# CONCEPTO TÉCNICO No. 4984

## 1. GENERALIDADES

| | |
|---|---|
| **ENTIDAD SOLICITANTE:** | Secretaria Distrital de Planeación – SDP |
| **LOCALIDAD:** | 19 – Ciudad Bolívar |
| **BARRIO:** | **San Isidro – Sector Cerrito I** |
| **UPZ:** | 69 – Ismael Perdomo |
| **ÁREA (Ha):** | 1.25 |
| **FECHA DE EMISIÓN:** | 4 de Octubre de 2007 |
| **TIPO DE RIESGO:** | Remoción en masa. |
| **VIGENCIA:** | Temporal, mientras no se modifiquen significativamente las condiciones físicas del sector o se realicen obras de mitigación. |

Este documento está dirigido a la Secretaría Distrital de Planeación – SDP, para el Programa de Legalización y Regularización de Barrios, debido a que en el desarrollo San Isidro – Sector Cerrito I de la localidad de Ciudad Bolívar, se han implementado medidas de mitigación, las cuales modificaron la condición de amenaza y/o riesgo a nivel de predio y han perdido vigencia las recomendaciones dadas sobre condicionamientos y/o restricciones al uso del suelo por amenaza y/o riesgo, por lo que este concepto tiene como objetivo actualizar y reemplazar el Concepto Técnico No. 3277 de junio 23 de 1999, sobre el cual el Departamento Administrativo de Planeación Distrital –DAPD (actualmente SDP), se basó para emitir la Resolución de Legalización 336 de octubre 11 de 1999.

Asimismo, este concepto técnico debe servir como un instrumento de soporte para modificar la citada Resolución que reglamenta el desarrollo y como tal, busca actualizar y reemplazar las restricciones y/o condicionamientos para la ocupación del suelo y recomendaciones para el uso de las zonas expuestas a condiciones de amenaza y/o riesgo por fenómenos de remoción en masa. Debe tomarse como una herramienta para la planificación del territorio y toma de decisiones sobre el uso del suelo.

## 2. LOCALIZACIÓN Y LÍMITES

El desarrollo **San Isidro – Sector Cerrito I** se localiza en el costado nor – occidental de la localidad de Ciudad Bolívar; esta localidad se ubica en el extremo sur de Bogotá.

Para acceder a este barrio se toma la Autopista Sur, a la altura de la Transversal 73B se continua hacia el oriente hasta llegar a la Diagonal 60 A Sur, por la cual se ingresa hacía el sur hasta la intersección con la Calle 59 A Bis Sur, una vez en dicha intersección se sigue hacia el oriente hasta la Carrera 76. El desarrollo **San Isidro – Sector Cerrito I** se encuentra delimitado aproximadamente entre las siguientes coordenadas planas con origen Bogotá (Figura 1):



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

| | | | |
|---|---|---|---|
| Norte: | 99.495 | a | 99.625 |
| Este: | 88.660 | a | 88.820 |

Los límites del desarrollo son los siguientes:

**Norte:** Viviendas de la manzana 61 del sector catastral Primavera II.
**Sur:** Predios del desarrollo San Isidro – Sector Cerrito II
**Oriente:** Carrera 76 A que lo separa del desarrollo San Isidro II
**Occidente:** Carrera 75 K que lo separa del desarrollo San Isidro – Sector Carboneras

En la elaboración del presente concepto se empleó la base cartográfica del desarrollo **San Isidro – Sector Cerrito I** a escala 1:1000, del Departamento Administrativo de Planeación Distrital – DAPD (actualmente SDP) y que se presenta en la Tabla No. 1; de acuerdo con dicha base cartográfica el desarrollo **San Isidro – Sector Cerrito I** cuenta con 7 manzanas y un total de 111 predios; sin embargo, durante las observaciones realizadas en el terreno se identificaron 17 predios adicionales, los cuales se georreferencian aproximadamente para ser tratados de manera indenpendiente en el marco del presente concepto. Todo esto se realizó para lograr cartografiar a nivel predial las condiciones de amenaza y riego del desarrollo, sin embargo, la información cartografiada del presente concepto se considera gráficamente aproximada con respecto a la localización y linderos de los predios y no puede ser considerada como una fuente precisa de información predial del desarrollo.

**Tabla No. 1.** Distribución en el desarrollo **San Isidro – Sector Cerrito I**, de predios por manzanas, de acuerdo con la base cartográfica predial de la Secretaria Distrital de Planeación.

| Manzana | Predios |
|---|---|
| A | 1 a 16 |
| B | 1 a 15 (los predios 1 y 6 fueron subdivididos en dos predios cada uno y en el marco del presente concepto se denominan así: 1A*, 1B*, 6A* y 6B*) |
| C | 1 a 19 (el predio 19 fue segmentado en 6 lotes y en el marco de este concepto se utiliza la siguiente nomenclatura para las subdivisiones que se adelantaron en éste: 22*, 23*, 24*, 25*, 26* y 27* que corresponde a la nomenclatura asignada por la cartografía de la Unidad Administrativa Especial de Catastro Distrital para dichos predios) |
| D | 1 a 22 (los predios 4 y 8 fueron subdivididos y en el marco del presente concepto se denominan así: 4A*, 4B*, 8A* y 8B*) |
| E | 1 a 26 |
| F | 1 a 11 |
| G | La manzana fue subdividida y los predios no se encuentran cartografiados por la SPD, por lo tanto en el marco de este concepto se utiliza la siguiente nomenclatura para los lotes: 2*, 3*, 4*, 5*, 7*, 8*, 9* y 10 * que corresponde a la nomenclatura asignada por la cartografía de la UAECD para dichos predios. |
| ZV | La zona fue subdividida por la construcción de un lote el cual no se encuentra cartografiado por la SDP, en el marco del presente concepto se utiliza la segmentación correspondiente a la zona verde ZV y el lote 6*. |



Bogotá sin indiferencia

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

Considerando que la cartografía de la Unidad Administrativa Especial de Catastro Distrital – UAECD difiere de la cartografía de la SDP y de la nomenclatura asignada a los predios en el estudio realizado por la Unión Temporal Riesgo Urbanos (2003), en la Tabla No. 2 se muestra la distribución de predios por manzana y la correspondencia entre las tres bases cartográficas.

**Tabla No. 2.** Distribución de predios y correspondencia de lotes por manzanas en el desarrollo **San Isidro – Sector Cerrito I**

| SDP | | UAECD | | U.T. RIESGOS URBANOS | | SDP | | UAECD | | U.T. RIESGOS URBANOS | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Manzana | Lote | Manzana | Lote | Manzana | Lote | Manzana | Lote | Manzana | Lote | Manzana | Lote |
| A | 1 | 60 | 4 | 60 | 4 | D | 8A** | 56 | 10 | - | - |
| A | 2 | 60 | 5 | 60 | 5 | D | 8B** | 56 | 11 | - | - |
| A | 3 | 60 | 6 | 60 | 6 | D | 9 | 56 | 12 | - | - |
| A | 4 | 60 | 7 | 60 | 7 | D | 10 | 56 | 13 | - | - |
| A | 5 | 60 | 8 | 60 | 8 | D | 11 | 56 | 14 | - | - |
| A | 6 | 60 | 9 | - | - | D | 12 | 56 | 15 | - | - |
| A | 7 | 60 | 10 | - | - | D | 13 | 56 | 15 | - | - |
| A | 8 | 60 | 11 | - | - | D | 14 | 56 | 16 | - | - |
| A | 9 | 60 | 12 | - | - | D | 15 | 56 | 17 | - | - |
| A | 10 | 60 | 13 | - | - | D | 16 | 56 | 18 | - | - |
| A | 11 | 60 | 14 | - | - | D | 17 | 56 | 19 | - | - |
| A | 12 | 60 | 15 | - | - | D | 18 | 56 | 20 | - | - |
| A | 13 | 60 | 16 | - | - | D | 19 | 56 | 21 | - | - |
| A | 14 | 60 | 17 | 60 | 17 | D | 20 | 56 | 22 | - | - |
| A | 15 | 60 | 18 | 60 | 18 | D | 21 | 56 | 23 | 56 | 23 |
| A | 16 | 60 | 19 | 60 | 19 | D | 22 | 56 | 24 | 56 | 24 |
| B | 1A** | 58 | 3 | 58 | 2 | E | 1 | 55 | 14 | - | - |
| B | 1B** | 58 | 2 | 58 | 3 | E | 2 | 55 | 15 | - | - |
| B | 2 | 58 | 4 | 58 | 4 | E | 3 | 55 | 16 | - | - |
| B | 3 | 58 | 5 | 58 | 5 | E | 4 | 55 | 17 | - | - |
| B | 4 | 58 | 6 | 58 | 6 | E | 5 | 55 | 18 | - | - |
| B | 5 | 58 | 7 | 58 | - | E | 6 | 55 | 19 | - | - |
| B | 6A* | 58 | 17 | 58 | - | E | 7 | 55 | 20 | - | - |
| B | 6B* | 58 | 8 | 58 | - | E | 8 | 55 | 21 | - | - |
| B | 7 | 58 | 9 | 58 | - | E | 9 | 55 | 22 | - | - |
| B | 8 | 58 | 10 | 58 | - | E | 10 | 55 | 23 | 55 | 22 |
| B | 9 | 58 | 11 | 58 | - | E | 11 | 55 | 24 | 55 | 23 |
| B | 10 | 58 | 12 | 58 | - | E | 12 | 55 | 25 | 55 | 24 |
| B | 11 | 58 | 13 | 58 | 13 | E | 13 | 55 | 1 | 55 | 25 |
| B | 12 | 58 | 14 | 58 | 14 | E | 14 | 55 | 1 | 55 | 1 |
| B | 13 | 58 | 15 | 58 | 15 | E | 15 | 55 | 2 | 55 | 2 |
| B | 14 | 58 | 16 | 58 | 16 | E | 16 | 55 | 3 | 55 | 3 |
| B | 15 | 58 | 1 | 58 | 1 | E | 17 | 55 | 4 | - | - |
| C | 1 | 57 | 4 | - | - | E | 18 | 55 | 5 | - | - |
| C | 2 | 57 | 5 | 57 | 4 | E | 19 | 55 | 6 | - | - |
| C | 3 | 57 | 6 | - | - | E | 20 | 55 | 7 | - | - |



Bogotá sin indiferencia

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

| SDP | | UAECD | | U.T. RIESGOS URBANOS | | SDP | | UAECD | | U.T. RIESGOS URBANOS | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Manzana | Lote | Manzana | Lote | Manzana | Lote | Manzana | Lote | Manzana | Lote | Manzana | Lote |
| C | 4 | 57 | 7 | - | - | E | 21 | 55 | 8 | - | - |
| C | 5 | 57 | 8 | - | - | E | 22 | 55 | 9 | - | - |
| C | 6 | 57 | 9 | - | - | E | 23 | 55 | 10 | - | - |
| C | 7 | 57 | 10 | - | - | E | 24 | 55 | 11 | - | - |
| C | 8 | 57 | 11 | - | - | E | 25 | 55 | 12 | - | - |
| C | 9 | 57 | 12 | - | - | E | 26 | 55 | 13 | - | - |
| C | 10 | 57 | 13 | - | - | F | 1 | 61 | 12 | - | - |
| C | 11 | 57 | 14 | - | - | F | 2 | 61 | 11 | - | - |
| C | 12 | 57 | 15 | - | - | F | 3 | 61 | 10 | - | - |
| C | 13 | 57 | 16 | - | - | F | 3 | 61 | 13 | - | - |
| C | 14 | 57 | 17 | - | - | F | 4 | 61 | 14 | - | - |
| C | 15 | 57 | 18 | - | - | F | 5 | 61 | 9 | - | - |
| C | 16 | 57 | 19 | - | - | F | 6 | 61 | 15 | - | - |
| C | 17 | 57 | 20 | - | - | F | 7 | 61 | 8 | - | - |
| C | 18 | 57 | 21 | - | - | F | 8 | 61 | 7 | - | - |
| C | 19* | 57 | 22* | - | - | F | 9 | 61 | 16 | - | - |
| C | 19* | 57 | 23* | - | - | F | 10 | 61 | 6 | - | - |
| C | 19* | 57 | 24* | - | - | F | 11 | 61 | 5 | - | - |
| C | 19* | 57 | 25* | - | - | G | - | 59 | 2* | 59 | 8 |
| C | 19* | 57 | 26* | 57 | 26 | G | - | 59 | 3* | 59 | 4 |
| C | 19* | 57 | 27* | - | - | G | - | 59 | 4* | 59 | 3 |
| D | 1 | 56 | 2 | 56 | 2 | G | - | 59 | 5* | 59 | 2B |
| D | 2 | 56 | 3 | 56 | 3 | G | - | 59 | 7* | 59 | 2A |
| D | 3 | 56 | 4 | 56 | 4 | G | - | 59 | 8* | 59 | 6 |
| D | 4A** | 56 | 5 | - | - | G | - | 59 | 9* | 59 | 7 |
| D | 4B** | 56 | 6 | - | - | G | - | 59 | 10* | 59 | 5 |
| D | 5 | 56 | 7 | - | - | ZV | - | 59 | 6* | 59 | 1 |
| D | 6 | 56 | 8 | - | - | ZV | ZV | 59 | 1 | - | - |
| D | 7 | 56 | 9 | - | - | | | | | | |

## 3. ANTECEDENTES

Como fuente primaria de consulta, se empleó el Plano Normativo "Amenaza por Remoción en Masa" del Decreto Distrital 190 de 2004 (el cual compila las disposiciones contenidas en los decretos 619 de 2000 y 469 de 2003 o Plan de Ordenamiento Territorial de Bogotá – POT); así como la "Zonificación de Riesgo por Inestabilidad del Terreno para diferentes Localidades en la Ciudad de Santa Fe de Bogotá D.C.", realizada por el FOPAE a través de la firma Ingeocim Ltda., en 1998. De acuerdo con el estudio enunciado y con el citado Plano Normativo del POT, el área donde se encuentra localizado el desarrollo **San Isidro – Sector Cerrito I** de la localidad de Ciudad Bolívar, corresponde con zonas de amenaza media y alta por fenómenos de remoción en masa (Figura 1).

El 23 de Junio de 1999 la DPAE emitió el Concepto Técnico de Amenaza y Riesgo CT – 3277 para la legalización del desarrollo **San Isidro – Sector Cerrito I** en el cual se concluyó que la actividad minera desarrollada en el sector sur – este del barrio, originó

escarpes y el diaclasamiento de la roca, que sumado a un inadecuado manejo del agua, aumentaba la susceptibilidad del terreno a los movimientos de masa, principalmente por desprendimiento de bloques; a partir de la evaluación de amenaza, se realizó la siguiente categorización:

* Zona de amenaza alta: Corresponde a la manzana G, donde se debe adelantar estudios detallados de riesgo que determinen el manejo adecuado del mismo, si se pretende dar uso urbano; y la Zona Verde - ZV en la cual se recomienda conservar el uso asignado.
* Zona de amenaza media: El resto del barrio.

Respecto a vulnerabilidad, el concepto concluyó que el barrio muestra una vulnerabilidad media; en cuanto al riesgo por fenómenos de remoción en masa, se concluyó:

* Todo el sector en estudio presenta riesgo medio por remoción en masa por desprendimiento de bloques.
* Para el proceso de legalización, se sugirió denominar como sectores condicionados y/o restringidos aquellos que presentaban alto riesgo y alta amenaza por remoción en masa.
* Desde el punto de vista de riesgo por remoción en masa, la DPAE consideró factible la legalización del desarrollo.

Como medidas de mitigación, se recomendó adelantar acciones de protección y control, tendientes a mejorar las condiciones de estabilidad del entorno físico. Estas medidas contemplan obras de control de erosión, de recuperación morfológica de los antiguos taludes de explotación y obras de infraestructura. Se recomendó además prevenir situaciones de inestabilidad evitando realizar cortes sin estudios técnicos previos.

El desarrollo **San Isidro – Sector Cerrito I** de la Localidad de Ciudad Bolívar fue legalizado según Resolución 336 de octubre 11 de 1999, por el entonces Departamento Administrativo de Planeación Distrital – DAPD (actualmente Secretaría Distrital de Planeación – SDP). En esta resolución basándose en concepto técnico CT – 3277 de 1999, con respecto a la amenaza y riesgo por fenómenos de remoción en masa, se estableció como zona de amenaza alta la manzana G y se condicionó su uso urbano a estudios específicos; adicionalmente, se recomendó conservar el uso asignado a la zona verde ZV y realizar un manejo adecuado de aguas, de acuerdo con el citado concepto.

Adicionalmente, se revisó en el Sistema de Información Para la Gestión de Riesgos y Atención de Emergencias de Bogotá (SIRE), los antecedentes dentro del perímetro del desarrollo **San Isidro – Sector Cerrito I**, y sectores aledaños y se encontró que la Dirección de Prevención y Atención de Emergencias – DPAE ha realizado actividades como visitas técnicas y atención de emergencias, para las cuales se han emitido diversos documentos técnicos. Esta información es incorporada y complementada en el presente concepto, para establecer una secuencia cronológica de eventos y acciones por parte de la DPAE, tal como se describen en la Tabla No. 3 y se referencian en la Figura 2.

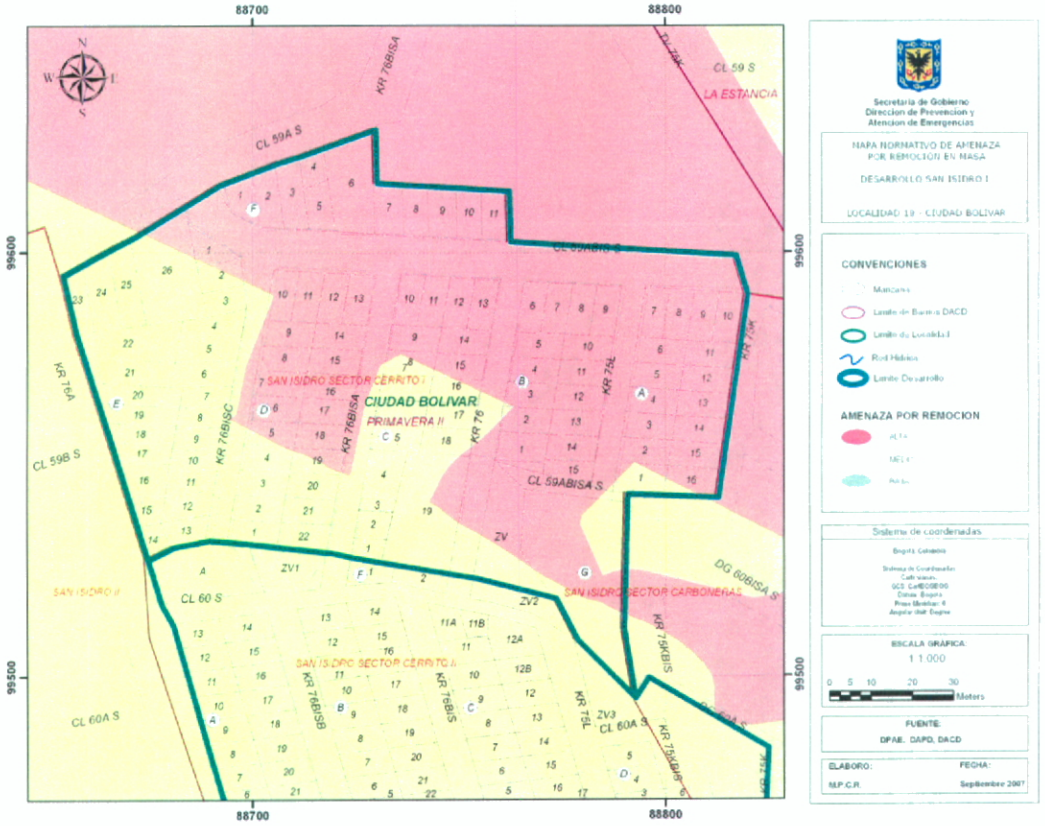



**Figura 1.** Localización general del desarrollo **San Isidro – Sector Cerrito I** de la localidad de Ciudad Bolívar y Zonificación de Amenaza por Remoción en Masa de acuerdo con el Plano Normativo del POT.

**Tabla No. 3.** Informes generados por la DPAE, para el desarrollo **San Isidro – Sector Cerrito I** y sectores aledaños.

| INFORME Fecha | DIRECCIÓN | OBSERVACIONES / RECOMENDACIONES |
|---|---|---|
| CT – 3278 12/Jul/1999 | Desarrollo San Isidro – Sector Cerrito II | De acuerdo con el concepto en este sector existe un escarpe rocoso limitando con el Sector Carboneras sobre la calle 60 Sur entre las Carreras 76 A y 75 L y continúa por la Carrera 75K Bis entre las Calles 60 A y 60 B Sur. Parte de dicho talud está afectado por deslizamientos y caída de rocas.<br>En el concepto se definió una condición de amenaza alta por remoción en masa al talud localizado en el costado norte del desarrollo y que limita con el sector Cerrito I (Figura 1), dicha zona abarca los predios 1 y 2 de la manzana F, y el predio 1 de la manzana E; adicionalmente, se recomendó adelantar estudios detallados para definir el uso urbano y conservar el uso asignado a las zonas verdes 1, 2 y 3. |

| INFORME Fecha | DIRECCIÓN | OBSERVACIONES / RECOMENDACIONES |
|---|---|---|
| CT – 3276 23/Jul/1999 | Desarrollo San Isidro – Sector Carboneras | En el concepto se definen zonas de amenaza alta por encontrarse ubicadas en la parte alta de un talud donde se presentaban caída de bloques y deslizamientos de suelo residual. El concepto recomendó realizar estudios geotécnicos y de amenaza y riesgo que determinarán el manejo que la zona requiere para su uso urbano. |
| DI – 1754 May/2003 | Diagonal 60A Bis Sur a Calle 60 sur entre Carreras 75K a 76. | En la visita realizada para emitir este diagnóstico se observó en los limites del desarrollo, un escarpe subvertical en arenisca con viviendas en la parte alta y baja del mismo cuya habitabilidad podía verse comprometida. En el extremo sur se encontraba una zona de acumulación de bloques y eventualmente ocurria la caída de éstos. Se recomendó incluir los desarrollos San Isidro Sectores Cerrito I, II y III y Carboneras en la base de datos de sitios de intervención de la DPAE con el objetivo de establecer recomendaciones y diseños de obras para mitigar la condición de riesgo por fenómenos de remoción en masa. |

Otros antecedentes del sector corresponden a las comunicaciones enviadas a la comunidad o entidades interesadas, sobre las conclusiones de las visitas adelantadas por la DPAE al desarrollo **San Isidro – Sector Cerrito I**, y que han sido informadas mediante las siguientes comunicaciones oficiales: RO – 16079 (septiembre de 2005), RO – 9560 (junio de 2003), RO – 9477 (mayo de 2003). Asimismo, las medidas estructurales de mitigación, estudios de amenaza y riesgo y otras acciones adelantadas por la DPAE dentro de la gestión del riesgo han sido informadas mediante las siguientes comunicaciones: RO – 11763 (agosto de 2005), RO – 10959 (mayo de 2004), RO – 10931 (mayo de 2004), RO – 8598 (octubre de 2002), RO – 8402 (agosto de 2002).

En virtud de la situación potencial de amenaza y para garantizar la condición de amenaza media de los desarrollos San Isidro Sectores Cerrito I, II, III y Carboneras , en el año 2003 el Fondo de Prevención y Atención de Emergencias – FOPAE por medio de la Unión Temporal Riesgos Urbanos, adelantó 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 San Isidro Sectores Cerrito I, II, III y Carboneras de la Localidad de Ciudad Bolívar en la Ciudad de Bogotá, D.C." en el que se concluyó y recomendó lo siguiente para el desarrollo **San Isidro – Sector Cerrito I**:

- Al costado oriental del área de estudio, se encuentra una antigua explotación de canteras con fenómenos de caída de rocas. Al noroccidente del sitio, se encuentra un talud con buena cobertura de pastos sobre suelos coluviales. En la parte superior e inferior de los taludes mencionados se emplazan viviendas de distintas tipologías estructurales.

- En el estudio se categorizó como zona de amenaza alta por fenómenos de remoción en masa los taludes localizados en los costados suroriental y sur del desarrollo.



Bogotá sin indiferencia

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

- El análisis de las alternativas de mitigación del riesgo, en cada uno de los taludes mencionados, indicó la necesidad de perfilarlos. Además, se sugirió la colocación de una malla de triple torsión sujeta con anclajes a la roca en el talud oriental y sistemas de manejo de agua superficial en el talud suroriental.

- En el estudio se presenta el plano *"Amenaza con alternativas de mitigación"*, en dicho plano los lotes 5 y 8 de la manzana 59 presentan una categoría de alto riesgo, estos predios corresponden con los predios 2* y 10* de la manzana G.

Finalmente, en el año 2004, el FOPAE adelantó para el talud localizado al oriente del desarrollo las obras sugeridas en el estudio realizado por la U.T Riesgos Urbanos, consistentes en el perfilado del talud, protección con malla – mortero, anclajes, empradización y construcción de obras de drenaje, mediante el Contrato de Obra No. 260-04, celebrado con el Señor Rafael Borras Sierra; en la zona que comprende las Calles 59 A Bis y 61 A Sur y las carreras 75 L y 75 K Bis del desarrollo San Isidro Sectores Cerrito I, II, III y Carboneras.

Por otra parte, a la fecha de elaboración del presente concepto, no se encontraron familias incorporadas al Programa de Reasentamiento de Familias localizadas en Zona de Alto Riesgo No Mitigable de acuerdo con la Base de Datos del Sistema de Información para la Gestión de Riesgos y Atención de Emergencias – SIRE.

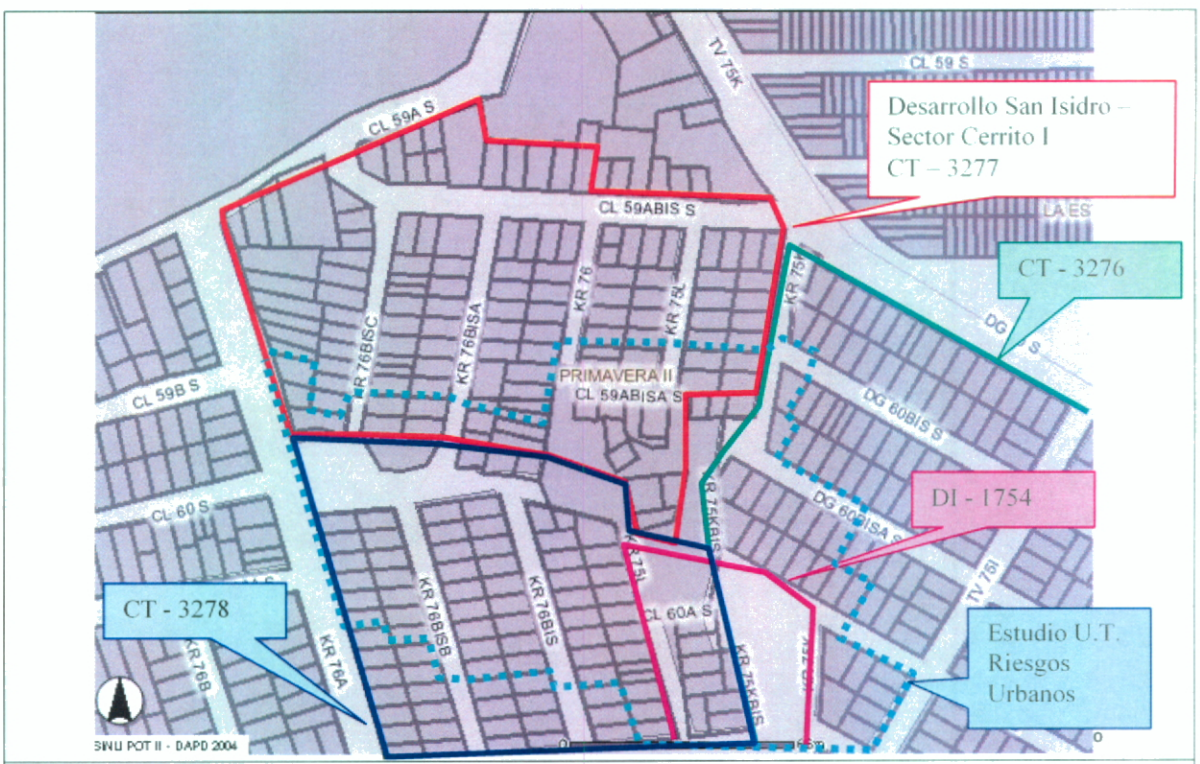



**Figura 2.** Localización de conceptos y diagnósticos técnicos realizados para sectores aledaños al desarrollo **San Isidro – Sector Cerrito I**.


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

# 4. EVALUACIÓN DE AMENAZA POR FENÓMENOS DE REMOCIÓN EN MASA

## 4.1 METODOLOGÍA

Para estimar la amenaza se tomó como referencia la evaluación de amenaza establecida en el Plano Normativo "Amenaza por Remoción en Masa" del Plan de Ordenamiento Territorial de Bogotá (ver antecedentes); el plano mencionado fue ajustado a un nivel de mayor detalle y actualizado mediante el reconocimiento de campo y la incorporación de nueva información existente.

El citado Plano Normativo del POT, se fundamenta en el estudio "Zonificación de Riesgo por Inestabilidad del Terreno para diferentes Localidades en la Ciudad de Santa Fe de Bogotá D.C.", realizada por el FOPAE a través de la firma Ingeocim Ltda., en 1998, donde se empleó como técnica de mapeo de la amenaza, el Sistema Semicuantitativo de Evaluación de Estabilidad (SES), la metodología de Taludes Naturales – MTN (Shuk, 1970, 1990 y 1997) y se utilizó como parámetro de calibración el inventario de procesos.

El sistema semicuantitativo de evaluación de estabilidad comprende fundamentalmente la evaluación de ocho parámetros, donde cada uno es el resultado de diversos factores asociados según su naturaleza, para cada factor se fijan intervalos de variabilidad acorde con su influencia en la estabilidad de las laderas. La combinación de los diferentes factores otorgan condiciones particulares de estabilidad, de esta forma a cada parámetro le corresponderá un determinado "valor" de estabilidad resultante de la suma ponderada de "valores" de estabilidad para cada parámetro (Ramírez, 1988).

El Sistema Semicuantitativo de Evaluación de Estabilidad (Ramírez, 1989. Modificado por González, 1997) considera las siguientes variables:

- Tipo de Material (M): Rocas, depósitos y materiales intermedios. Influencia de discontinuidades y estructuras.
- Factor Antrópico (A): Sobrecarga, descargas, infiltración de aguas y manejo de aguas servidas, intervención del drenaje, explotaciones mineras.
- Relieve (R).
- Drenaje (D).
- Uso del suelo y cobertura vegetal (U).
- Clima (C).
- Erosión (E).
- Sismicidad (S).
- Procesos dinámicos.

Las variables M, R, U y D, definen las zonas homogéneas, en tanto que las variables A, C, S y E, se considera que actúan como detonantes; la superposición sistemática de dichas variables permite establecer una zonificación en términos de calificación y categorías de estabilidad.

En la evaluación de amenaza se consideró primordialmente la información suministrada por 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 San Isidro sectores Cerrito I, II, III y Carboneras, Localidad Ciudad Bolívar"*, lo anterior considerando que se trata de un estudio puntual en el cual la escala de trabajo es 1:500 y define con detalle las condiciones geológicas y geotécnicas de la zona, y además realiza un análisis cuantitativo de la amenaza por caída de bloques y deslizamientos en el sector. A continuación se describe la metodología empleada para la determinación de la amenaza, de acuerdo con lo descrito en el citado estudio:

*"[...] En el análisis se tuvo en cuenta por una parte, la probabilidad de falla de los materiales y por otra la probabilidad de que ellos avancen. La conjugación de estos dos elementos permite la definición de franjas de amenaza graduales semi-paralelas a los taludes (hacia arriba y hacia abajo) que tienen que ver con las distancias de viaje y franjas imaginarias perpendiculares a los taludes que involucran los materiales y su resistencia al deslizamiento.*

*Así pues, la primera etapa consiste en definir por mecanismo de falla, la curva de probabilidad de colapso que es función del factor de seguridad, FS para las 16 ($=2^4$) diferentes combinaciones de variables aleatorias extremas como son: parámetros geomecánicos (c y φ) e influencia de los sismos y las lluvias (Rosenblueth, 1975 y Harr, 1987). La segunda etapa consiste en la definición de las distancias de viaje como funciones de probabilidad a partir de eventos aleatorios en roca y como valor único en la posible falla rotacional en suelo.*

*La amenaza se define como nula fuera del área de influencia de los fenómenos de inestabilidad: Hacia delante, más allá de la distancia de viaje de las masas inestables y hacia atrás, en el caso del talud en roca, guardando una distancia prudencial de 5m desde la corona donde se considera que no habrá posibilidad de generación de bloques inestables a juzgar por las evidencias de campo, y en el caso del talud en suelo, hacia atrás, una vez se termina la unidad geomorfológica de ladera escarpada".*

De acuerdo con la metodología expuesta anteriormente y con la clasificación de amenaza realizada en el estudio, se establece que el desarrollo **San Isidro – Sector Cerrito I** presenta amenaza baja, media y alta por movimientos de remoción en masa, presentándose deslizamientos y caídas de bloques.

Teniendo en cuenta la categorización propuesta en los planos *"Zonificación de amenaza – escenario actual"* y *"Amenaza con alternativas de mitigación"* incluidos en el informe del estudio realizado por la U.T. Riesgos Urbanos, la información disponible, así como la escala y finalidad de este concepto, para evaluar 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



Bogotá sin indiferencia

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

técnicos de riesgo y diagnósticos técnicos existentes dentro del desarrollo 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 o reactivación de fenómenos de remoción en masa y se definió la amenaza ante dicho evento para el desarrollo **San Isidro – Sector Cerrito I** de la localidad de Ciudad Bolívar.

## 4.2 PARÁMETROS VERIFICADOS

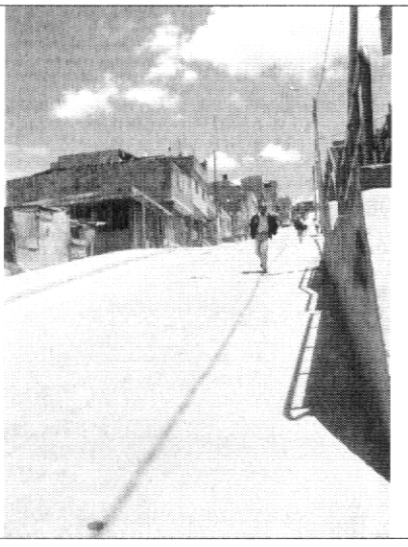
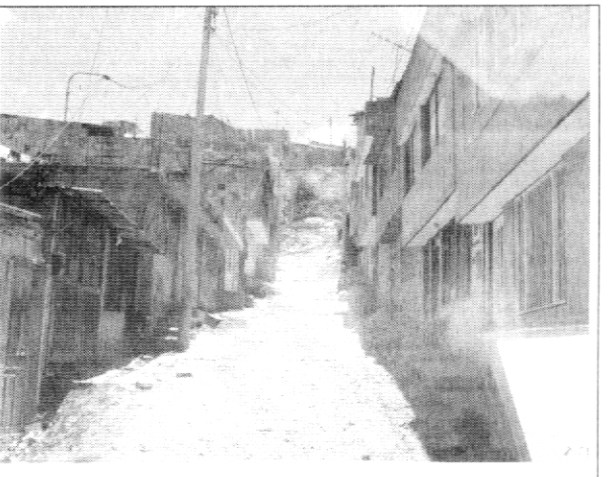
### 4.2.1 Marco Físico del Sector

El desarrollo **San Isidro – Sector Cerrito I** describe un polígono irregular alargado en dirección oriente – occidente conformado por 7 manzanas de acuerdo con la cartografía de la SDP, en donde se presentan pendientes que varían entre moderadamente inclinadas hasta muy escarpadas.

El desarrollo tiene uso residencial, la mayoría de viviendas están construidas en mampostería no confinada y utilizan como cubierta en proporción similar teja de zinc, teja de asbesto – cemento y placa de concreto; su estado y condiciones estructurales se pueden considerar como aceptables; sin embargo, en algunos casos puntuales se tienen viviendas construidas con material de recuperación y por lo tanto sus condiciones estructurales son deficientes.

El desarrollo **San Isidro – Sector Cerrito I** cuenta con 128 predios, los cuales se encuentran construidos en su totalidad, y corresponden con unidades residenciales de un piso (53%), dos pisos (38%) y tres pisos (9%).

La Carrera 76 A y la Calle 59 A Bis Sur que limitan el desarrollo en el costado occidental y norte, respectivamente, están pavimentadas; no obstante, al interior del desarrollo las vías se encuentran sin pavimentar y no cuentan con estructuras de drenaje como cunetas y por lo tanto el manejo que se hace de las aguas de escorrentía es deficiente.

| | |
|---|---|
|  |  |
| **Fotografía No. 1** Carrera 76 A localizada en el costado occidental del desarrollo | **Fotografía No. 2** Carrera 76 Bis A. Se observa vía sin pavimentar, tipología de viviendas, y variación de la pendiente |

### 4.2.2 Geología

El desarrollo **San Isidro – Sector Cerrito I** esta localizado dentro de la *"Formación Guaduas"* según el estudio realizado por la U.T. Riesgos Urbanos (2003); de acuerdo con las características observadas en campo de la roca que afloraba en el talud localizado en el costado sur – oriental del desarrollo, se definieron en dicho estudio las siguientes unidades:

*"Formación Guaduas – Conjunto medio inferior: arcillolitas en secuencias monótonas, no fisibles, de color gris medio que alteran a colores pardos claros y amarillo quemado. El diaclasamiento de esta unidad es intenso y no definido, al que se superpone fisuramiento[…].*

*Formación Guaduas – Conjunto medio medio: el macizo rocoso se compone de una secuencia de areniscas dispuestas en bancos de espesores mayores a 2m con intercalaciones de arcillolitas.*

*Las areniscas son cuarzosas, grises claras si están frescas y amarillentas si están alteradas, cementación variable de acuerdo con el grado de intemperismo (de bien cementadas a friables) […]*

*Las arcillolitas interestratificadas son de color gris claro a pardo medio, no fisibles y muy fisuradas […]*

*El fracturamiento del macizo es variable entre moderado y alto, con zonas de cizallamiento y presencia de estrías de fricción sobre roca fresca. El espesor observado de esta unidad fue de 6 metros de base a techo [...]".*

En el estudio también se describen los depósitos cuaternarios presentes de la siguiente manera:

*"Coluvión superior: Son suelos de composición variada de acuerdo con la proveniencia del material arrastrado por los procesos gravitacionales y eventualmente con influencia aluvial.*

*Coluvión inferior: Suelo de color amarillo, con variabilidad alta en cuanto a la textura de su matriz, que varía de arenosa a arcillosa. Se diferencia del suelo coluvial superior por la mayor cantidad de bloques de arenisca que generalmente posee.*

*Suelos antrópicos de relleno: Este material es variable, pero generalmente corresponde a gravas y cantos angulares de areniscas, y fragmentos de bloques, ladrillos, etc., dentro de una matriz de suelo limo – arcilloso de colores pardos".*

Finalmente, en cuanto a tectónica en el estudio se menciona:

*Las fallas reportadas para el área que incluye la zona de estudio tienen tendencias E – W a NW - SE. La Falla de Terreros, ubicada aproximadamente 2km al sur tiene dirección E - W. La Falla de Mochuelo, inferida en el cuaternario aluvial - lacustre se ubica 1,5km al noreste y tiene dirección aproximada N45W.*

*En medio de estas fallas, se encuentra la Zona de Falla de Perdomo, con dirección aproximada N70W y que incluiría la zona de San Isidro. Lo anterior es concordante con la dirección predominante de diaclasamiento, que corresponde a una familia con promedio N70W verticales o sub-verticales".*

### 4.2.3 Geomorfología

En el estudio realizado por la U.T. Riesgos Urbanos se definieron las unidades geomorfológicas que se describen a continuación.

*"*Ladera coluvial baja: Unidad de ladera ubicada en la parte baja de la zona de estudio, ladera abajo del escarpe de arenisca. Constituye el Piedemonte que esta en contacto con las llanuras aluviales - lacustres de la Sabana de Bogotá. Tiene inclinaciones entre el 10 y el 20%. [...]No se observan procesos activos de erosión ni de remoción en masa, a excepción de surquillos por erosión hídrica concentrada en los accesos no pavimentados.*

*Ladera coluvial alta: Se desarrolla sobre arcillolitas, suelos residuales y suelos coluviales. Se observan surquillos por erosión hídrica concentrada en los accesos no pavimentados. Tiene inclinaciones entre el 15 y el 30% y antes de los procesos de urbanización presentaba procesos de carcavamiento intenso, posiblemente relacionados con la mala*



Bogotá sin indiferencia

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

*disposición de materiales sobrantes en la explotación de pequeños chircales aunado a la susceptibilidad propia de los materiales que la componen.*

**Ladera escarpada en suelos coluviales: Define las zonas empinadas cuyo substrato rocoso corresponde a areniscas, pero que se encuentran cubiertas por material coluvial o residual. Puede presentar problemas de remoción en masa tipo desprendimiento y caída, aunque actualmente no presenta procesos activos.*

**Ladera escarpada en materiales antrópicos sometidos a cortes: Son zonas escarpadas que han sido utilizadas como botaderos o que han sido cortadas o rellenadas para adecuación de vías o accesos, por lo tanto, están constituidos por materiales antrópicos. Tiene inclinaciones entre el 60 y el 100%.*

**Ladera escarpada en areniscas: Rasgo morfoestructural más importante en la zona de estudio. Se desarrolla sobre areniscas, aunque ocasionalmente presenta arcillolitas en la parte baja y coluviones o suelos residuales en la parte alta. La mayor parte del escarpe aflorante constituye el talud final de la explotación poco técnica de una cantera pre-existente. Su inclinación es mayor del 150%, con tramos verticales y aun con pendiente negativa. Presenta procesos de caída de bloques y detritos, asociados a la formación de cuñas, planares y volteos".*

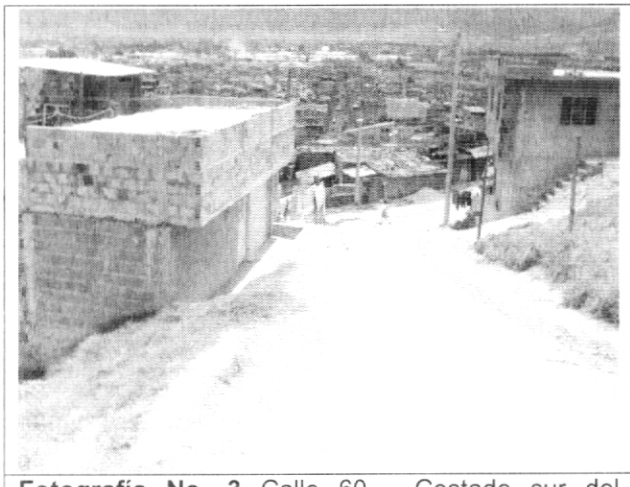
Es pertinente mencionar que estas unidades fueron definidas antes de que se ejecutara el contrato de obra 260 – 04 por parte del FOPAE, y por esta razón la unidad "Ladera escarpada en areniscas" la cual se consideró como el rasgo geomorfológico mas importante ya no presenta caída de bloques y detritos; no obstante, en el recorrido de campo se identificaron procesos que dada la geomorfología y materiales presentes pueden llegar a ser considerados como importantes, dichos procesos se mencionan a continuación:

- Erosión hídrica concentrada: se presenta en las vías sin pavimentar en forma laminar y de surcos, en caso de no realizarse las respectivas obras de drenaje y considerando la pendiente longitudinal de las vías pueden avanzar a cárcavas.

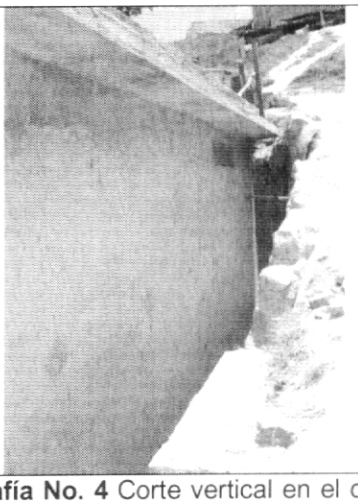
- Corte vertical de aproximadamente 2.5m de altura para emplazamiento de la vivienda localizada en el costado occidental del lote 6* de la zona ZV que hace parte de la unidad geomorfológico de *"Ladera escarpada en suelos coluviales"*, teniendo en cuenta que se trata de un corte vertical sobre materiales poco consolidados en una zona en la cual no existen estructuras de drenaje se considera que esta es una zona susceptible a la ocurrencia de movimientos puntuales.

- Talud localizado en el costado sur de las manzanas E, D y C: Se considera que este talud es susceptible a la generación de movimientos de remoción en masa considerando su pendiente, la ausencia de estructuras para el manejo del agua de escorrentía en la parte alta del mismo y los materiales de la zona que tienen predisposición a ser afectados por procesos de erosión. Lo anterior, es corroborado en el estudio realizado por la U.T. Riesgos Urbanos (2003) en el aparte de Morfodinámica

donde se establece que *"Los fenómenos de remoción en masa observados son de pequeña magnitud y superficiales relacionados con cortes de excavaciones de alturas menores de 2,5m, en zonas con predominio de material coluvial o residual con matriz arcillo-arenosa. Sin embargo, dada la susceptibilidad a la erosión, ésta puede convertirse en factor detonante de movimientos en masa".*



**Fotografía No. 3** Calle 60 - Costado sur del desarrollo y parte alta del talud que lo limita. Se observa ausencia de estructuras de drenaje y procesos de erosión hídrica concentrada.



**Fotografía No. 4** Corte vertical en el costado occidental del lote 6* de la zona ZV.



**Fotografía No. 5** Talud que localizado en el costado sur del desarrollo.



**Fotografía No. 6** Zona de depositación de materiales del talud ubicado en el costado sur del desarrollo.



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

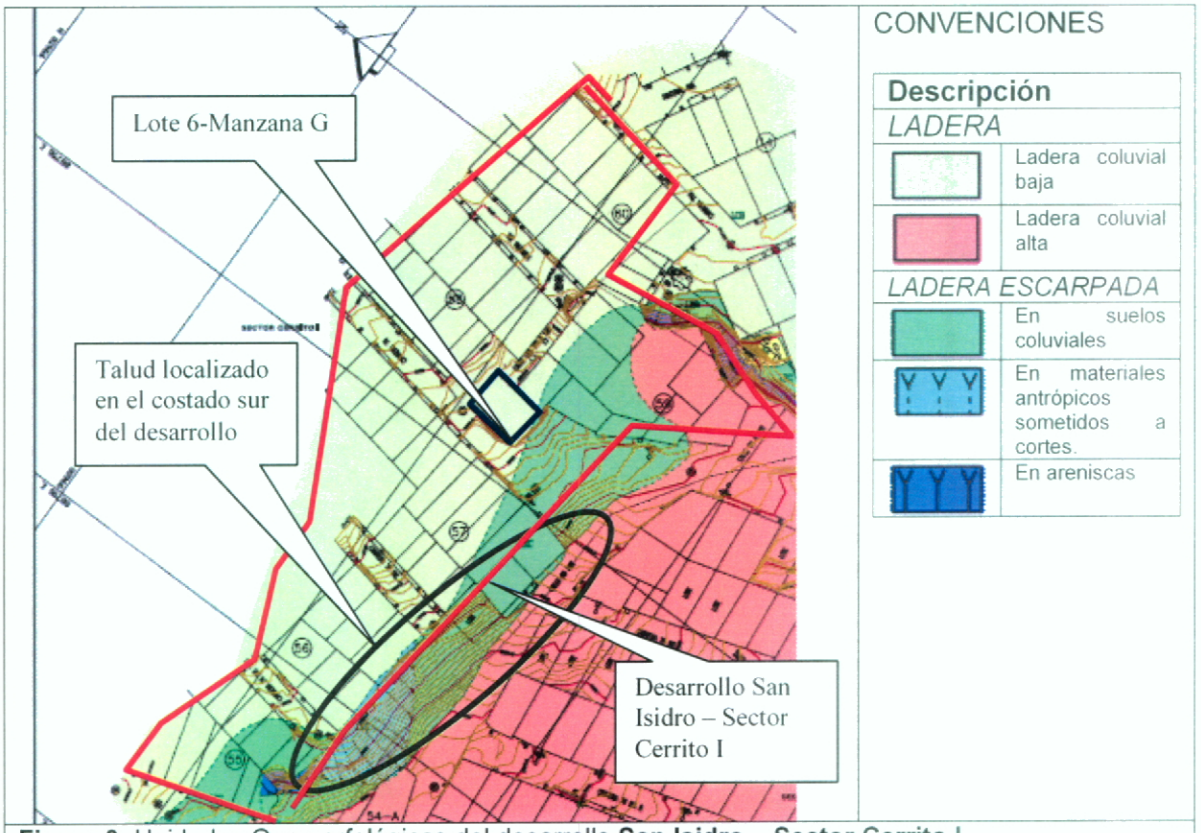



**Figura 3.** Unidades Geomorfológicas del desarrollo **San Isidro – Sector Cerrito I**.

FUENTE: Plano 4: Geomorfología y Procesos, 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 San Isidro sectores Cerrito I, II, III y Carboneras, Localidad Ciudad Bolívar" (2003).

### 4.2.4 Clima

Se presenta un clima húmedo de tipo bimodal con dos períodos lluviosos entre los meses de abril – mayo y octubre – noviembre. La temperatura varía entre 10°C y 11°C, y la precipitación media anual varía entre 500 y 600 mm.[1]

### 4.2.5 Hidrografía e Hidrología

Hidrográficamente, el desarrollo **San Isidro – Sector Cerrito I** de la localidad de Ciudad Bolívar, se encuentra sobre la cuenca de la Quebrada Limas, sin embargo, ni dentro del área del desarrollo ni en los sectores aledaños se observan quebradas ni corrientes de agua con flujo permanente.

[1] Tomado del mapa de "Distribución de la precipitación media anual" y del mapa de "Distribución de la temperatura media anual" del "Estudio da la caracterización climática de Bogotá y cuenca alta del Rio Tunjuelo". IDEAM – FOPAE.

Considerando que en algunos sectores del desarrollo no existen cunetas ni redes de alcantarillado pluvial, se contempla la posible existencia de flujos subsuperficiales actuando de la siguiente forma en la ladera[2]:

- Aumentando la presión de poros y por consiguiente disminuyendo los esfuerzos efectivos y la resistencia al corte.
- Originando presiones hidrostáticas en las diaclasas de las masas rocas produciendo fuerzas hidrodinámicas, especialmente cuando el agua fluye en sentido paralelo superficie del talud o ladera.
- Reduciendo la cohesión del material (reblandecimiento)
- Acelerando la meteorización
- Produciendo erosión interna
- Incrementando el peso total de la masa por humedecimiento de la misma.

### 4.2.6 Lluvias y Análisis hidrológico

En el estudio realizado por la U. T. Riesgos urbanos se determinó una lluvia anual de 587mm que de acuerdo con las relaciones propuestas por Ingeocim (1999) corresponde con una precipitación acumulada crítica de 211.7mm y una duración de 30.4 días, que tiene un periodo de retorno de 29 años.

### 4.2.7 Factor Antrópico

De acuerdo con el análisis multitemporal de fotografías aéreas realizado por la U.T. Riesgos Urbanos (2003), en 1955 se observaba el desarrollo de actividades extractivas que tenían como objetivo la explotación de areniscas en la parte media de la Formación Guaduas; en el año de 1998 ya se observa la completa urbanización del sector que originó cortes y rellenos posiblemente con alturas no superiores a 2.5m. Finalmente, en el 2004 se construyeron obras de mitigación y protección del talud en roca localizado al oriente del desarrollo que generaron algunos cambios en las geoformas de la zona.

### 4.2.8 Uso y Cobertura Vegetal

El uso del suelo es urbano, correspondiendo a un sector consolidado con densidad media de construcción de tipo residencial y con vías internas sin pavimentar. El talud localizado en el costado sur del desarrollo tiene una cobertura vegetal consistente en pastos y algunas especies de arbustos. El talud localizado en el costado suroriental esta cubierto mortero por las obras de mitigación realizadas en el 2004.

[2] Tomado del numeral 6.2.2 Lluvia crítica (relación lluvia – deslizamiento) del estudio realizado por la U.T. Riesgos Urbanos (2003)

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

Considerando la metodología descrita en el numeral 4.1 se realiza la siguiente categorización de amenaza para los predios del desarrollo **San Isidro – Sector Cerrito I**

**Tabla No. 4.** Zonas de amenaza por remoción en masa, en el desarrollo **San Isidro – Sector Cerrito I.**

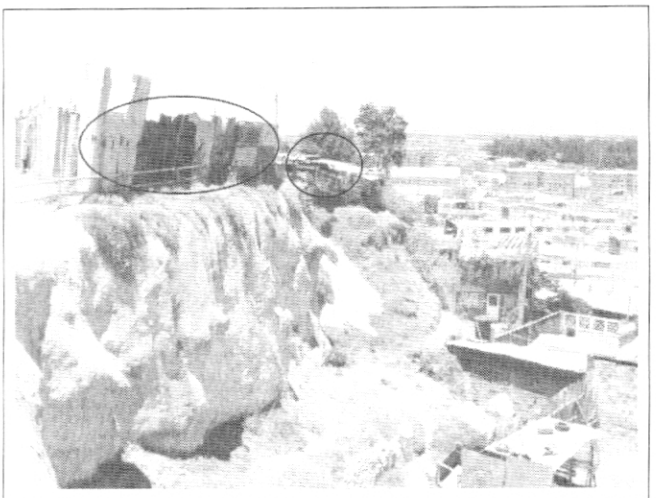
| ZONA | MANZANA | PREDIOS | DESCRIPCIÓN |
|---|---|---|---|
| Zona de Amenaza Alta | G | 2* y 10* | Considerando la cercanía de estos predios con el talud localizado en el costado suroriental del desarrollo y la evaluación de la amenaza propuesta por el estudio de amenaza y riesgo de la U.T. Riesgos Urbanos, de acuerdo con la cual, estos predios tienen categoría de amenaza alta con obras de mitigación, se otorga esta categoría de amenaza. (Ver Fotografía No. 7) |
| | | Sector no construido | |
| Zona de Amenaza Media | A | 1 a 16 (Toda la manzana) | Zona de pendiente moderada conformada por suelos antrópicos y coluviones que permiten el almacenamiento y flujo de agua subsuperficial. En la zona no se observan evidencias de fenómenos de remoción en masa, pero se observan problemas de erosión laminar y en surcos en las vías por el deficiente manejo del agua de escorrentía.<br><br>De igual forma para el talud que limita los predios 1 y 26* de la manzana C; 1, 2 y 22 de la manzana D, 12 a 15 de la manzana E, donde no se evidencian procesos de remoción en masa, salvo procesos de erosión, se deben adelantar medidas de mitigación con el fin de que la acción de los aguas de escorrentía no modifiquen la actual de condición de amenaza media.<br><br>En los límites del predio 6* de la zona ZV se observa el desarrollo de procesos incipientes de inestabilidad, para lo cual se deben adelantar por parte del propietario las obras de protección y/o estabilización del talud localizado en el costado occidental de este predio. |
| | B | 1A*, 1B*, 2 a 5, 6A*, 6B* y 7 a 15 (Toda la manzana) | |
| | C | 1 a 18, 22*,23*, 24*, 25*, 26* y 27*(Toda la manzana) | |
| | D | 1 a 3, 4A*, 4B*, 5 a 7, 8A*, 8B y 9 a 22 (Toda la manzana) | |
| | E | 1 a 26 (Toda la manzana) | |
| | F | 1 a 11 (Toda la manzana) | |
| | G | 3*, 4*, 5*, 7*, 8* y 9* y ZU | |
| | ZV | 6*, ZV | |

## 5. EVALUACIÓN DE VULNERABILIDAD

El análisis de vulnerabilidad se basó en el cálculo del denominado Índice de Vulnerabilidad Física (IVF), utilizando para tal efecto la metodología propuesta por Leone y modificada por Soler et al (INGEOCIM, 1998). Esta evaluación incluye los siguientes aspectos:

- Determinación de la solicitación característica para cada vivienda.
- Clasificación de la tipología de vivienda existente. Esta información se obtuvo del inventario de viviendas.
- Cálculo de los índices de vulnerabilidad física (IVF) para cada unidad de vivienda, dependiendo del tipo de movimiento, la intensidad de las solicitaciones y las características del elemento expuesto (viviendas).

- Zonificación por Vulnerabilidad Física ante fenómenos de remoción en masa.



**Fotografía No 7.** Obras de mitigación realizadas por el FOPAE mediante el contrato 260/04. Se observan de igual manera, las viviendas en la parte alta del talud.

## 5.1 TIPIFICACIÓN DE VIVIENDAS

Para la determinación de la resistencia del elemento expuesto, se obtuvo la tipificación de las viviendas según el criterio de Leone[3] (Tabla No. 5) teniendo en cuenta los criterios de resistencia de la estructura presentados en la Tabla No. 6

**Tabla No. 5.** 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. |

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

En las Figuras 4 y 5 se presenta la distribución por número de piso y por tipología de los 128 predios que conforman el desarrollo **San Isidro - Sector Cerrito I.**

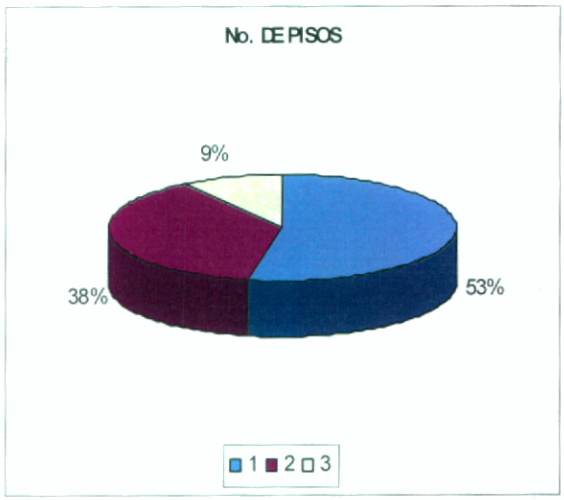



**Figura 4.** Distribución por número de pisos en las viviendas del desarrollo **San Isidro – Sector Cerrito I**

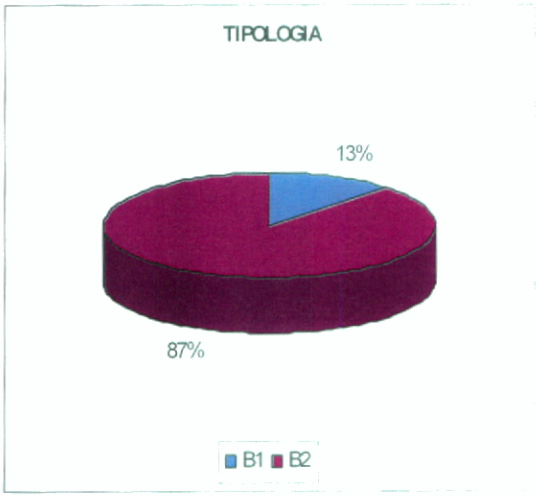



**Figura 5.** Distribución porcentual de tipología de viviendas del desarrollo

Considerando la clasificación propuesta en la Tabla No. 5 y la revisión adelantada durante la visita de campo, se determinó una predominancia de viviendas con calidad regular (B2=87%) y el 13% corresponde con viviendas de deficiente calidad constructiva (B1). Fotografía No.2.

**Tabla No. 6.** Criterios de resistencia de las estructuras según el tipo de solicitación o evento al que podrían estar expuestas las viviendas (Tomada de INGEOCIM, 1998)

| Tipo de solicitación | Modos de daño | Criterio de resistencia de la estructura |
|---|---|---|
| Desplazamientos laterales | Transporte<br>Deformación<br>Asentamientos<br>Ruptura | Profundidad de la cimentación<br>Arriostramiento de la estructura |
| Empujes laterales | Deformación<br>Ruptura | Altura de la estructura<br>Profundidad de la cimentación<br>Refuerzo |
| Impactos | Deformación<br>Ruptura | Refuerzo |

De acuerdo con los parámetros verificados y la localización de las viviendas en el desarrollo **San Isidro – Sector Cerrito I**, se pueden presentar solicitaciones por desplazamientos laterales (Manzana C: toda la manzana, Manzana D: toda la manzana, Manzana E: toda la manzana, Manzana F: lotes 1 a 11, y Manzana G: toda la manzana), y empujes laterales (Manzana C: lotes 1 y 26*, Manzana D: lotes 1 y 22, Manzana E: lotes 13 y 14 y Zv: lote 6*).

## 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. 7.

**Tabla No. 7.** Clasificación de los daños según el DRM (Tomada de Leone, 1996)

| Índice de daño | Tipo de daño | Porcentaje de daño |
|---|---|---|
| I | Daños ligeros no estructurales. Estabilidad no afectada. | 0.0 – 0.1 |
| II | Fisuras en paredes (muros). Reparaciones no urgentes. | 0.2 – 0.3 |
| III | Deformaciones importantes. Daños en elementos estructurales. | 0.4 – 0.6 |
| IV | Fracturación de la estructura. Evacuación inmediata. | 0.7 – 0.8 |
| V | Derrumbe parcial o total de la estructura. | 0.9 – 1.0 |

## 5.3 CATEGORIZACIÓN DE LA VULNERABILIDAD

Teniendo en cuenta la clasificación de daños de la Tabla No. 7, 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. 8 se presentan los criterios de intensidad de las solicitaciones y en la Tabla No. 9 se presenta la matriz de daño.

**Tabla No. 8.** 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.



Bogotá sin indiferencia

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

De acuerdo con las características de la zona y considerando la Tabla No. 8, se tiene que en el desarrollo **San Isidro – Sector Cerrito I** se pueden presentar movimientos de velocidad lenta y presiones laterales con intensidades entre media y alta, los cuales son el reflejo de la zonificación de amenaza.

**Tabla No. 9.** Matriz de daño utilizada (Tomada de INGEOCIM, 1998).

| Evento | Solicitación | | Tipo de Vivienda | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | B1 | B2 | B3 | B4 |
| Deslizamientos o flujos | Rapidez del movimiento | Lento | Alto | Medio | Medio | Bajo |
| | | Rápido | Alto | Alto | Alto | Medio |
| | Presiones Laterales | Baja | Medio | Medio | Medio | Bajo |
| | | Media | Alto | Alto | Medio | Medio |
| | | Alta | Alto | Alto | Alto | Medio |
| Caída de bloques | Desplazamientos verticales | Bajo | Medio | Medio | Medio | Bajo |
| | | Alto | Alto | Alto | Alto | Alto |
| | Impactos | Bajo | Medio | Medio | Bajo | Bajo |
| | | Medio | Alto | Alto | Medio | Medio |
| | | Alto | Alto | Alto | Alto | Medio |

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

*IVF Total = MAX (IVF Deslizamientos, IVF Caída de bloques)*

En la Tabla No. 10 se relaciona el índice de vulnerabilidad física con los niveles de daño.

**Tabla No. 10.** Valores de Índice de Vulnerabilidad Física (Tomada de INGEOCIM, 1998).

| Nivel de Daño | Mínimo | Máximo |
|---|---|---|
| Bajo | 0.05 | 0.35 |
| Medio | 0.35 | 0.65 |
| Alto | 0.65 | 1.00 |

La vulnerabilidad se categoriza de acuerdo con el valor del IVF, como se precisa en la Tabla No. 11.



Bogotá sin indiferencia

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

**Tabla No. 11.** Criterios de categorización de la vulnerabilidad de las edificaciones ante fenómenos de remoción en masa (Tomada de INGEOCIM, 1998).

| CATEGORÍA VULNERABILIDAD | CRITERIO |
|---|---|
| ALTA | IVF total > 0.65 |
| MEDIA | 0.35 ≤ IVF total < 0.65 |
| BAJA | IVF total < 0.35 |

## 5.4 ESTIMACIÓN DE LA VULNERABILIDAD FÍSICA

De acuerdo a la Tabla No 9 y considerando que las viviendas del desarrollo **San Isidro – Sector Cerrito I** presentan tipologías B1 y B2, se tienen niveles de daño entre medio y alto.

Sin embargo, teniendo en cuenta que la vulnerabilidad también es función del grado de exposición[4], y que en este caso la exposición es baja para las viviendas localizadas en la parte central y en el costado norte del desarrollo, pues no se observaron fenómenos activos de remoción en masa, se realiza la siguiente categorización de vulnerabilidad.

**Tabla No. 12.** Categorización de Vulnerabilidad para el desarrollo **San Isidro – Sector Cerrito I**.

| ZONA | MANZANA | PREDIOS |
|---|---|---|
| Zona de Vulnerabilidad Alta | G | 2* y 10* |
| Zona de Vulnerabilidad Media | A | 1 a 16 (Toda la manzana) |
| | B | 1A*, 1B*, 2 a 5, 6A*, 6B* y 7 a 15 (Toda la manzana) |
| | C | 1 a 18, 22*,23*, 24*, 25*, 26* y 27* (Toda la manzana) |
| | D | 1 a 3, 4A, 4B, 5 a 7, 8A*, 8B* y 9 a 22 (Toda la manzana) |
| | E | 1 a 26 |
| | F | 1 a 11 |
| | G | 3*, 4*, 5*, 7*, 8* y 9* |
| | ZV | 6* |

[4] Vulnerabilidad (V): Susceptibilidad de los elementos a sufrir daño o falla por la magnitud del fenómeno amenazante. Se puede descomponer en Exposición (E) y Resistencia (S). V= E/S. Tomado de "RIESGOS EN OBRAS DE INFRAESTRUCTURA". CPC-2° Seminario-Controles en los Procesos constructivos de Obras Civiles. GONZÁLEZ, Álvaro J

## 6. EVALUACIÓN DE RIESGO POR FENÓMENOS DE REMOCIÓN EN MASA

En su determinación se emplearon las dos variables previamente definidas: amenaza y vulnerabilidad. De la convolución de estas dos variables se obtuvo la calificación del riesgo; sin embargo, en esta operación se le asigna un mayor peso a la calificación de amenaza, entendiéndose que la vulnerabilidad puede ser intervenida y reducida, mediante la implementación de técnicas constructivas de sencilla aplicación.

Considerando que para los lotes construidos la categorización de amenaza y vulnerabilidad tiene valores de media y alta; se tiene la categorización de riesgo que se señala en la Tabla No. 13.

**Tabla No. 13.** Zonas de Riesgo en el desarrollo **San Isidro – Sector Cerrito I** en la localidad de Ciudad Bolívar.

| ZONA | MANZANA | LOTE |
|---|---|---|
| Zona de Riesgo Alto No Mitigable | G | 2* y 10* |
| Zona de Riesgo Medio | A | 1 a 16 (Toda la manzana) |
| | B | 1A*, 1B*, 2 a 5, 6A*, 6B* y 7 a 15 (Toda la manzana) |
| | C | 1 a 18, 22*,23*, 24*, 25*, 26* y 27* (Toda la manzana) |
| | D | 1 a 3, 4A*, 4B*, 5 a 7, 8A*, 8B* y 9 a 22 (Toda la manzana) |
| | E | 1 a 26 |
| | F | 1 a 11 |
| | G | 3*, 4*, 5*,7*, 8* y 9* |
| | ZV | 6* |

## 7. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

- El desarrollo **San Isidro – Sector Cerrito I** 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).

  Es importante indicar, como se anotó previamente, que para la elaboración del concepto se utilizó la base cartográfica predial del barrio, a escala 1:1000 del Departamento Administrativo de Planeación Distrital – DAPD (actualmente Secretaría Distrital de Planeación – SDP); no obstante, la Manzana G y la Zona Verde ZV fueron segmentados en predios que fueron construidos y dichas subdivisiones no aparecen en la cartografía aprobada de la SDP; por lo tanto, en el marco del presente concepto se incluyen los predios 2*, 3*, 4*, 5*, 7*, 8*, 9* y 10* de la manzana G y el lote 6* de la zona verde ZV; cabe anotar que esta nomenclatura coincide con la asignada por la

UAECD.

- Desde el punto de riesgos, la DPAE considera necesario modificar la resolución de legalización del desarrollo **San Isidro – Sector Cerrito I**; con el propósito de actualizarla a las condiciones encontradas en el momento de la emisión del presente concepto técnico. Por tal razón, se recomienda condicionar y/o restringir aquellos predios con amenaza alta y/o riesgo alto por remoción en masa.

- Teniendo en cuenta lo anterior para el sector no ubanizado de la manzana G por encontrarse en amenaza alta, se recomienda no urbanizar y destinar como suelo de protección por riesgo.

- Por amenaza alta o riesgo alto por fenómenos de remoción en masa, se establece un condicionamiento y/o restricción al uso del suelo y para esto 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 esta condiciones son excluyentes. 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. 14.

**Tabla No. 14.** Predios que se encuentran ubicados en la Zona de Riesgo Alto No Mitigable por Fenómenos de Remoción en Masa

| MANZANA | LOTES | RECOMENDACIONES |
|---|---|---|
| G | 2* y 10* | Predios construidos de forma inapropiada pues hacen parte de la Manzana G condicionada por la Resolución de legalización 336 de 1999, por ser zona de amenaza alta por fenómenos de remoción en masa; donde previo a la construcción de las viviendas se debieron adelantar los estudios técnicos necesarios que definieran las medidas de mitigación, razón por lo cual y dado que no se adelantaron por los propietarios los estudios pertinentes actualmente se encuentran en una condición de riesgo alto no mitigable.<br><br>Por tal motivo y debido a que actualmente se presenta en estos predios, una condición de riesgo alto no mitigable, se debe definir por parte de las autoridades competentes las infracciones urbanísticas, por la ocupación de zonas de amenaza alta sin adelantar los estudios técnicos adecuados, tal como lo estableció la resolución de legalización 336 de octubre de 1999.<br><br>Adicionalmente se recomienda destinar estos predios como suelo de protección por riesgo. |

- Además, se recomienda levantar el condicionamiento por amenaza alta por fenómenos de remoción en masa establecida en la Resolución 336 de 11 de octubre de 1999, para los predios incluidos en la Tabla No. 15 que actualmente se encuentran

calificados con amenaza media y/ o riesgo medio.

**Tabla No. 15.** Predios a los que se les recomienda levantar el condicionamiento de uso por encontrarse ubicados actualmente en Zona de Amenaza Media por Fenómenos de Remoción en Masa

| MANZANA | LOTES |
|---|---|
| G | 3*, 4*, 5*, 7*, 8* y 9* |
| ZV | ZV y 6* |

No obstante se deberá verificar por parte de las autoridades competentes si se cometió por parte de los propietarios de estos predios una infracción urbanística, debido a que el la resolución de legalización dichos predios estaban condicionados a estudios técnicos pertinentes.

Del mismo modo el lote 6* de la zona ZV fue construido de forma inapropiada pues hace parte de la Zona Verde definida en la Resolución de legalización 336 de 1999. Por tal razón, se debe verificar por parte de las autoridades competentes, por qué el uso asignado para este predio ha sido modificado y definir si se cometió alguna infracción urbanística, dado que tal como lo estableció la Resolución de legalización 336 de octubre de 1999 donde se encuentra ubicado este predio el uso permitido era el de zona verde. En caso tal, que la construcción de dicho predio se hubiese adelantado acorde con la normatividad vigente, se recomienda al propietario que para mantener la categoría de amenaza media, adelante las obras de protección y/o estabilización del talud localizado en el costado occidental del lote definidas a partir de un estudio geotécnico detallado, en cumplimiento del Titulo H de las actuales Normas Colombianas de Diseño y Construcción Sismo Resistente (Decreto 33 de 1998).

Se aclara que aunque la zona verde ZV presenta una condición de amenaza media se recomienda mantener su uso asignado.

- Para mantener la condición de amenaza media de los predios 1 y 26* de la manzana C; 1, 2 y 22 de la manzana D, 12 a 15 de la manzana E del desarrollo San Isidro – Sector Cerrito I, se recomienda incluir en la base de sitios de intervención, con el fin que la entidad competente concluya las obras de protección y mitigación propuestas en el estudio realizado por la U.T. Riesgos Urbanos para el talud ubicado en el costado sur del desarrollo y que limita con dichos predios y con el desarrollo San Isidro Sector Cerrito II, donde para este sector se presenta una condición de amenaza alta de acuerdo con el CT – 3278 de 1999. Dicha intervención mejoraría las condiciones de estabilidad para los predios localizados en el límite de los dos desarrollos.

- De igual manera, se recomienda que con el fin de que se mantengan las condiciones de estabilidad del talud localizado en el costado suroriental del desarrollo, el responsable de las obras adelantadas, realice el seguimiento o monitoreo con el fin de verificar su estabilidad y adecuado comportamiento y si es el caso 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.

- Para los predios en riesgo medio, cada propietario de las viviendas o infraestructura construida, debe evaluar los sistemas estructurales, con el propósito de garantizar condiciones óptimas de habitabilidad y llevar las edificaciones construidas al cumplimiento de las actuales Normas Colombianas de Diseño y Construcción Sismo Resistente (Decreto 33 de 1998).

- Se debe acoger la normatividad vigente en cuanto a trámite de las licencias de construcción, en particular lo correspondiente a Diseños estructurales, estudios de suelos y geotécnicos previstos por la Ley 400 de 1997 (Decreto 33 de 1998 – Normas Colombianas de Diseño y Construcción Sismorresistente NSR – 98) y tener en cuenta los espectros de diseño incluidos en el Decreto 193 de 2006, (por el cual se complementa y modifica el Código de Construcción de Bogotá D.C., se adoptan los espectros de diseño y las determinantes del estudio de Microzonificación sísmica).

- Vigilar por parte de la Alcaldía Local que se de cumplimiento de los artículos 1, 2 y 4 de la Ley 810 de 2003, en el sentido de exigir licencia de construcción a los predios que la reglamentación del sector les permita o, en su defecto, aplicar las sanciones previstas a quienes estén cometiendo esta infracción urbanística.

## 8. OBSERVACIONES

Los resultados y recomendaciones incluidas en el presente concepto se realizaron para la legalización del barrio y están basados en los resultados de los estudios mencionados y en las observaciones realizadas durante las visitas al barrio. Si por alguna circunstancia las condiciones aquí descritas y que sirvieron de base para establecer las zonas y recomendaciones son modificadas, se deberán 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.



Bogotá sin indiferencia

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

## 9. ANEXOS

Mapas de zonificación de amenaza y riesgo por fenómenos de remoción en masa, para el desarrollo **San Isidro – Sector Cerrito I** (Localidad Ciudad Bolívar).

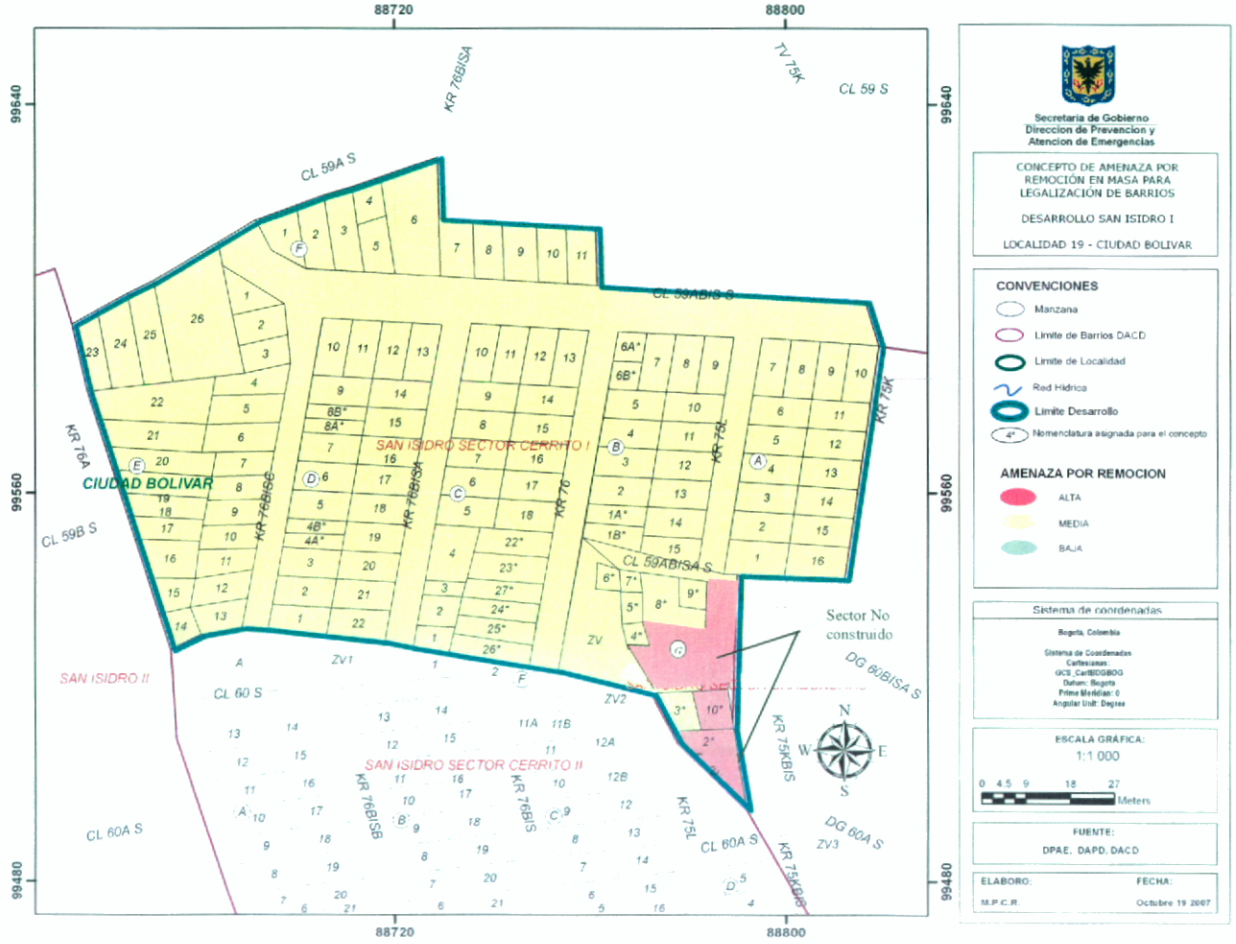
| | | |
|---|---|---|
| Elaboró | **ANA CAROLINA RIVERA AGUIRRE**<br>Ingeniera Civil – Especialista en Geotecnia<br>M.P. 25202–106733 CND | |
| Revisó | **CÉSAR FERNANDO PEÑA PINZÓN**<br>Coordinador Grupo Conceptos Técnicos | |
| Aprobó | **GUILLERMO ÁVILA ÁLVAREZ**<br>Subdirector Área Investigación y Desarrollo | |
| Vo. Bo. | **DIANA MARCELA RUBIANO VARGAS**<br>Directora | |



Bogotá sin indiferencia

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

# MAPA DE ZONIFICACIÓN DE AMENAZA POR FENÓMENOS DE REMOCIÓN EN MASA EN EL DESARROLLO SAN ISIDRO – SECTOR CERRITO I

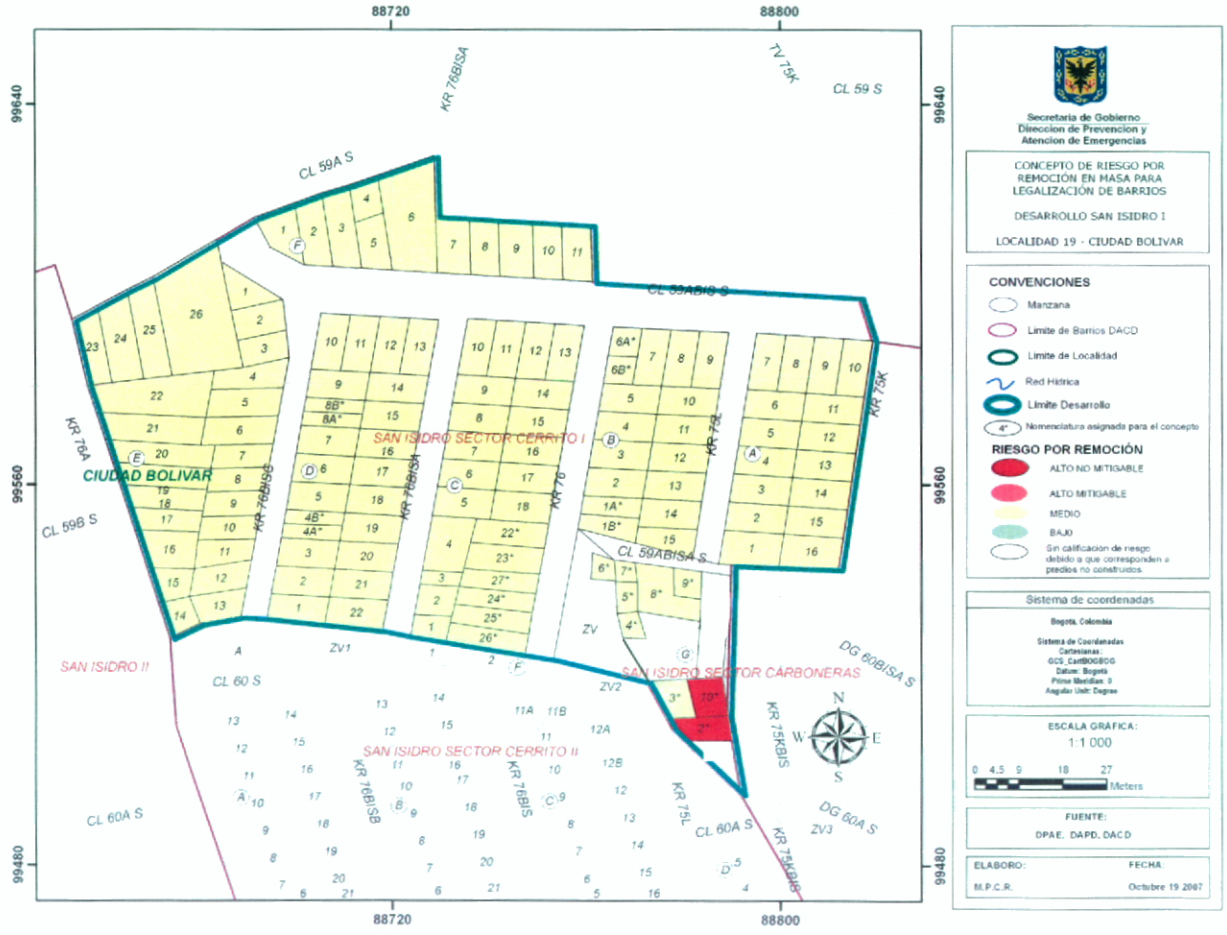





Bogotá sin indiferencia

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

# MAPA DE ZONIFICACIÓN DE RIESGO POR FENÓMENOS DE REMOCIÓN EN MASA EN EL DESARROLLO SAN ISIDRO – SECTOR CERRITO I






Bogotá sin indiferencia

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