTO TÉCNICO Nº 3956

ENTIDAD SOLICITANTE:	D.A.P.D
OBJETIVO:	PROGRAMA DE LEGALIZACION DE BARRIOS
LOCALIDAD:	CIUDAD BOLÍVAR
UPZ:	69 ISMAEL PERDOMO
BARRIOS:	BONANZA SUR
AREA:	1.6 Ha
TIPO DE RIESGO:	Remoción en Masa
FECHA DE EMISIÓN:	Enero 5 de 2004
VIGENCIA:	Temporal, mientras no se modifiquen significativamente las condiciones del sector

1. INTRODUCCIÓN

El Decreto 657 de 1994, establece que la Dirección de Prevención y Atención de Emergencias - DPAE - (anteriormente OPES) debe emitir conceptos para evitar la urbanización en zonas de alto riesgo.

El Concepto Técnico de riesgo para el barrio BONANZA SUR, define las condiciones de amenaza que puede tener éste a la fecha de elaboración del mismo; la amenaza, por su carácter dinámico, puede ser modificada tanto positiva como negativamente de acuerdo con la intervención que se realice sobre ella o sobre el entorno.

Este documento reemplaza el Concepto Técnico No. 3497 del 12 de julio de 2000. Está dirigido al DAPD como un instrumento para la reglamentación del barrio y como tal establece restricciones y/o condicionamientos para la ocupación del suelo y recomendaciones para el uso de las zonas de alta amenaza. Debe verse como una herramienta para la planificación del territorio y toma de decisiones sobre el uso del suelo.

El presente Concepto se desarrolla 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.

2. DESCRIPCIÓN DEL ÁREA

2.1 LOCALIZACIÓN

La localidad de Ciudad Bolívar está situada al sur occidente de Bogotá, sobre la margen izquierda del Río Tunjuelito, limita por el norte con la localidad de Bosa, por el oriente con las localidades de Tunjuelito y Usme, por el sur con la localidad de Sumapaz y por el occidente con el municipio de Soacha.

Diagonal 47 # 77B-09 Interior 11 PBX 4297414 al 19 Fax 4109014
Bogotá – Colombia
e-mail fopae@fopae.gov.co

El barrio BONANZA SUR se encuentra aproximadamente entre las siguientes coordenadas (según plano de localización suministrado por el DAPD):

Norte	98020	a	98220
Este	90610	a	90860

El barrio Bonanza Sur se ubica al suroriente de la Unidad de Planeación Zonal UPZ-69 Ismael Perdomo, localizada en el extremo noroccidental de la localidad Ciudad Bolívar; se encuentra en su mayor parte construido y se ubica en la base de un talud correspondiente a una antigua explotación minera; limita al nororiente con un conjunto residencial, al sur con el barrio Jerusalén Canteras y al suroccidente con el frente de explotación minera y el barrio Alto de los Robles.

Para la elaboración del concepto, se empleó la base cartográfica de los barrios a escala 1:1000, suministrada por el Departamento Administrativo de Planeación Distrital.

2.2 TOPOGRAFÍA

El Barrio Bonanza Sur se ubica en la base de un talud de un antiguo frente de explotación minera hacia la cota 2575. El talud dejado por la explotación está conformado por dos niveles de terraza, el primer talud presenta mayor pendiente y tiene una altura de 20 m; en el nivel superior el talud alcanza una altura de 15 m.

Hacia el extremo noroccidental del barrio Bonanza Sur, donde se ubica la manzana 11, es el sector construido en la zona que mayor pendiente presenta (31%); en la parte central del barrio la pendiente promedio del terreno es del 6% y hacia el sector suroccidental se tienen pendientes del 25%.

2.3 GEOLOGÍA.

De acuerdo con el estudio específico[1], en la zona del barrio Bonanza Sur afloran rocas del conjunto medio de la Formación Guaduas, conformado por una secuencia de cuarzo arenitas competentes y dispuestas en capas medias a gruesas, separadas por capas lenticulares de limolitas arcillosas de color gris.

Cubriendo las rocas de la Formación Guaduas, existen en la zona depósitos cuaternarios de diferente composición, así:

- Rellenos de escombros, de composición heterogénea, de pequeña extensión, producto de la excavación para construcción de viviendas.
- Rellenos antrópicos, depósitos mal seleccionados de baja densidad, que corresponden a zonas de antiguos botaderos; se ubican en la parte norte del barrio y hacia la parte alta del talud de corte, en el extremo occidental del barrio.

[1] Unión Temporal Suiza, 2003. "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." FOPAE CONS-161/2003

Diagonal 47 # 77B-09 Interior 11 PBX 4297414 al 19 Fax 4109014
Bogotá – Colombia
e-mail fopae@fopae.gov.co

- Flujos de detritos, pequeños depósitos que se ubican en la cara de los taludes 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 en matriz limosa. Se presenta en los extremos nororiental y suroccidental del barrio.
- Depósitos de ceniza volcánica, de espesor variable entre 0.3 y 0.8 m, 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.

Desde el punto de vista estructural se resalta el alto grado de fracturamiento del macizo rocoso, asociado con una tectónica compleja de tipo compresivo; en el estudio detallado se reconocieron cinco fallas geológicas locales con rumbo general noreste y noroeste, con zonas de brecha angostas, menores de 1m; también se aprecian tres pliegues locales, dos sinclinales y un anticlinal, cuyos ejes están orientados hacia el noreste. En general, los estratos presentan rumbo norte y noreste y buzan suavemente hacia el noroeste, favorable para la estabilidad del talud.

2.4 GEOMORFOLOGÍA

Según las características morfogenéticas y morfodinámicas de la zona y acorde con los resultados del estudio específico[2], 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 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.

[2] Unión Temporal Suiza, 2003. Op. Cit.

Diagonal 47 # 77B-09 Interior 11 PBX 4297414 al 19 Fax 4109014
Bogotá – Colombia
e-mail fopae@fopae.gov.co

2.5 GEOTECNIA

Hacia el extremo occidental del barrio, en la parte alta del talud se observan surcos y cárcavas generados por erosión pluvial asociada con el deficiente manejo de las aguas superficiales que invaden la cara del talud; adicionalmente, se presenta saturación temporal de la roca fracturada, aspecto, que unido a la erosión, ocasionan el desprendimiento de materiales en la superficie del talud, los cuales viajan en forma de flujos y caídas de detritos hacia la parte baja, donde se ubican las viviendas del barrio.

En el talud inferior se presentan evidencias de erosión diferencial, donde los niveles de limolita son arrastrados superficialmente por la acción de los agentes erosivos, dejando sin soporte los niveles intermedios de arenita que se desprenden del talud y caen formando conos de detritos en la base del mismo.

Hacia el extremo norte del barrio, se encuentra una quebrada cuyo cauce está parcialmente revestido con piedra pegada y mortero, permitiendo la infiltración de agua, lo cual puede deteriorar localmente el suelo de fundación de las casas del sector nororiental del barrio.

En el sector sur, al occidente de las manzanas 4 y 5 del barrio se encuentra un coluvión de poco espesor, compuesto por fragmentos de arenisca embebidos en matriz arenosa; esta zona corresponde a la zona de transición entre las canteras de los Barrios Bonanza Sur y Jerusalén, conformando salientes del macizo rocoso muy fracturado. En esta zona las viviendas están muy cerca de la base del talud, siendo afectadas por caídas de bloques y pequeños desprendimientos de detritos.

En la parte nororiental del barrio (manzanas 9 y 10) está localizado un depósito coluvial de espesor variable entre 1 y 3 m, donde la mayor parte de las viviendas están cimentadas sobre la roca, a excepción los predios 10 y 12 de la manzana 9, cuya cimentación está sobre el coluvión, comprometiendo la estabilidad de estas estructuras.

En resumen, en el estudio[3] se identificaron como procesos de inestabilidad factibles de presentarse en la zona los siguientes:

- Falla planar en taludes en suelo de poco espesor
- Falla rotacional en taludes en roca muy fracturada
- Falla planar y en cuña en taludes en roca
- Falla de superficie compuesta en taludes en roca
- Caída de bloques

2.6 HIDROLOGÍA

La distribución anual de lluvias en la zona 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.

[3] Unión Temporal Suiza, 2003. Op. Cit.

Diagonal 47 # 77B-09 Interior 11 PBX 4297414 al 19 Fax 4109014
Bogotá – Colombia
e-mail fopae@fopae.gov.co

2.7 USO DEL SUELO

La mayor parte de la tierra está dedicada al uso residencial, el barrio está consolidado, tiene infraestructura vial sin pavimentar pero adecuada.

3. ANALISIS DE AMENAZA

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[4] para el FOPAE, como se describe a continuación.

3.1 METODOLOGÍA DE ANÁLISIS

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

[4] Unión Temporal Suiza, 2003. Op. Cit.

Diagonal 47 # 77B-09 Interior 11 PBX 4297414 al 19 Fax 4109014
Bogotá – Colombia
e-mail fopae@fopae.gov.co

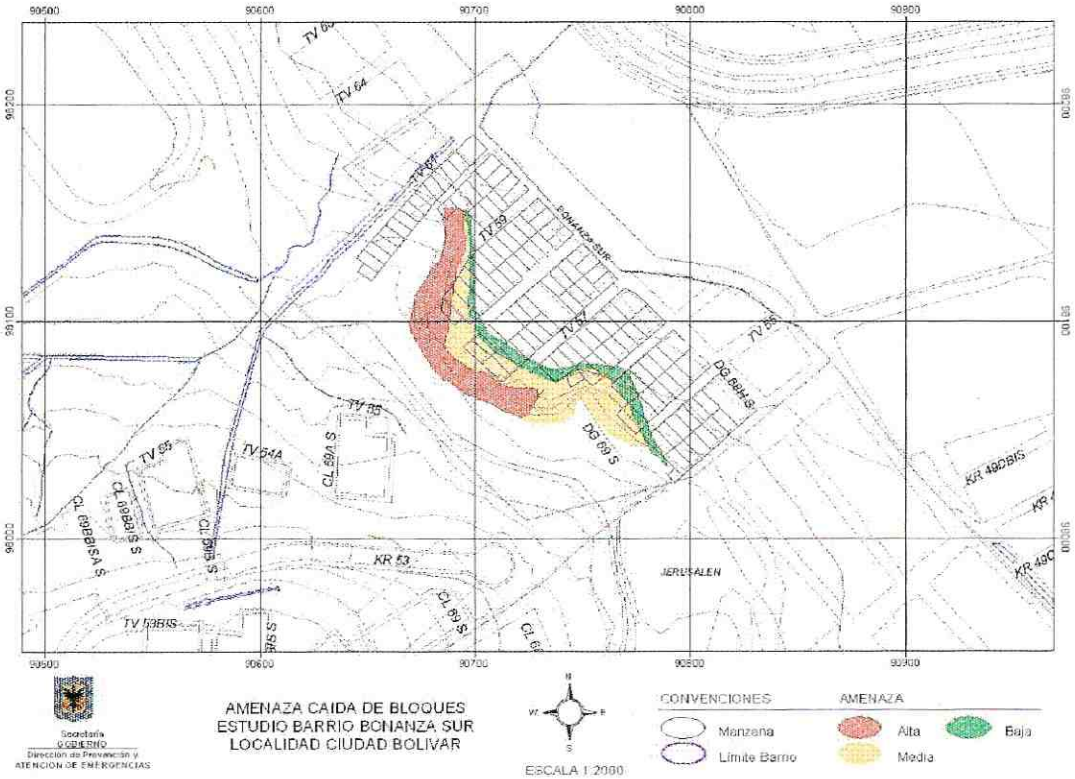
movimiento parabólico de un cuerpo en caída libre y el principio de conservación de energía total. Se modela el fenómeno de impacto utilizando como sucesivos parámetros la rugosidad del talud y la dimensión de los bloques de roca.

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:

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

3.2 CALIFICACION Y ZONIFICACIÓN DE LA AMENAZA

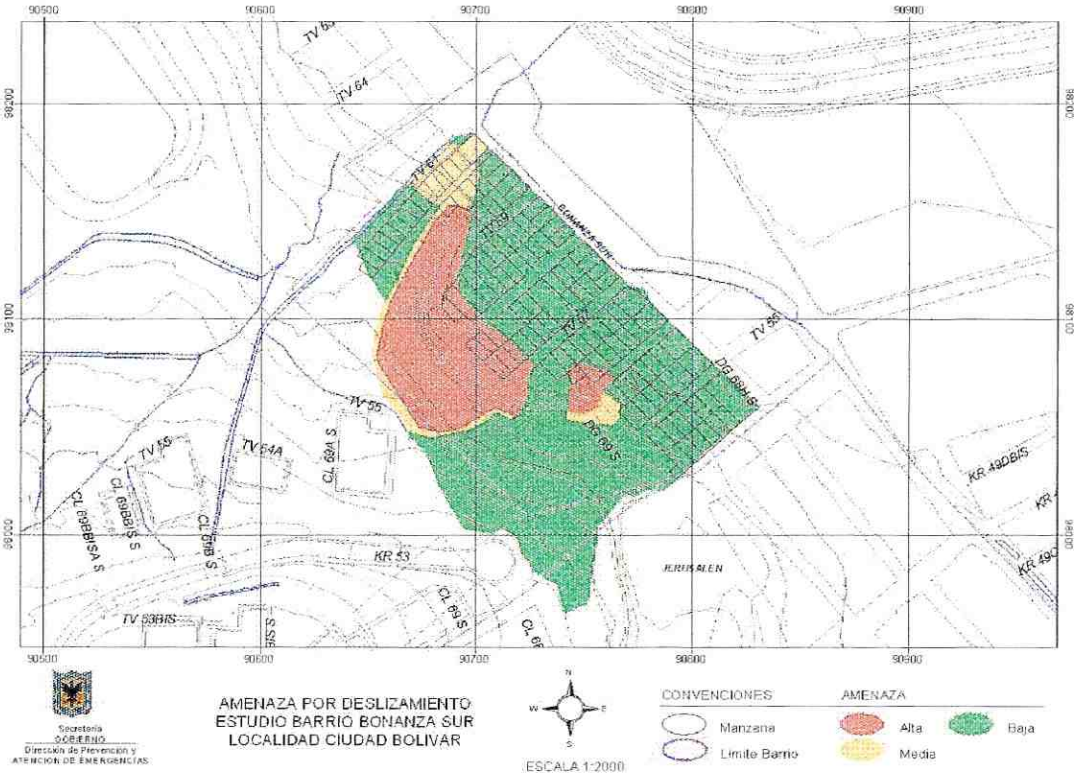
Los procesos de inestabilidad activos y potenciales asociados con la existencia del talud correspondiente a la antigua explotación minera ubicada al occidente del Barrio BONANZA SUR, constituyen la fuente de amenaza para los predios, así:



ALCALDIA MAYOR
DE BOGOTA D.C

Secretaría
GOBIERNO
DIRECCIÓN DE PREVENCIÓN Y ATENCIÓN DE EMERGENCIAS

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, frente a las manzanas 6, 7, 8 y 9.



La amenaza por deslizamiento se concentra en la parte centro occidental del barrio, involucrando predios de las manzanas 7, 8 y 9 y un pequeño sector frente al costado occidental de las manzanas 5 y 6. Hacia el extremo nororiental del barrio (manzanas 9 y 10), se establece una 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 alta por los procesos de remoción en masa identificados son:

BARRIO BONANZA SUR	
MANZANA	PREDIOS EN AMENAZA ALTA
6	14
7	20, 21, 22, 23, 24 y 25
8	22, 23 y 24
9	11 y 12

Diagonal 47 # 77B-09 Interior 11 PBX 4297414 al 19 Fax 4109014
Bogotá – Colombia

4. VULNERABILIDAD

La vulnerabilidad se puede expresar como la relación entre la exposición y la resistencia al fenómeno, donde la exposición es el grado de pérdida de un sistema o sus elementos componentes sometidos a la acción de un fenómeno potencialmente peligroso y la resistencia es la capacidad de los elementos expuestos para enfrentar y amortiguar los efectos de su acción.

Los análisis de vulnerabilidad de las viviendas frente a los fenómenos de inestabilidad se basaron en el cálculo del denominado Índice de Vulnerabilidad Física (IVF) utilizando la metodología propuesta por Leone (1996) y modificada por Soler et al (1999), que en general, consiste en clasificar la tipología de las viviendas existentes y calcular los índices de vulnerabilidad física de acuerdo con el tipo de movimiento, la intensidad de las solicitaciones y las características de los elementos expuestos (viviendas).

Así, se establecieron cuatro tipologías de viviendas según la calidad de la construcción, se calificaron los daños en las viviendas siguiendo el criterio establecido en el DRM (Delegation aux Risques Majeurs), que divide los daños en cinco categorías, según el nivel de habitabilidad y se analizaron dos tipos de solicitaciones: impactos de bloques y empujes laterales (por acumulación de material contra los muros de las viviendas)

Con base en la metodología descrita se realizaron los análisis de vulnerabilidad, estableciendo los niveles de acuerdo con las siguientes categorías:

CATEGORIZACIÓN DE LA VULNERABILIDAD	CRITERIO
ALTA	IVF Promedio ≥ 0.65
MEDIA	0.35 ≤ IVF Promedio < 0.65
BAJA	IVF Promedio < 0.35

5. RIESGO

Teniendo definidas la amenaza y la vulnerabilidad, se determina el riesgo en que están las viviendas mediante la determinación del Índice de Riesgo (IR), el cual se simula mediante el modelo dinámico de tipo integral (Rivera, 2001).

Se entiende de esta manera el riesgo, definido mediante este índice, como la probabilidad de ocurrencia de un evento (amenaza), por las pérdidas que el mismo produciría en cada predio expresado como un índice (vulnerabilidad).

Las categorías de riesgo se definen con base en el valor de pérdidas esperadas, en relación con el valor del bien, así:

CATEGORIZACIÓN DEL RIESGO	CRITERIO
ALTO	Índice de riesgo > 30%
MEDIO	10% ≤ Índice de riesgo ≤ 30%
BAJO	Índice de riesgo < 10%

Diagonal 47 # 77B-09 Interior 11 PBX 4297414 al 19 Fax 4109014
Bogotá – Colombia
e-mail fopae@fopae.gov.co

En términos generales, califican en alto riesgo los predios ubicados hacia el extremo occidental del barrio Bonanza Sur, manzanas 5, 6, 7 y 8, específicamente los siguientes predios:

BARRIO BONANZA SUR	
MANZANA	PREDIOS EN RIESGO ALTO
5	13 y 14
6	14 y 19
7	20, 22, 24 y 25
8	22, 23 y 24

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

6. RECOMENDACIONES

6.1. Desde el punto de vista de riesgos, la DPAE considera factible Legalizar el desarrollo BONANZA SUR.

6.2. Para el proceso de legalización, se sugiere excluir los sectores que presenten alto riesgo y los de alta amenaza por remoción en masa, que constituye un riesgo potencial.

6.3. Con base en los resultados del estudio específico realizado en el sector, se establece que es viable la construcción de obras civiles para mitigar los niveles de amenaza y riesgo identificados; por lo tanto, se recomienda adelantar las obras diseñadas, que consisten en:

- Retiro y limpieza de detritos en las bermas.
- Adecuación de la superficie del talud inferior.
- Obras de estabilización con anclajes activos, anclajes pasivos, pernos de anclaje y malla de protección, en la parte inferior del talud.
- Drenaje superficial del talud mediante cunetas y descoles.
- Revegetalización y barreras vivas.
- Mantenimiento de las obras de contención y protección.

6.4. Para la ejecución de las obras de mitigación, se identifica la alta posibilidad de daño durante el proceso constructivo sobre las viviendas ubicadas en los predios 13 y 14 de la manzana 5 y el predio 14 de la manzana 6, dada la cercanía de las construcciones respecto de la base del talud. Por lo tanto, se recomienda relocalizar esos predios para permitir la ejecución de las obras; la información de los propietarios de los predios se relaciona a continuación.

Diagonal 47 # 77B-09 Interior 11 PBX 4297414 al 19 Fax 4109014
Bogotá – Colombia
e-mail fopae@fopae.gov.co

ALCALDIA MAYOR
DE BOGOTA D.C

Secretaría
GOBIERNO
DIRECCIÓN DE PREVENCIÓN Y ATENCIÓN DE EMERGENCIAS

VIVIENDAS PARA RELOCALIZAR BARRIO BONANZA SUR			
MANZANA	LOTE	DIRECCIÓN	PROPIETARIO
5	13	Transversal 55 No. 68H-49 Sur	Amanda Samudio
5	14	Transversal 56 No. 68H-48 Sur	Por identificar
6	14	Transversal 56 No. 68F-53 Sur	Cristina Yepes

6.5. Para la zona verde No. 1, calificada en alta amenaza y que comprende el frente del talud y la base del mismo, se recomienda declararlo como suelo de protección y no permitir su ocupación.

7. OBSERVACIONES

El anterior concepto se basa en los resultados del estudio "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 y en observaciones de los profesionales en riesgos de la Coordinación Técnica de la Dirección de Prevención y Atención de Emergencias de Bogotá.

NOMBRE: **DIANA PATRICIA ARÉVALO SÁNCHEZ**
PROFESION: Ingeniera Civil Esp. Geotecnia
MATRICULA: 25202 - 54965 CND

Vo. Bo. **ING. JAVIER PAVA SÁNCHEZ**
Coordinador Técnico DPAE

Diagonal 47 # 77B-09 Interior 11 PBX 4297414 al 19 Fax 4109014
Bogotá – Colombia
e-mail fopae@fopae.gov.co

ALCALDIA MAYOR
DE BOGOTA D.C
Secretaría
GOBIERNO
DIRECCIÓN DE PREVENCIÓN Y ATENCIÓN DE EMERGENCIAS

CUADRO 1. AFECTACIÓN POR AMENAZA O RIESGO POR REMOCIÓN EN MASA EN EL BARRIO BONANZA SUR

PREDIOS AFECTADOS	RECOMENDACIONES
AFECTACIÓN POR AMENAZA ALTA	Realizar la construcción de obras civiles para mitigar los niveles de amenaza y riesgo identificados, diseñadas en el estudio específico ejecutado por la Unión Temporal Suiza para el FOPAE, las cuales consisten en: Retiro y limpieza de detritos en las bermas. - Adecuación de la superficie del talud inferior. - Obras de estabilización con anclajes activos, anclajes pasivos, pernos de anclaje y malla de protección, en la parte inferior del talud. - Drenaje superficial del talud mediante cunetas y descoles. - Revegetalización y barreras vivas. - Mantenimiento de las obras de contención y protección. Relocalizar los predios 13 y 14 de la manzana 5 y el predio 14 de la manzana 6, para permitir la ejecución de las obras e incorporar esta zona como suelo de protección.
Mz 6 predio 14	
Mz 7 predios 20, 21, 22, 23, 24 y 25	
Mz 8 predios 22, 23 y 24	
Mz 9 predios 11 y 12	
AFECTACIÓN POR ALTO RIESGO	
Mz 5 predios 13 y 14	
Mz 6 predios 14 y 19	
Mz 7 predios 20, 22, 24 y 25	
Mz 8 predios 22, 23 y 24	

Diagonal 47 # 77B-09 Interior 11 PBX 4297414 al 19 Fax 4109014
Bogotá – Colombia
e-mail fopae@fopae.gov.co



Secretaría
GOBIERNO
Dirección de Prevención y
ATENCION DE EMERGENCIAS

CONCEPTO LEGALIZACION
BARRIO BONANZA SUR
LOCALIDAD CIUDAD BOLIVAR

ESCALA 1:1500

CONVENCIONES

- Limite Predial
- Amenaza Alta
- Riesgo Alto

000012