Secretaría
GOBIERNO
ALCALDIA MAYOR DE BOGOTA D.C.

DIRECCIÓN DE PREVENCIÓN Y ATENCIÓN DE EMERGENCIAS

ÁREA DE ANÁLISIS DE RIESGOS
CONCEPTO TÉCNICO Nº 3846

1. INFORMACIÓN GENERAL

ENTIDAD SOLICITANTE:	D.A.P.D.
LOCALIDAD:	CIUDAD BOLÍVAR
BARRIO:	**LA CARBONERA SEGUNDO SECTOR**
UPZ:	67 – Ismael Perdomo
ÁREA (Ha):	3.15
TIPO DE RIESGO:	Por remoción en masa.
FECHA DE EMISIÓN:	13 de enero de 2003
VIGENCIA:	Temporal, mientras no se modifiquen significativamente las condiciones físicas del sector o se realicen obras de mitigación.

2. INTRODUCCIÓN

Este documento está dirigido al DAPD para el programa de legalización 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 de alta amenaza. Debe tomarse como una herramienta para la planificación del territorio y toma de decisiones sobre el uso del suelo, ya que más que una delimitación cartográfica exacta es un punto de partida para la realización de estudios específicos, en los casos en que así se requiera.

Este documento corresponde a la observación de las características físicas del sector en la fecha de elaboración, en el cual se califica y delimita la amenaza de los predios. Para los predios en amenaza alta no ocupados se mantiene esta definición ya que no existe calificación de vulnerabilidad y los predios en amenaza alta ocupados se clasifican en riesgo alto y medio de acuerdo con la vulnerabilidad de las viviendas.

Para la elaboración del concepto se emplearon las bases cartográficas a escala 1:500, del barrio La Carbonera Segundo Sector suministrada por el Departamento Administrativo de Planeación Distrital, de las cuales se puede concluir que la distribución catastral en general, conserva relación con los predios existentes en la zona, así como con la nomenclatura existente y las vías proyectadas.

3. GENERALIDADES

3.1 LOCALIZACIÓN Y LÍMITES

La localidad de Ciudad Bolívar se localiza en el suroccidente del Distrito Capital y el barrio La Carbonera II está ubicado dentro de éste en la parte norte. Al barrio se ingresa por la Avenida Boyacá tomando hacia el occidente por la Avenida Gaitán Cortes y desviando hacia el sector de la Carbonera, se ubica entre las siguientes coordenadas origen Bogotá (Ver Plano anexo):

Norte:	98200	a	98480
Este:	89570	a	89760

Diagonal 47 No. 77B-09 Interior 11 PBX: 4297414 Fax 4109014 Bogotá D.C.

Altitud: 2600 a 2665

Limites:

Norte: Quebrada La Carbonera y barrio El Espino III
Oriente: Barrio La Carbonera
Sur: Barrio Sierra Morena y barrio Santa Viviana Sector Vista Hermosa
Occidente: Barrio San Antonio del Mirador

3.2 ANTECEDENTES

Como fuente directa de consulta se han empleado los documentos del FOPAE correspondientes a los estudios:

⇒ "Zonificación de riesgos por Inestabilidad del Terreno Para diferentes sectores del D.C." realizado por la firma INGEOCIM Ltda.

⇒ "Estudio Geotécnico, Evaluación de Alternativas de Mitigación y Diseños Detallados de las Obras Recomendadas Para Estabilizar la Cuenca de la Quebrada La Carbonera en la Localidad de Ciudad Bolívar", realizado por la firma Ingeniería y Geotecnia Ltda. 1999,

⇒ "Monitoreo y Seguimiento de Fenómenos de Remoción en Masa en los Barrios San Antonio del Mirador, Santa Helena y Santa Viviana de la Localidad de Ciudad Bolívar, de la Ciudad de Bogotá, D.C.", Universidad de Los Andes.

La DPAE ha efectuado diagnósticos o conceptos técnicos según se relacionan en la Tabla 1.

TABLA 1. Relación de Antecedentes en la DPAE

DOC. Nº	FECHA	OBSERVACIONES / RECOMENDACIONES
D-908	24-03-2000	Se presenta un deslizamiento compuesto retrogresivo, cuyo escarpe se localiza al nor-occidente del barrio Santa Viviana Sector Vista Hermosa y que involucró predios del sector occidental del barrio San Antonio del Mirador.
D-968	23-05-2000	Si bien corresponde al barrio Santa Helena, el problema ya descrito involucra cuatro (4) viviendas del barrio La Carbonera II Sector, las cuales recomienda reubicar.
CT-3500	19-07-2000	Concepto técnico para legalización, define predios en alta amenaza y alto riesgo.
D-1266	13-09-2001	Se presentó un hundimiento del terreno, lo que ocasionó el desempate de una tubería de alcantarillado.
D-1344	01-02-2002	Recomienda reubicar doce (12) predios

3.3 IDENTIFICACIÓN Y DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA

Desde el año 1999, se ha venido presentando un proceso generalizado, de grandes proporciones, que ha afectado cuatro (4) barrios, entre ellos, La Carbonera Segundo Sector.

El sector de La Carbonera se ha visto afectado, desde tiempo atrás, por problemas de inestabilidad del terreno como consecuencia de la extracción de materiales de construcción de unas canteras situadas en la parte inferior de la ladera, precisamente en la confluencia de las quebradas La Carbonera y Rosales. Dado que el buzamiento de los estratos rocosos es hacia el noreste, existe

una fuerte componente para movimiento en el sentido de la pendiente, lo cual hizo posible que la pérdida de soporte en la parte inferior indujera deslizamientos traslacionales retrogresivos.

La masa deslizante de los barrios San Antonio del Mirador, Santa Helena y Carbonera Segundo Sector está compuesta principalmente por dos bloques. Éstos, se desplazan en dirección noreste hacia la parte baja de la ladera sobre una superficie plana inclinada que presenta una inclinación similar a la pendiente del terreno. El espesor de estos cuerpos deslizantes se estableció en siete (7) m a partir de las observaciones realizadas con inclinómetros.

Se trata de cuerpos deslizados y rellenos artificiales con poco a ningún control ingenieril, formados o hechos con abundancia de material granular, de densidad media a baja, agrietados y disgregados en sectores críticos, que se saturan con facilidad en los períodos lluviosos y sin confinamiento lateral.

3.3.1 Causas del Problema y Mecanismos de Falla del Terreno

- La pérdida de soporte del terreno por excavación y remoción de materiales en la parte inferior de la ladera debido a la explotación de canteras.
- El carácter muy erosionable de la mayoría de los materiales que forman las capas superiores del terreno.
- La acción del agua superficial y subterránea como factores da falla de sectores del terreno, en formas conocidas como incrementos de las presiones de poros, aumento de peso unitario (con la consiguiente sobrecarga del talud) por saturación y ablandamiento de suelos.
- La pendiente topográfica y el buzamiento promedio general.

3.3.2 De acuerdo con los registros de monitoreo se encuentra que:

- En general, los barrios San Antonio del Mirador, Santa Helena y Carbonera Segundo Sector han sido afectados por un deslizamiento traslacional que se evidencia con grietas en el terreno que posteriormente han venido afectando las viviendas. De acuerdo con el monitoreo, a través del tiempo se han venido registrando desplazamientos de diferente magnitud en dirección preferencial noreste, con velocidades también variables, los cuales se intensifican y aceleran en las épocas invernales.

- A raíz de esto se ha venido presentando un incremento en el deterioro de las viviendas, que se manifiesta principalmente en agrietamiento de pisos y muros de carga, así como en los muros de contención en piedra pegada que poseen algunas construcciones a nivel de cimentación. El deterioro actual de las viviendas está asociado con la acumulación de deformaciones estructurales debidas al desplazamiento de la masa inestable.

- El barrio La Carbonera segundo sector esta ubicado en la dirección de desplazamiento de la masa inestable, por lo cual varias viviendas han sido afectadas. Así mismo, por la infiltración permanente de aguas negras y lluvias que han causado la variación del curso normal del drenaje se ha generado flujos de lodos y deslizamientos locales hacia las viviendas.

3.3.3 Condición Actual. En el momento se destaca un represamiento de agua que se presenta aproximadamente entre el límite del barrio La Carbonera Segundo Sector con el desaparecido barrio Santa Helena, el cual se originó como consecuencia de las deformaciones presentadas en toda la masa inestabilizada por la acumulación de material

deslizado hacia la parte inferior aun nivel tal que no permite el flujo (escorrentía) superficial del agua, consecuentemente el flujo de agua brota del terreno - luego de haberse infiltrado – en proximidades de la quebrada Rosales. Esta condición puede manifestarse mediante aceleración del movimiento de la masa ya inestabilizada la cual tomaría en dirección de la quebrada pudiendo, eventualmente, represarla.

4. MARCO FÍSICO

4.1 DESCRIPCIÓN FÍSICA

Corresponde a un barrio con ciertos criterios de planeamiento urbanístico, cuyo proceso de expansión y de ocupación del suelo con fines residenciales le da carácter semiconsolidado; éste se emplaza sobre las laderas de la quebrada la Carbonera, que se caracterizan por presentar pendiente alta a moderada y con condiciones diferentes de estabilidad; así: a) margen derecha corresponde a una ladera de pendiente general fuerte pero estable, con acción de aguas de escorrentía, sin problemas evidencias de procesos de remoción en masa, en donde se podrían generar problemas por socavación de la quebrada en la parte baja de la ladera; y b) margen izquierda donde se presenta un deslizamiento compuesto retrogresivo, cuyo escarpe se localiza al nor-occidente del barrio Santa Viviana Sector Vista.

La cobertura de servicios públicos es de regular condición; las vías de acceso están pavimentadas, en tanto que las vías del barrio están sin estructura de pavimento; se trata de un barrio que dispone de suficientes zonas verdes.

Por la quebrada La Carbonera discurre considerable caudal de aguas negras provenientes de las viviendas de los barrios altos, lo cual, por su condición de flujo libre compromete bastante las condiciones de estabilidad de la ladera, en la que la vegetación es prácticamente inexistente.

Se trata de un barrio de tipología de vivienda variable pero en la que predomina sistemas algo deficientes (mampostería confinada por viga de amarre y columnas – sin viga de confinamiento); se presentan las viviendas en unidades residenciales de uno o dos pisos.

4.2 GEOLOGÍA

Este desarrollo se emplaza sobre sedimentos de edad cretácica - terciaria.

Formación Guaduas, Conjunto Inferior (Ktgi). Arcillolitas grises oscuras con una capa delgada de carbón en el tope.

El barrio La Carbonera Segundo Sector y barrios aledaños se localizan en el cierre de un gran pliegue anticlinal llamado el Anticlinal de Piedra Parada, el cual se extiende en dirección suroeste hacia la laguna de Los Colorado. Como resultado de la explotación a cielo abierto de la parte media del Guaduas, se observa muy claramente la pendiente estructural, sobre la cual se ha proyectado la parte occidental del barrio La Carbonera Segundo Sector.

4.3 GEOMORFOLOGÍA

De acuerdo a las características morfométricas, morfogenéticas y morfodinámicas en la zona se presentan como geoformas predominantes las siguientes:

4.2.1 Escarpes y Frentes Estructurales (IA); Son geoformas de origen estructural, habitualmente en contrapendiente (buzamiento de la estratificación en sentido opuesto a la pendiente del terreno). Presentan pendientes altas y laderas irregulares o rectas dependiendo del desarrollo de la erosión diferencial y de otros procesos morfodinámicos latentes como la caída de bloques por desconfinamiento de los macizos rocosos.

4.2.2 Terrenos Ondulados (IIB); Se trata de geoformas que provienen de la denudación de antiguas llanuras agradacionales o aplanamiento diferencial de montañas y colinas. Los rangos de pendientes son muy variables dependiendo de las ondulaciones existentes. Generalmente se desarrollan en rocas desintegradas o de poca consistencia, tipo arcilloso.

4.4 HIDROGRAFÍA, HIDROLOGÍA

La red de drenaje del sector está conformada por las microcuencas de las quebradas La Carbonera y Los Rosales afluentes del Río Tunjuelo, el cual enmarca zonalmente el sistema hidrográfico natural.

Las aguas de escorrentía no han tenido manejo alguno de tipo hidráulico y ambiental, por lo cual, las velocidades de flujo han afectado de manera grave la condición del entorno (y lo seguirán haciendo hasta tanto no se implementen medidas para su control), tornando en casi inmanejables las consecuencias de la erosión.

La creciente intervención urbana debido al desarrollo ilegal del barrio en las laderas y rondas de los cauces, sin ningún control de las aguas lluvias y negras, hace que la energía erosiva de la lluvia y la escorrentía superficial aumenten, generando procesos de erosión superficial y fenómenos de remoción en masa, ocasionados de manera directa por alteración de la red de drenaje natural existente y la falta de construcción de un sistema adecuado de alcantarillado y manejo de aguas lluvias acorde al comportamiento hidrológico del sector.

5. EVALUACIÓN DE AMENAZA

5.1 VARIABLES Y CRITERIOS EMPLEADOS

Para realizar el análisis de la amenaza por remoción en masa se emplearon como técnicas de mapeo de la amenaza el Sistema Semicuantitativo de Evaluación de Estabilidad (SES) y la Metodología de Taludes Naturales (MTN) y se utilizó como parámetro de calibración el inventario de procesos. La evaluación se realizó mediante el cruce sistemático en el SIG de los mapas temáticos resultantes de la cuantificación de las variables indicadas en la Tabla 2.

TABLA 2. Variables a Cuantificar en Evaluación de la Amenaza (SES)

INTRÍNSECOS	DETONANTES
M – Material	**E** – Erosión
R – Relieve	**C** – Clima (Lluvias)
D – Densidad de Drenaje	**S** – Sismo
V – Cobertura Vegetal	**A** – Acción Antrópica

Para efectos del presente concepto se unificaron las categorías Baja con Muy Baja y Alta con Muy Alta, siendo la categorización a utilizar la que se relaciona en la Tabla 3.

TABLA 3. Categorías de Amenaza.

Categoría Amenaza	Descripción	Factor Seguridad Relativo	Probabilidad Falla
Alta	Laderas con evidencias de procesos de inestabilidad inactivos o activos y/o procesos erosivos intensos.	FS < 1.10	Pf > 44%
Media	Laderas sin evidencias de inestabilidad actual, con procesos erosivos de intensidad media a alta.	1.10 ≤ FS< 1.94	12%< Pf ≤ 44%
Baja	Laderas de piedemonte de pendiente baja, o laderas de pendiente alta en rocas o Laderas rectilíneas, o zonas planas en áreas urbanas consolidadas.	FS ≥ 1.94	Pf ≤ 12%

5.2 CALIFICACIÓN Y ZONIFICACIÓN DE AMENAZA

	PREDIOS	DESCRIPCIÓN
Amenaza Alta	Zona Verde Nº 1 Manzana B: predios 1 a 5 y 7 a 10 Manzana C Manzana D Manzana E: predios 2 a 5 y 7 a 10 Manzana F: predios 2, 4, 6 y 8 a 13 Manzana G Manzana H Manzana I Manzana J Manzana K: predios 3 y 4 Manzana M: predios 1 y 2 Manzana Q: predio 2	Deslizamiento traslacional que se evidencia con grietas en el terreno que posteriormente han venido afectando las viviendas. Lo anterior ha generado flujos de lodos y deslizamientos locales hacia las viviendas. Éstos, se desplazan en dirección noreste hacia la parte baja de la ladera sobre una superficie plana inclinada que presenta una inclinación similar a la pendiente del terreno. El espesor de estos cuerpos deslizantes se estableció en siete (7) m a partir de las observaciones realizadas con inclinómetros. La masa deslizante está compuesta principalmente por dos bloques.
Amenaza Media	Manzana B: predio 6 Manzana E: predios 1 y 6 Manzana F: predios 1, 3, 5 y 7 Manzana K: predios 5 a 8 Manzana L Manzana M: predios 3, 4 y 5 Manzana N Manzana O Manzana P Manzana Q: predio 1	

Diagonal 47 No. 77B-09 Interior 11 PBX: 4297414 Fax 4109014 Bogotá D.C.

6. EVALUACIÓN DE VULNERABILIDAD

6.1 VARIABLES Y CRITERIOS EMPLEADOS

Para su evaluación se tuvo en cuenta tanto los aspectos físicos de las viviendas, tomando el barrio como unidad territorial de análisis. En general se evaluaron los aspectos referidos en la Tabla 4.

TABLA 4. Variables Para Evaluación de la Vulnerabilidad.

DESCRIPCIÓN	ASPECTOS A EVALUAR
Vulnerabilidad Física	• Tipología de la vivienda, según Leone (1.996). • Clasificación de los daños, según el DRM*

6.2 ESTIMACIÓN DE LA VULNERABILIDAD FÍSICA

Para el efecto, se cuantifica el valor del índice de pérdida global (IPG) promedio con el cual se determinó la categorización de vulnerabilidad sugerida en la Tabla 5.

TABLA 5. Categorías de Vulnerabilidad por IPG.

CATEGORÍA DE VULNERABILIDAD	CONDICIÓN	DESCRIPCIÓN
ALTA	IPG > 0.625	El daño en viviendas e infraestructura, iría desde fracturamiento de la estructura hasta derrumbe total; El daño de la estructura se calcula entre el 70 y el 100%.
MEDIA	0.375>IPG<0.625	Casas en mampostería o prefabricadas, que ante un evento no colapsarían, presentaran deformaciones o fisuras importantes en elementos estructurales. El daño de la estructura se calcula entre el 40 y 60%.
BAJA	IPG< 0.375	El daño en las viviendas e infraestructura existente no es considerable; Se podrían presentar fisuras menores. El daño de la estructura se calcula entre el 20 y el 30%.

En general, las construcciones del barrio son residenciales en unidades habitacionales de uno o dos pisos, de tipología variable en la que predomina la mampostería semiconfinada y entre las que se presenta: viviendas en material de recuperación, mampostería simple y mampostería semiconfinada por vigas y columnas (no tiene viga de confinamiento). Se trata de un asentamiento con servicios públicos completos de deficiente condición, especialmente el alcantarillado; las vías de acceso están pavimentadas en tanto que las del barrio están sin estructura de pavimento.

Dada la naturaleza de los procesos potenciales, se estima que la solicitación ha de ser alta por desplazamientos laterales o por empujes laterales y baja por impactos en las zonas de amenaza alta, en tanto que para el resto del barrio es media a baja.

6.3 CATEGORIZACIÓN DE LA VULNERABILIDAD

Se concluye que más del 40% de las viviendas localizadas en el barrio La Carbonera Segundo Sector están catalogadas con una vulnerabilidad alta ante fenómenos de remoción en masa. Esto se debe a que, además de estar en zonas susceptibles a presentar este tipo de fenómenos,

ofrecen una baja resistencia ante las posibles solicitaciones tanto por la mala calidad de la construcción como por los daños existentes en ellas.

Por todo lo anterior, el barrio se categoriza como de vulnerabilidad global media a alta.

7. EVALUACIÓN DE RIESGO

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 perdidas potenciales (vulnerabilidad), obteniendo la categorización planteada en la Tabla 6.

TABLA 6. Categorías de Riesgo de acuerdo al Índice Global de Riesgo

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

7.1 CALIFICACIÓN Y ZONIFICACIÓN DE RIESGO. Como resultado del proceso metodológico realizado 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; se obtiene la siguiente zonificación:

- **Zona de Riesgo Alto**

  Manzana C: predios 4, 5, 9 y 10
  Manzana D: predio 4
  Manzana F: predio 2
  Manzana H: predios 1, 2, 3 y 4
  Manzana J: predios 3, 4 y 6
  Manzana M: predios 1 y 2

- **Zona de Riesgo Medio,** Corresponde al resto del barrio.

7.2 Desde el punto de vista de riesgos, la DPAE considera factible la legalización del barrio y recomienda que para la construcción de obras de infraestructura en zonas definidas de amenaza alta y media se adelanten estudios específicos para definir los lineamientos técnicos más apropiados en el desarrollo del proyecto.

7.3 Para el proceso de legalización, se sugiere denominar como sectores restringidos o condicionados no sólo aquellos que presenten alto riesgo sino también los de alta amenaza por remoción en masa, que constituye un riesgo potencial y que debe destinarse para zona verde o de recreación pasiva: para habilitar este sector se deben adelantar estudios geotécnicos detallados, que definan el cambio de la condición de riesgo, cuando se pretenda dar un uso urbano.

8. RECOMENDACIONES

8.1 Incorporar como suelos de protección por riesgo los predios:

- Manzana C: predios 5, 9 y 10
- Manzana D: predio 4
- Manzana F: predio 2
- Manzana J: predios 3, 4 y 6
- Manzana H: predio 1

8.2 Reubicar e incorporar como suelos de protección por riesgo los predios:

- Manzana C: predio 4
- Manzana H: predios 2, 3 y 4
- Manzana M: predios 1 y 2

8.3 No permitir la urbanización de la totalidad de los predios ubicados al occidente de la quebrada La Carbonera.

8.4 Abrir un canal en tierra para evacuar las aguas que se están represando en los límites entre este barrio y el desaparecido barrio Santa Helena a fin de evitar que un posible corrimiento o deslizamiento de la masa ya inestabilizada la desplace hacia la quebrada Rosales y origine un represamiento de la misma.

8.5 Adelantar obras de recuperación de las márgenes de las quebradas La Carbonara y Rosales como canalización, e implementación de redes de alcantarillado de buena capacidad y calidad a fin de evitar que continúe el deterioro de la zona.

8.6 Los predios en alta amenaza ubicados al oriente de la quebrada La Carbonera se constituyen como Zonas de Tratamiento Especial Para Mitigación de Riesgo por Remoción en Masa, de conformidad con el Artículo 82: Zonas Prioritaria Sujetas a análisis de riesgo en el D.C. del Decreto 619 de 2000 (POT), en las cuales es necesario adelantar estudios y obras específicas para la reducción del riesgo si se pretende dar uso urbano.

8.7 Adelantar medidas de protección y control en la totalidad de las laderas bajo amenaza alta o media, expuestas a agentes erosivos (especialmente en las Zonas Verdes), mediante la siembra de especies vegetales y/o pavimentación de vías y obras de captación de aguas lluvias tendientes a mejorar las condiciones de estabilidad del entorno físico en las áreas donde la acción antrópica podría generar condiciones favorables para los movimientos de masa.

9. 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 enmascara, los posibles procesos de remoción en masa.

10. ANEXOS

- Plano de loteo del barrio La Carbonera Segundo Sector, a escala 1:500 con la identificación y delimitación de zonas de amenaza y riesgo.

LUIS JAIRO PÉREZ B.
Ing. Analista en Riesgos
M.P. 15223 51524 BYC

DORIS SUAZA ESPAÑOL
Geól. Esp. en Evaluación de Riesgos
MP 1550 CPG

Vo. Bo. JAVIER PAVA SÁNCHEZ
Coordinador Análisis de Riesgos