1 INFORMACIÓN DE REFERENCIA

1.1 CONCEPTO TÉCNICO No. CT:	**CT-8327**
1.2 DEPENDENCIA	Análisis de Riesgos y Efectos de Cambio Climático
1.3 ÁREA FUNCIONAL:	Conceptos para Planificación Territorial
1.4 CARTA REMISORIA No.	**CR-29305**

2 INFORMACIÓN GENERAL

2.1 SOLICITANTE:	Secretaría Distrital de Hábitat - SDHT
2.2 LOCALIDAD:	19. Ciudad Bolívar
2.3 UPZ/UPR:	70. Jerusalén
2.4 BARRIO:	Segunda Etapa del Barrio Villas de Bolívar
2.5 ÁREA (Ha):	0.85
2.6 FECHA DE VISITA:	21 de junio de 2017 – Visita evaluación de amenaza 2 de Octubre de 2017 - Visita evaluación de vulnerabilidad
2.7 FECHA DE ELABORACIÓN	12 de febrero de 2018
2.8 TIPO DE RIESGO:	Movimientos en masa
2.9 VIGENCIA:	La vigencia del presente concepto está en función de las condiciones físicas del desarrollo que sirvieron para las evaluaciones de amenaza, vulnerabilidad y riesgo; por lo tanto, si se producen cambios significativos en las mencionadas condiciones éste deberá ser ajustado.

3 INTRODUCCIÓN

Este documento está dirigido a la Secretaría Distrital del Hábitat - SDHT para el Programa de Legalización y Regularización de Barrios como un instrumento para la reglamentación del desarrollo Segunda Etapa del Barrio Villas de Bolívar de la localidad de Ciudad Bolívar y como tal, busca establecer restricciones o condicionamientos para la ocupación del suelo y recomendaciones para el uso de las zonas expuestas a condiciones de amenaza por movimientos en masa. Debe considerarse como una herramienta para la toma de decisiones dentro del proceso de legalización del citado desarrollo.

Para ello se utilizó el polígono del perímetro suministrado por la SDHT mediante correo electrónico de fecha 16 de diciembre de 2016 y la información predial y de construcciones obtenida del portal de mapas de Bogotá de IDECA a la fecha de elaboración del presente concepto. Lo anterior; conforme al acuerdo establecido en reunión del 15 de noviembre de 2017 con las Secretarías Distritales de Hábitat y de Planeación.

Diagonal 47 No. 77B -09 Interior 11 - Conmutador: 4292801 Fax. 4292833 - Bogotá D.C. - Colombia
Página Web: www.idiger.gov.co y www.sire.gov.co mail: idiger@idiger.gov.co

3.1. Alcances y Limitaciones

- Este concepto evalúa las condiciones de amenaza por movimientos en masa con base en las definiciones de amenaza adoptadas por el IDIGER, las cuales corresponden a metodologías empleadas para evaluación de la amenaza por movimientos en masa. Aunque la evaluación de amenaza por movimientos en masa se realiza para un área de influencia relacionada con los posibles procesos morfodinámicos que pudiesen afectar al desarrollo Segunda Etapa del Barrio Villas de Bolívar, los resultados que condicionen o restrinjan el uso del suelo están limitados al área que encierra el polígono del mencionado desarrollo urbanístico, suministrado por la SDHT.

- Este concepto evalúa las condiciones de riesgo por movimientos en masa con base en los procedimientos establecidos por el IDIGER para la emisión de Conceptos Técnicos para el Programa de Legalización y Regularización de Barrios.

- Las conclusiones y recomendaciones del presente concepto técnico están basadas en la revisión de antecedentes que reposan en las bases de datos del sistema de información del IDIGER y en las características físicas observadas durante las inspecciones visuales llevadas a cabo en el sector donde se localiza el desarrollo Segunda Etapa del Barrio Villas de Bolívar, las cuales son necesariamente limitadas. Por lo tanto, pueden presentarse situaciones, condiciones o fenómenos no detectables que se escapen al alcance del mismo.

4 LOCALIZACIÓN Y LÍMITES

El área del desarrollo Segunda Etapa del Barrio Villas de Bolívar se localiza dentro de la Localidad de Ciudad Bolívar. Este desarrollo tiene un área de 0.85 ha y se localiza en la UPZ Jerusalén. El acceso a la zona donde se localiza el desarrollo se hace por la Avenida Boyacá a la altura de la carrera 20C en el sentido oriente-occidente, para luego tomar la transversal 20F Bis en sentido norte hasta llegar a la transversal 22 en donde se avanza en sentido occidental hasta interceptar con la diagonal 69C Sur.

El desarrollo Segunda Etapa del Barrio Villas de Bolívar se encuentra delimitado aproximadamente entre las siguientes coordenadas cartesianas (Tabla 1).

Tabla 1. Coordenadas aproximadas para el desarrollo Segunda Etapa del Barrio Villas de Bolívar, localidad de Ciudad Bolívar.

Norte	96.600	a	96.780
Este	91.350	a	91.450

(*) Sistema de coordenadas cartesianas: GCS-CartMAGBOG Datum: Bogotá

Los límites del desarrollo son los siguientes sectores catastrales:

Norte: Arborizadora Alta II.
Sur: Juan José Rondón.
Oriente: Candelaria La Nueva
Occidente: Arborizadora Alta I

Diagonal 47 No. 77B -09 Interior 11 - Conmutador: 4292801 Fax. 4292833 - Bogotá D.C. - Colombia
Página Web: www.idiger.gov.co y www.sire.gov.co mail: idiger@idiger.gov.co

En la elaboración del presente concepto se empleó la información predial y de construcciones obtenida del portal Mapas de Bogotá de IDECA que cubre el polígono del desarrollo Segunda Etapa del Barrio Villas de Bolívar suministrado al IDIGER por la SDHT mediante correo electrónico de fecha 16 de diciembre de 2016. De acuerdo con la citada base predial el desarrollo abarca dos (2) predios pertenecientes a una misma manzana catastral, distribuidos como aparece en la Tabla 2.

El mapa de la localización y la distribución predial se muestran en la Figura 1.

Tabla 2. Distribución de predios por manzanas en el polígono de estudio perteneciente al barrio Segunda Etapa del Barrio Villas de Bolívar.

Manzana	Número de Predios	Predios
18	02	001, 014

Es importante aclarar tal como se menciona en el numeral 7 del presente concepto que, para efectos de precisar la evaluación de vulnerabilidad y riesgo se generó un número de identificación para las edificaciones encontradas y que no se tenían contempladas dentro de la distribución predial referenciada en el portal Mapas de Bogotá de IDECA, esto, para poder asignar la calificación respectiva de vulnerabilidad y riesgo en cada uno de los mapas.

4.1 Descripción Física

El desarrollo Segunda Etapa del Barrio Villas de Bolívar está inscrito en un polígono irregular y su vía de acceso es la calle 69D Sur con carrera 26, Con base en la inspección visual realizada, las vías que circunscriben este desarrollo no cuentan con estructura de pavimento ni con estructuras para el manejo de aguas lluvias.

El desarrollo tiene uso residencial y comercial, y está conformado por edificaciones construidas en mampostería semi confinada o sin ningún tipo de confinamiento (Fotografía 1); así como algunas, que no tienen un sistema estructural definido y que están construidas en materiales de recuperación.

La zona sur del polígono presenta una pendiente baja (<20°), presentándose hacia el costado norte del desarrollo un aumento de ésta (en promedio <30°), no se evidencian procesos de inestabilidad geotécnica. Factores como la lluvia o precipitación pueden generar procesos erosivos en las vías del desarrollo las cuales se encuentran en material de afirmado.

La esquina nor-occidental del polígono se caracteriza por la presencia de la quebrada El Zanjón la Candelaria, en cuyas márgenes no se evidencian al momento de la visita condiciones de inestabilidad geotécnica.

Diagonal 47 No. 77B -09 Interior 11 - Conmutador: 4292801 Fax. 4292833 - Bogotá D.C. - Colombia
Página Web: www.idiger.gov.co y www.sire.gov.co mail: idiger@idiger.gov.co

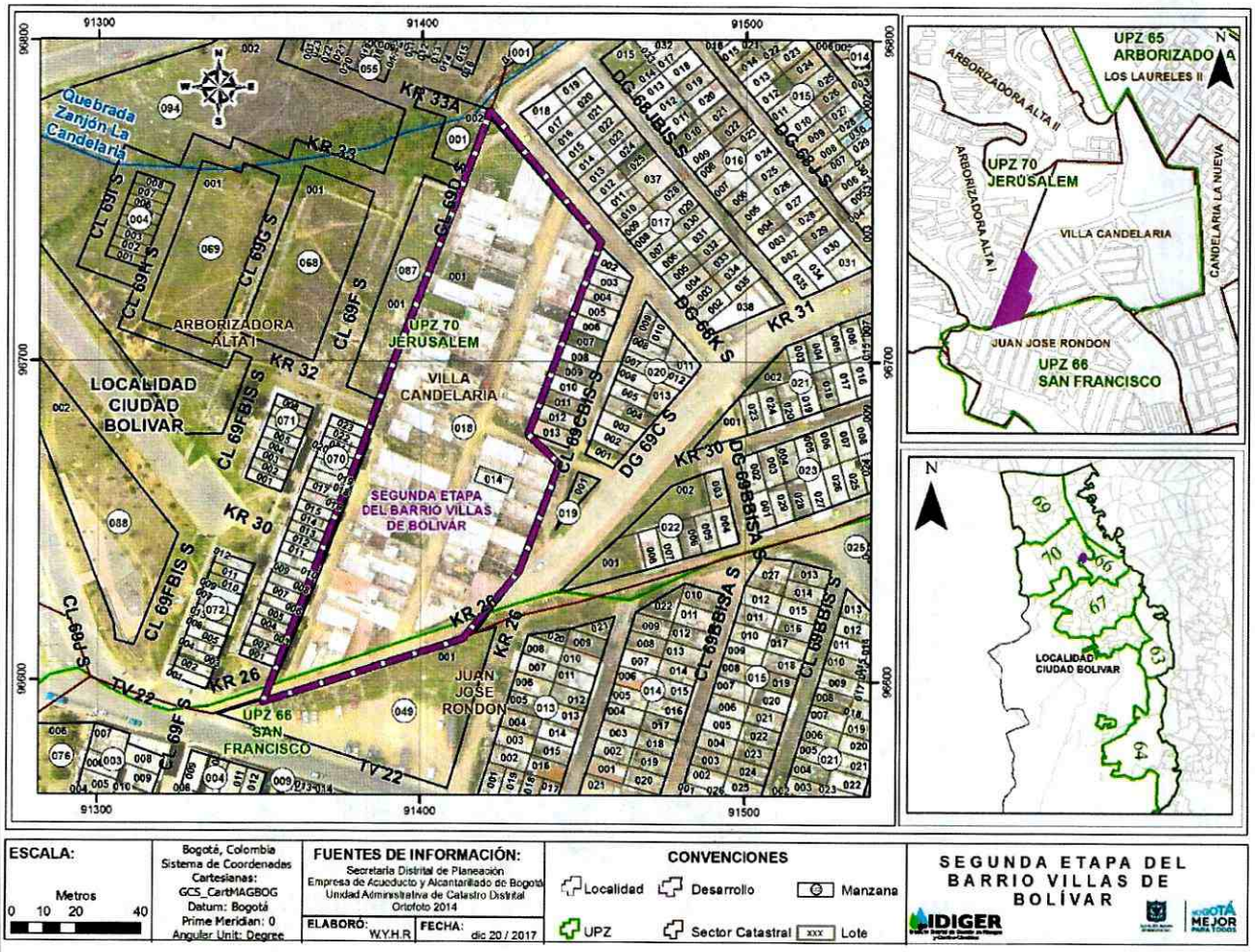


Figura 1. Localización general del desarrollo Segunda Etapa del Barrio Villas de Bolívar, localidad de Ciudad Bolívar

Diagonal 47 No. 77B -09 Interior 11 - Conmutador: 4292801 Fax. 4292833 - Bogotá D.C. - Colombia
Página Web: www.idiger.gov.co y www.sire.gov.co mail: idiger@idiger.gov.co



Fotografía 1. Edificaciones típicas en el desarrollo Segunda Etapa del Barrio Villas de Bolívar

4.2 Hidrografía

El desarrollo Segunda Etapa del Barrio Villas del Bolívar se encuentra en la subcuenca pluvial Zanjón la Candelaria, la cual drena a la quebrada Limas y ésta al río Tunjuelo. Asimismo, el desarrollo se encuentra en la subcuenca sanitaria Interceptor Tunjuelo Medio.

Hidrográficamente, por el costado suroccidental del desarrollo, aproximadamente a 100 m está la quebrada Trompetica (drena a la quebrada Limas) y por el costado noroccidental limita con la quebrada Zanjón La Candelaria. De acuerdo con lo anterior es posible que parte del polígono del desarrollo se encuentre en la Ronda Hidráulica y la Zona de Manejo y Preservación Ambiental (ZMPA) de la quebrada Zanjón La Candelaria.

5 ANTECEDENTES

Para elaborar el presente documento se utilizó como fuente primaria de consulta el Plano Normativo de Amenaza por Movimientos 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 – POT), así como los estudios que ha venido desarrollando el IDIGER en el marco del proyecto de actualización de los mapas de amenaza para los fenómenos de inundación por desbordamiento, avenidas torrenciales y movimientos en masa conforme al Decreto 1807 de 2014 en lo relativo a la incorporación de la gestión de riesgo en los planes de ordenamiento territorial.

Diagonal 47 No. 77B -09 Interior 11 - Conmutador: 4292801 Fax. 4292833 - Bogotá D.C. - Colombia
Página Web: www.idiger.gov.co y www.sire.gov.co mail: idiger@idiger.gov.co

En la Figura 2 se muestra el polígono de localización del desarrollo Segunda Etapa del Barrio Villas de Bolívar, de la localidad de Ciudad Bolívar, el cual se encuentra en una zona de amenaza media por movimientos en masa según el citado plano normativo, cuya escala de salida es 1:10.000.

Por otra parte, se revisaron los antecedentes dentro del perímetro y sectores aledaños al desarrollo Segunda Etapa del Barrio Vilas de Bolívar, en el Sistema de Información para la Gestión de Riesgos y Cambio Climático (SIRE), encontrándose que el IDIGER ha actuado de la siguiente forma:

- Los conceptos técnicos emitidos por la entidad en sectores aledaños al polígono objeto de estudio, como lo es CT-3245 del año 1998, al igual que CT-8040 del año 2015 para la legalización y regularización respectivamente del barrio Villas de Bolívar, presentan en condición de amenaza alta los predios: 2 a 7 y 9 de la manzana E, 3 y 4 de la manzana F y los predios 4 a 6 de la manzana D, los cuales se ubican en el costado nor-oriental del barrio. Hacia el costado que limita con el desarrollo en proceso de legalización, las condiciones de amenaza que se consideran en dichos documentos corresponden a amenaza media.

- A la fecha en la Entidad no se ha reportado o atendido ningún evento que involucre condiciones de amenaza por movimientos en masa que deban ser tenidos en cuenta para la evaluación de la amenaza para el desarrollo Segunda Etapa del Barrio Villas de Bolívar.

Se concluye que en vecindades del sector donde se emplaza el desarrollo Segunda Etapa del Barrio Villas de Bolívar no se han presentado movimientos en masa de carácter general o regional. Adicionalmente, dentro del polígono del desarrollo Segunda Etapa del Barrio Villas de Bolívar no se ha reportado ninguna clase de evento relacionado con movimientos en masa que amenace la estabilidad o habitabilidad de las viviendas del desarrollo lo que se corroboró durante la visita de campo del 21 de junio de 2017.

En la Tabla 3 se compilan los documentos emitidos por IDIGER en los alrededores de la localización del desarrollo Segunda Etapa del Barrio Villas de Bolívar y en la Figura 3 la ubicación de estos documentos técnicos.

Considerando los antecedentes descritos anteriormente, el IDIGER no ha determinado o priorizado la ejecución de estudios detallados de amenaza y riesgo por movimientos en masa en el sector que comprende el desarrollo objeto de este concepto técnico.

Con el fin de viabilizar técnicamente la emisión del concepto para la legalización del desarrollo Segunda Etapa del Barrio Villas de Bolívar de la localidad de Ciudad Bolívar, se realizó visita técnica los días 21 de junio y 2 de octubre al sector, para verificar y validar la información existente. A partir de esta visita el IDIGER consideró procedente desde el punto de vista técnico emitir el presente documento y no estimó necesaria la realización de estudios detallados de amenaza y riesgo adicionales en el sector.

Diagonal 47 No. 77B -09 Interior 11 - Conmutador: 4292801 Fax. 4292833 - Bogotá D.C. - Colombia
Página Web: www.idiger.gov.co y www.sire.gov.co mail: idiger@idiger.gov.co

Tabla 3. Conceptos Técnicos emitidos por el IDIGER en sectores aledaños al desarrollo Segunda Etapa del Barrio Villas de Bolívar.

DOCUMENTO	LOCALIZACIÓN	DESCRIPCIÓN
CT-3245 diciembre 2 de 1998	El barrio Villas de Bolívar está ubicado en la parte Noroeste de la localidad de ciudad Bolívar, aproximadamente entre las siguientes coordenadas: Norte: 96600 a 96850 Este: 91400 a 91700	Documento emitido para el programa de legalización de barrios, se fundamenta en los resultados obtenidos en el estudio "Zonificación de riesgo por inestabilidad del terreno para diferentes localidades en la Ciudad de Santa Fe de Bogotá D.C." El resultado obtenido indica que en amenaza alta por movimientos en masa se encuentran los siguientes predios: 2 a 7 y 9 de la manzana E, 3 y 4 de la manzana F y 4 a 6 de la manzana D; en donde se recomienda adelantar estudios detallados que determinen los condicionamientos para el uso urbano del sector. Para los demás sectores del desarrollo la amenaza es media y se recomienda mejorar los sistemas de manejo de aguas y técnicas adecuadas de construcción.
CT-7974 septiembre 2 de 2015	Los predios se ubican en la Carrera 37 No 68 C-61 Sur, Diagonal 68A Sur No 35-92 Int I y Diagonal 68A Sur No 35-92 Int II. El proyecto se ubica aproximadamente entre las siguientes coordenadas: Norte: 96900 a 97000 Este: 91450 a 91650	El documento corresponde a la primera revisión realizada por el IDIGER al estudio de Amenaza y Riesgo por Fenómenos de Remoción en Masa FASE II titulado "Evaluación detallada de Amenaza, Vulnerabilidad y Riesgo por proceso de remoción en masa (FASE II) en los predios ubicados en la Cr37 No. 68C-61 Sur, Dg68A Sur No. 35-92 (int I) y Dg68A Sur No. 35-92 (int II), barrio Villa Candelaria de la Localidad de Ciudad Bolívar Bogotá D.C." La revisión concluye que el informe CUBRE la totalidad de los términos de referencia establecidos por la DPAE hoy IDIGER para la elaboración de estudios detallados de amenaza y riesgo por fenómenos de remoción en masa, en el marco de lo establecido en la Resolución 227 de 2006.
CT-8040 noviembre 13 de 2015	El barrio Juan José Rondón se localiza en el costado oriental de la localidad de Ciudad Bolívar, aproximadamente entre las siguientes coordenadas planas con origen Bogotá: Norte:95978 a 96690 Este: 91220 a 91970	Este documento fue dirigido a la Secretaria Distrital del Hábitat – SDHT para el programa de legalización y regularización de barrios que se llevó a cabo para el barrio Juan José Rondón en el año 2015. El documento se emite para la Regularización del barrio y como información para la zonificación de amenaza se empleó el plano Normativo "amenaza por remoción en masa" del Decreto 190 del 2004, el cual categoriza la zona del barrio Juan José Rondón en amenaza media y alta.

Diagonal 47 No. 77B -09 Interior 11 - Conmutador: 4292801 Fax. 4292833 - Bogotá D.C. - Colombia
Página Web: www.idiger.gov.co y www.sire.gov.co mail: idiger@idiger.gov.co

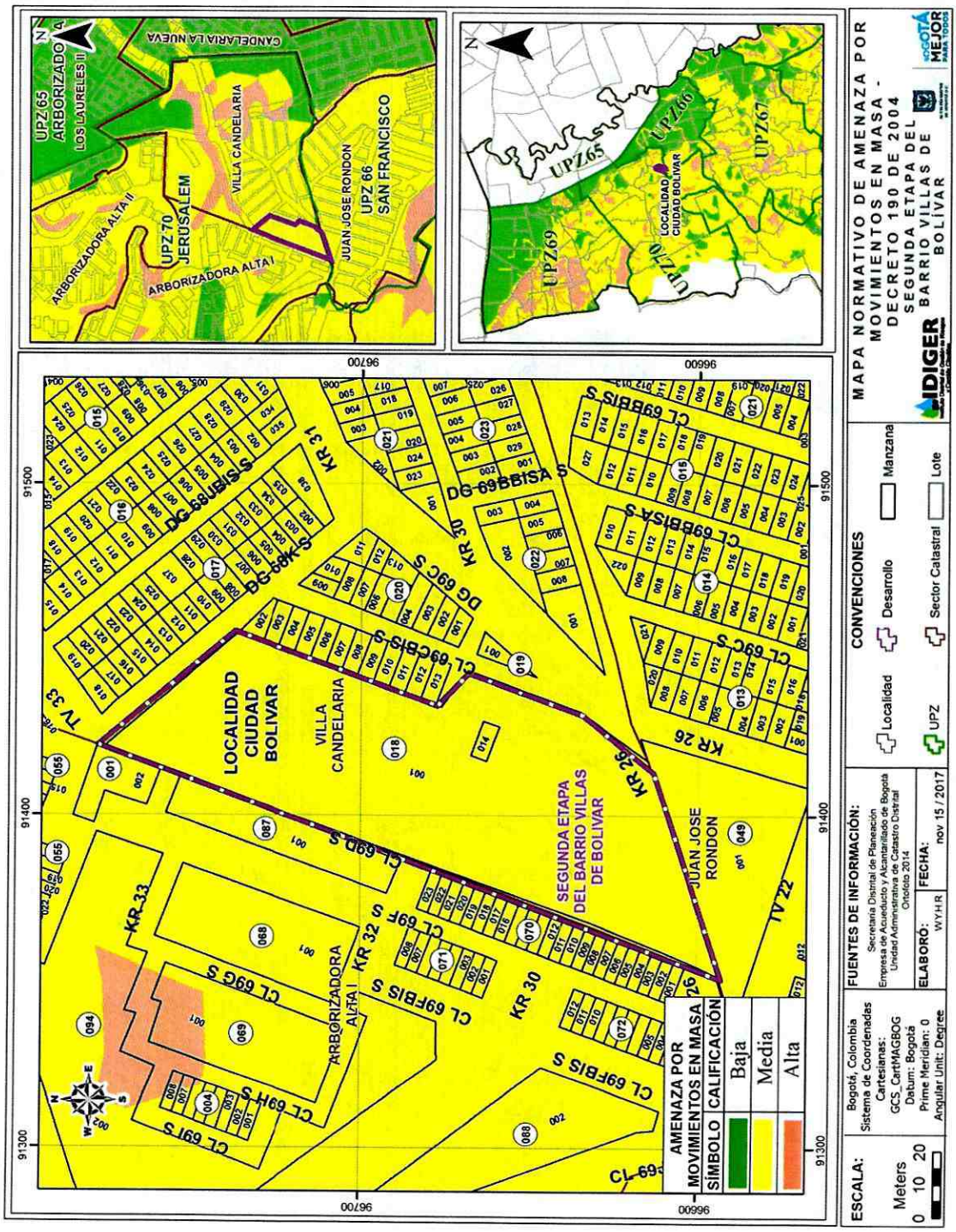


Figura 2. Localización general del polígono de estudio perteneciente al desarrollo Segunda Etapa del Barrio Villas de Bolívar - Zonificación de Amenaza por Procesos de Remoción en Masa de acuerdo con el plano normativo del POT 2004.

Diagonal 47 No. 77B -09 Interior 11 - Conmutador: 4292801 Fax. 4292833 - Bogotá D.C. - Colombia
Página Web: www.idiger.gov.co y www.sire.gov.co mail: idiger@idiger.gov.co

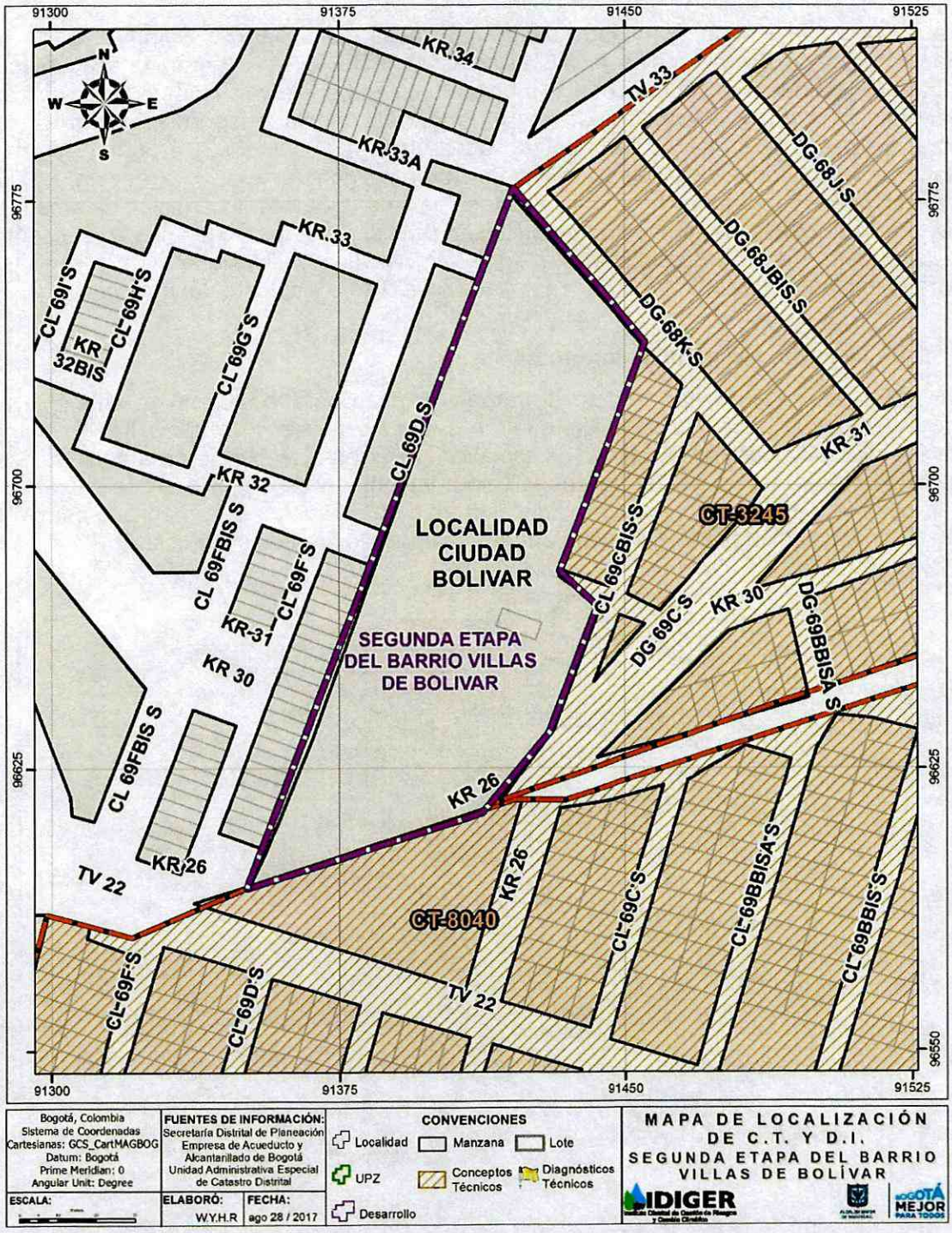


Figura 3 Localización de documentos técnicos generados por el IDIGER en cercanías al polígono que conforma el desarrollo objeto de concepto.

Diagonal 47 No. 77B -09 Interior 11 - Conmutador: 4292801 Fax. 4292833 - Bogotá D.C. - Colombia
Página Web: www.idiger.gov.co y www.sire.gov.co mail: idiger@idiger.gov.co

6 EVALUACIÓN DE AMENAZA

Para evaluar la amenaza por movimientos en masa del desarrollo Segunda Etapa del Barrio Villas de Bolívar, de la localidad de Ciudad Bolívar, se realizó una adaptación metodológica que tomó como base la propuesta de Robert A. van Zuidam (1985) para la determinación de la susceptibilidad del terreno, ajustándola a las condiciones locales; para la determinación de los detonantes, se adaptó la metodología SES propuesta por F. Ramírez y A. González (1999). Lo anterior, permite generar mapas a escala 1:2.000. Conocidas las condiciones geotécnicas obtenidas a partir de ésta evaluación de amenaza, se pueden inferir los procesos potenciales de falla de las laderas y las posibles solicitaciones que tales procesos representarían para las edificaciones y que son útiles para la evaluación de vulnerabilidad, detallada en el Título 7 de este documento.

6.1 Descripción de la Metodología

En la Figura 4 se muestra el flujo de trabajo seguido para establecer la amenaza por movimientos en masa. Se parte del análisis de antecedentes y de las visitas de campo para desarrollar una serie de mapas temáticos relacionados con los materiales (mapa geológico), las formas del terreno (mapa de pendientes y de rugosidad), la cobertura y uso del suelo y los procesos morfodinámicos que se presentan o se han presentado en las laderas estudiadas y definidas a partir de una posible área de influencia.

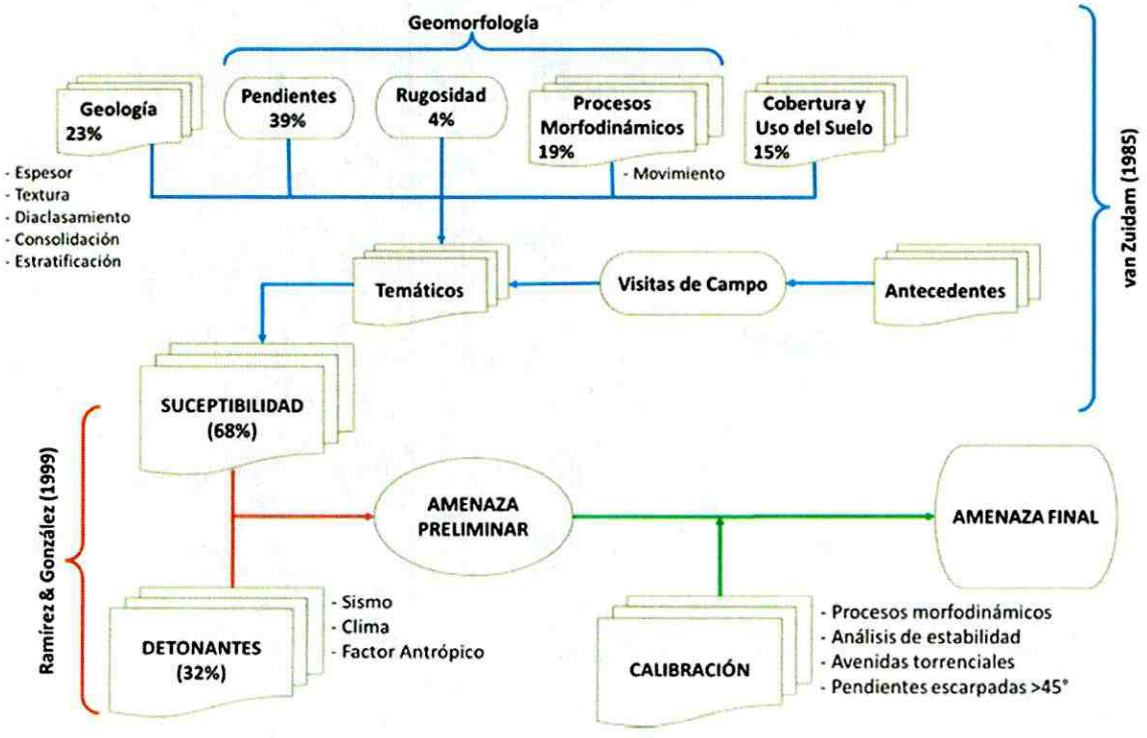


Figura 4. Flujo de trabajo para determinar la amenaza por movimientos en masa

Diagonal 47 No. 77B -09 Interior 11 - Conmutador: 4292801 Fax. 4292833 - Bogotá D.C. - Colombia
Página Web: www.idiger.gov.co y www.sire.gov.co mail: idiger@idiger.gov.co

Se califican las variables de acuerdo con la propuesta de van Zuidam (1985), adaptada a las condiciones locales de las laderas de Bogotá D.C., para obtener el mapa de susceptibilidad a movimientos en masa a partir de un álgebra de mapas, como se muestra en la siguiente ecuación:

$$S = 0{,}39P + 0{,}037R + 0{,}049E + 0{,}098T + 0{,}049D + 0{,}037Es + 0{,}146C + 0{,}195M$$

Donde:

S = Susceptibilidad
P = Pendiente
R = Rugosidad
E = Espesor de Material no consolidado
T = Textura
D = Diaclasamiento/Consolidación
Es = Disposición de la estratificación
C = Cobertura
M = Movimientos en masa

La susceptibilidad es categorizada en tres rangos a partir de la distribución de frecuencias de los datos teniendo en cuenta que el valor mínimo de calificación es de 2,96 y el máximo es de 36,65:

$$Susceptibilidad\ Baja \leq 12{,}75 < Susceptibilidad\ Media \leq 23{,}98 < Susceptibilidad\ Alta$$

Los detonantes considerados en la determinación de la amenaza por movimientos en masa son el sismo, la precipitación y el factor antrópico evaluados mediante la siguiente ecuación:

$$De = 0{,}82F + 0{,}047Si + 0{,}133Pr$$

Donde:

De = Detonantes
F = Factor Antrópico
Si = Sismo
Pr = Precipitación

Posteriormente se determina una amenaza preliminar por movimientos en masa mediante la combinación algebraica de la susceptibilidad y los detonantes mediante la siguiente ecuación:

$$A = 0{,}676S + 0{,}324De$$

Donde:

A = Amenaza
S = Susceptibilidad

Diagonal 47 No. 77B -09 Interior 11 - Conmutador: 4292801 Fax. 4292833 - Bogotá D.C. - Colombia
Página Web: www.idiger.gov.co y www.sire.gov.co mail: idiger@idiger.gov.co

De = Detonantes

La amenaza también es categorizada en tres rangos a partir de la distribución de frecuencias de los datos teniendo en cuenta que el valor mínimo de calificación es de 1,6 y el máximo es de 28,0 de la siguiente forma:

$$Amenaza\ Baja \leq 9{,}65 < Amenaza\ Media \leq 18{,}46 < Amenaza\ Alta$$

Se analizan los resultados de esta amenaza preliminar y con base en éstos se realiza una calibración amparada en evidencias de campo relacionadas con procesos morfodinámicos activos y/o latentes, pendientes escarpadas >45° que evidencien inestabilidad activa y/o latente (e.g. caídas de bloques de roca) y amenaza por avenidas torrenciales a lo largo de los cauces de las quebradas de acuerdo con los estudios adelantados por el IDIGER al respecto.

6.2 Cartografía base

La cartografía base fue tomada del mapa de referencia de IDECA de junio de 2017. Los insumos cartográficos se listan en la Tabla 4.

Sistema de Coordenadas Geográfica GCS CarMAGBOG
Meridiano de Greenwich
Datum CGS_CARMAGBOG
Elipsoide: GRS80 Mod
Semieje Mayor: 6380687
Semieje Menor: 6359293,764473119
Achatamiento: 298,257222101

La escala de trabajo es 1:2.000, con un área mínima cartografiable en campo de 8m×8m (64 m²).

Tabla 4. Insumos básicos para la cartografía del desarrollo Villas Del Progreso I

Insumo	Fuente	Resolución	Tipo formato
Modelo de Elevación Digital DEM: Urbano	Catastro	1 m	Ráster
Modelo de Elevación Digital DEM - LIDAR: Urbano	EAAB ESP	0.25 m	Ráster
Curvas de Nivel: Urbano	Catastro	1 m	Vector
Hidrografía	EAAB ESP		Vector
Ortofoto 2014	Catastro	7.5 cm	Ráster
Imágenes Satelitales: Cerros	Catastro	15 cm	Ráster
Mapa de Sombras	EAAB ESP	1 m	Ráster
Mapa de Pendientes	IDIGER	1 m	Ráster

Diagonal 47 No. 77B -09 Interior 11 - Conmutador: 4292801 Fax. 4292833 - Bogotá D.C. - Colombia
Página Web: www.idiger.gov.co y www.sire.gov.co mail: idiger@idiger.gov.co

6.3 Geología

El Desarrollo Segunda Etapa del Barrio Villas de Bolívar está localizado sobre la Formación Guaduas Miembro Medio y localmente sobre rellenos antrópicos. Las unidades litoestratigráficas identificadas con propósitos cartográficos se describen a continuación:

6.3.1 Formación Guaduas. Miembro Medio (KPggm):

En el polígono de estudio esta unidad aflora como areniscas cuarzosas, con granos semiangulares, clasto soportada, con moderada selección, presenta matriz arcillosa oxidada de coloración rojiza (calificación textura: 13), en la Fotografía 2, se observa que esta formación presenta un alto fracturamiento (calificación fracturamiento: 33). El rumbo aproximado es de S35E con un buzamiento de 30NE, esta dirección de buzamiento coincide con la dirección de las pendientes, presentándose una ladera en pendiente estructura (calificación de disposición de la estratificación: 50), para la calificación del factor relacionado con la profundidad de materiales no consolidados a esta unidad se le asigna un valor de cero (0).



Fotografía 2. Afloramiento de las areniscas de la Formación Guaduas Miembro Medio.

Diagonal 47 No. 77B -09 Interior 11 - Conmutador: 4292801 Fax. 4292833 - Bogotá D.C. - Colombia
Página Web: www.idiger.gov.co y www.sire.gov.co mail: idiger@idiger.gov.co



Fotografía 3. Arenisca de a Formación Guaduas Miembro Medio donde se aprecia que la estratificación es a favor de la pendiente.

6.3.2 Rellenos Antrópicos (Qra):

Estos rellenos fueron hechos para la conformación de las casas debido a la pendiente que presenta la ladera. Los espesores de estos rellenos varían de 50cm a 1m (calificación de espesor de material: 10). Litológicamente están compuestos por un matriz limo arcilloso con escombros de materiales de construcción (calificación textura: 13), presentan una débil consolidación (calificación: 17) y se encuentran a favor de la pendiente (calificación: 50).

6.3.3 Rellenos Antrópicos para la conformación de vías (Qrav): Estos rellenos son utilizados para la conformación de las vías, presentan un espesor de 0 a 1 m (calificación de espesor: 10), compactados (calificación consolidación: 17), se componen predominantemente de arenas y gravas (calificación de textura: 13), y se disponen horizontalmente (calificación de disposición de la estratificación: 0).

6.3.4 Depósito Aluvial (Qal):

Este depósito se encuentra localizado en la parte noroccidental y está asociado a la Quebrada Zanjón la Candelaria, este consta de gravas en un matriz limo arenoso (calificación textura: 13), presenta un espesor de 0 a 1 m (calificación espesor: 10), se encuentra dispuesto horizontalmente (calificación de disposición de la estratificación: 0) y no está consolidado (calificación: 33).

6.4 Geomorfología

El énfasis geomorfológico para la determinación de la susceptibilidad a los movimientos en masa de las laderas del desarrollo Segunda Etapa del Barrio Villas de Bolívar está

Diagonal 47 No. 77B -09 Interior 11 - Conmutador: 4292801 Fax. 4292833 - Bogotá D.C. - Colombia
Página Web: www.idiger.gov.co y www.sire.gov.co mail: idiger@idiger.gov.co

dado en la Morfometría y en los Procesos Morfodinámicos. La primera indica las formas de las laderas, en general alteradas por la intervención antrópica, y los segundos indican a priori la estabilidad que éstas tienen. A continuación, se describen esos ítems:

6.4.1 Morfometría

Para el análisis de estabilidad de las laderas se emplearon las características morfométricas del terreno relacionadas con las pendientes y la rugosidad.

La clasificación de pendientes utilizada para el análisis fue adaptada de van Zuidam (1985), como se observa en la Tabla 5. Para el desarrollo Segunda Etapa del Barrio Villas de Bolívar, se observó que las pendientes que predominan son pendientes moderadas, como se muestra en el Anexo 1.

Tabla 5. Rangos de las pendientes del terreno (adaptados de van Zuidam, 1985)

PENDIENTES (Grados)	DESCRIPCIÓN	Calificación
0-5	Muy Baja	4,0
5-8	Baja	7,0
8-12	Media	15,0
12-29	Moderada	22,0
29-45	Alta	30,0
>45	Muy Alta	22,0

La rugosidad representa la ondulación o la forma de las laderas considerando y el aspecto del terreno, obtenido a partir del modelo digital de elevación (DEM). Las rugosidades cercanas a 0 corresponden a zonas más planas y regulares, y rugosidades más cercanas a 1 corresponden a zonas más abruptas de topografía más fuerte e irregular. Para el desarrollo Segunda Etapa del Barrio Villas de Bolívar, las rugosidades que predominan son las muy bajas. La calificación de la rugosidad se realiza con base con la siguiente tabla.

Tabla 6. Rangos y calificación de la rugosidad (adaptados de SGC – 2015)

RUGOSIDAD	DESCRIPCIÓN	Calificación
0 - 0,009	Muy Baja a Nula	5,0
0,009 - 0,018	Baja	10,0
0,018 - 0,028	Media	20,0
0,028 - 0,84	Alta	28,0
> 0,84	Muy Alta	37,0

6.4.2 Procesos Morfodinámicos:

Dentro del perímetro del desarrollo Segunda Etapa del Barrio Villas de Bolívar no se encontraron procesos morfodinámicos relacionados con movimientos en masa; no obstante, en las vías internas se presentan procesos de erosión laminar de grado Ligero a Moderado. El proceso mencionado se describe a continuación:

Diagonal 47 No. 77B -09 Interior 11 - Conmutador: 4292801 Fax. 4292833 - Bogotá D.C. - Colombia
Página Web: www.idiger.gov.co y www.sire.gov.co mail: idiger@idiger.gov.co

- **Erosión Laminar de grado Ligero a Moderado (Derl):** Este tipo de erosión laminar se presenta en los accesos vehiculares no pavimentados, los cuales están expuestos a los agentes ambientales.



Fotografía 4. Se Observa erosión laminar en accesos vehiculares no pavimentados.

De acuerdo con las condiciones observadas en la zona, se considera que en el desarrollo no se presentan zonas con problemas de inestabilidad por movimientos en masa, los proceso erosivos identificados podrán ser manejados una vez se realicen las mejoras viales en el desarrollo.

6.5 Uso y cobertura del suelo

La cobertura del suelo influye en la estabilidad del terreno generando mayor o menor capacidad de infiltración y mayor o menor protección frente a los procesos erosivos. Este factor representa el 15% de la susceptibilidad del terreno a generar movimientos en masa de acuerdo con la metodología mostrada en la Figura 4. Para el desarrollo Segunda Etapa del Barrio Villas de Bolívar, se presentan las unidades que se describen a continuación.

6.5.1 Acceso peatonal en grava:

Es el área utilizada para la circulación o tránsito de personas cuya estructura se compone de gravas o afirmado, no cuenta con una superficie rígida o impermeable ni obras para el manejo de aguas. El sector en el cual se encuentra esta unidad presenta pendientes moderadas, lo cual le confiere susceptibilidad frente a procesos erosivos por escorrentía superficial. Esta unidad representa el 0,81% del área del desarrollo y la calificación para uso y cobertura es 4.

Diagonal 47 No. 77B -09 Interior 11 - Conmutador: 4292801 Fax. 4292833 - Bogotá D.C. - Colombia
Página Web: www.idiger.gov.co y www.sire.gov.co mail: idiger@idiger.gov.co

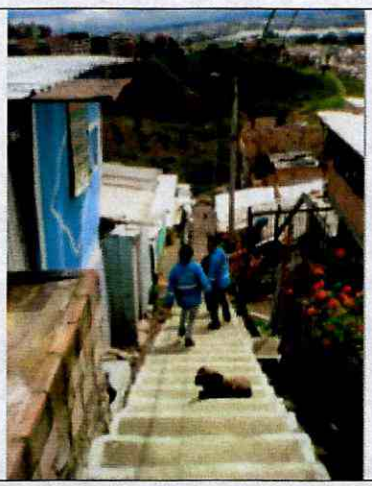




Fotografía 5 y Fotografía 6. Accesos peatonales en grava

6.5.2 Acceso peatonal pavimentado:

Es el área utilizada para la circulación o tránsito de personas cuya estructura se compone de material impermeable y cuenta con obras para el manejo de aguas. Dada su condición impermeable, se le confiere susceptibilidad baja a nula frente al proceso de infiltración. Esta unidad representa el 2,75% del área del desarrollo y la calificación para uso y cobertura es 1.



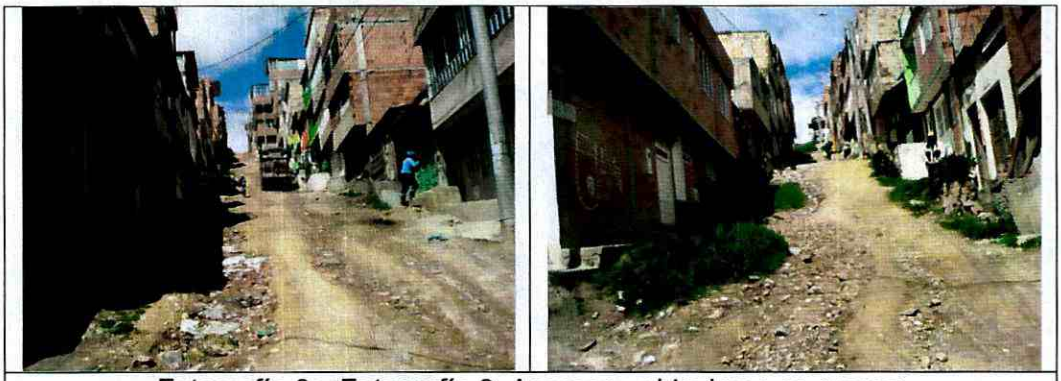
Fotografía 7. Accesos peatonales pavimentados ubicada en el costado occidental del desarrollo

6.5.3 Acceso vehicular en grava:

Es el área utilizada para la circulación o tránsito de vehículos cuya estructura se compone de gravas o afirmado, no cuenta con una superficie de pavimento ni obras para el manejo de aguas. El sector en el cual se encuentra esta unidad presenta predominantemente

Diagonal 47 No. 77B -09 Interior 11 - Conmutador: 4292801 Fax. 4292833 - Bogotá D.C. - Colombia
Página Web: www.idiger.gov.co y www.sire.gov.co mail: idiger@idiger.gov.co

pendientes de bajas a moderadas, lo cual le confiere susceptibilidad frente a procesos erosivos por escorrentía superficial. Esta unidad representa el 22,79% del área del desarrollo y la calificación para uso y cobertura es 6.



Fotografía 8 y Fotografía 9. Accesos vehiculares en gravas

6.5.4 Acceso vehicular pavimentado:

Corresponde al área empleada para la circulación o tránsito de vehículos que cuenta con una estructura de pavimento y obras para el manejo de aguas. En el desarrollo Segunda Etapa del Barrio Villas de Bolívar las vías pavimentadas se encuentran en buen estado, por lo cual las condiciones de infiltración en estas áreas se consideran muy bajas a nulas. Esta unidad comprende el 0.14% del área del desarrollo y la calificación para uso y cobertura es 1.

6.5.5 Áreas abiertas con cobertura de pasto:

Son aquellas áreas que presentan cobertura vegetal (pasto). Considerando el área de influencia, esta unidad se identifica predominantemente por fuera del polígono que enmarca el área del desarrollo, sin embargo al interior del mismo se presenta esta unidad para la categoría definida en la metodología como áreas con una cobertura menor al 50%. Esta cobertura representa el 0,18% del área del desarrollo y la calificación para uso y cobertura es 6. Este tipo de cobertura protege la superficie del terreno frente a procesos erosivos por escorrentía superficial y reduce la infiltración de agua mediante el proceso de evapotranspiración.

Diagonal 47 No. 77B -09 Interior 11 - Conmutador: 4292801 Fax. 4292833 - Bogotá D.C. - Colombia
Página Web: www.idiger.gov.co y www.sire.gov.co mail: idiger@idiger.gov.co





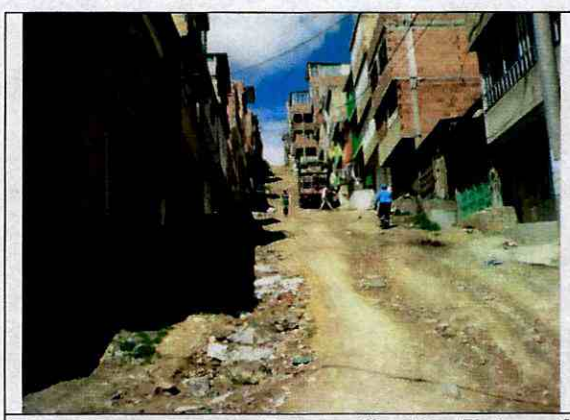
Fotografía 10 y Fotografía 11. Áreas abiertas con cobertura de pasto

6.5.6 Áreas residenciales:

Corresponde a las áreas empleadas como lugar de alojamiento para las personas dueñas o arrendatarias del predio. Las viviendas del polígono son de 1 a 3 pisos de altura. En el desarrollo Segunda Etapa del Barrio Villas de Bolívar se presenta esta unidad para las categorías definidas en la metodología, cuya área se presenta en la Tabla 7. En estas áreas la infiltración se considera muy baja a nula.

Tabla 7. Categorías y porcentaje de área para áreas residenciales

Categoría	Área (m2)	Porcentaje respecto al área del desarrollo	Calificación
Áreas residenciales entre $1012m^2$ y $1350m^2$	1362	16,06	1
Áreas residenciales entre $1350m^2$ y $2025m^2$	4633	54,62	1





Fotografía 12 y Fotografía 13. Áreas residenciales

Diagonal 47 No. 77B -09 Interior 11 - Conmutador: 4292801 Fax. 4292833 - Bogotá D.C. - Colombia
Página Web: www.idiger.gov.co y www.sire.gov.co mail: idiger@idiger.gov.co

6.5.7 Rastrojo:

Son aquellas áreas que presentan cobertura vegetal (rastrojo). Considerando el área de influencia, esta unidad se identifica predominantemente por fuera del polígono que enmarca el área del desarrollo; sin embargo, al interior del mismo se presenta esta unidad en un área que representa el 2,65% del área del desarrollo y la calificación para uso y cobertura es 4.





Fotografía 14. Zonas con presencia de rastrojo ubicadas en el área de influencia al costado nor-occidental del desarrollo

6.6 Susceptibilidad a movimientos en masa

Como se mencionó en el título 6.1 de este documento, la susceptibilidad de las laderas a los movimientos en masa se obtiene a partir del álgebra de mapas, calificando la geología (espesor, textura, diaclasamiento/consolidación y estratificación), la geomorfología (pendientes, rugosidad y procesos morfodinámicos) y la cobertura y uso del suelo. En general, se observa que el polígono del desarrollo Segunda Etapa del Barrio Villas de Bolívar tiene una susceptibilidad media a baja a generar estos movimientos.

6.7 Detonantes para evaluación de amenaza por movimientos en masa

Tres detonantes de amenaza se evalúan de acuerdo con la metodología de Ramírez y González (1999), como se precisa en la Figura 4: Sismo, Clima y Factor antrópico.

De acuerdo con el Decreto 523 del 16 de diciembre de 2010, por él cual se adopta la Microzonificación Sísmica de Bogotá D.C., el área del desarrollo Segunda Etapa del Barrio Villas de Bolívar, se encuentra en la zona sísmica Depósitos de Ladera, cuyo coeficiente de aceleración A_0 es: 0,22g. (La calificación para detonante por sismo es 8,2).

Debido a que la lluvia generalmente es un factor detonante de movimientos en masa, la valoración del parámetro clima se ha realizado en función de la precipitación crítica. De acuerdo con la metodología propuesta por INGEOCIM para la Zonificación de Riesgos por Inestabilidad del Terreno para Diferentes Localidades de Santafé de Bogotá (1998),

Diagonal 47 No. 77B -09 Interior 11 - Conmutador: 4292801 Fax. 4292833 - Bogotá D.C. - Colombia
Página Web: www.idiger.gov.co y www.sire.gov.co mail: idiger@idiger.gov.co

utilizada y complementada con información reciente para el proyecto de actualización del Plan de Ordenamiento Territorial de Bogotá D.C. por IDIGER 2016, el territorio se zonifica en función de la relación lluvia – deslizamiento, para lo cual, se han seleccionado eventos históricos de movimientos en masa con el fin de determinar las lluvias antecedentes acumuladas en las estaciones pluviométricas cercanas a dichos eventos, y así poder encontrar la lluvia crítica representativa y su correspondiente período de retorno. En general, de acuerdo con la categorización establecida en el estudio de referencia, para un período de retorno de lluvia crítica entre 25 y 30 años, la precipitación es baja. (La calificación para detonante por precipitación es 7,1).

En relación al factor antrópico, para el desarrollo Segunda Etapa del Barrio Villas de Bolívar, como unidad predominante se tienen las Zonas urbanas de uso principalmente residencial con redes de acueducto oficial y con redes de alcantarillado comunal, la cual ocupa el 70,65% del área del desarrollo y la calificación para detonante por factor antrópico para esta unidad es 4,9. La segunda unidad más representativa en área corresponde a Zonas urbanas de uso principalmente residencial, donde el 80% o más de las vías se encuentran sin pavimentar, con un 22,87%, la calificación para detonante por factor antrópico de esta unidad es de 2,6%. La unidad de menor área corresponde a Zona sin intervención antrópica, que ocupan un 1,89% del desarrollo, la calificación para detonante por factor antrópico de esta unidad es cero (0).

6.8 Calificación y zonificación de amenaza por movimientos en masa

Considerando la metodología descrita en el Título 6.1 de este documento y todos los parámetros mencionados en los títulos subsiguientes (6.2 a 6.7), se realiza la categorización de amenaza para los predios del desarrollo Segunda Etapa del Barrio Villas de Bolívar.

Las áreas categorizadas en Amenaza Baja por Movimientos en Masa corresponden a laderas sin evidencias de inestabilidad actual, con pendientes de muy bajas a media, conformadas por materiales poco susceptibles a movimientos en masa, por lo cual no se esperaría que bajo las condiciones actuales se presenten mecanismos de falla sobre estas laderas. Las posibles afectaciones a nivel geotécnico que se presentarían en estas áreas, podrían generarse por la intervención en los predios relacionada con el incremento en las cargas sobre el terreno o algún movimiento de tierras que se ejecutase sin las consideraciones técnicas mínimas establecidas por la normatividad vigente.

Por su parte, las áreas categorizadas en Amenaza Media por Movimientos en Masa corresponden a laderas que localmente presentan una pendiente moderada sin evidencias de inestabilidad actual, pero que son susceptibles a la generación de movimientos en masa. En estas áreas pueden presentarse procesos erosivos de baja a mediana intensidad. Bajo una visión prospectiva, si se llegase a presentar algún tipo de proceso en el sector, éste estaría relacionado con flujos muy posiblemente generados por algún tipo de intervención antrópica. De acuerdo con las condiciones evidenciadas durante las visitas de campo, los posibles procesos serian de carácter superficial y local.

Finalmente, las áreas categorizadas en Amenaza Alta por Movimientos en Masa corresponden a laderas de pendiente muy alta con presencia de movimientos en masa

Diagonal 47 No. 77B -09 Interior 11 - Conmutador: 4292801 Fax. 4292833 - Bogotá D.C. - Colombia
Página Web: www.idiger.gov.co y www.sire.gov.co mail: idiger@idiger.gov.co

activos o antiguos y/o procesos erosivos intensos o a zonas potencialmente afectadas por drenajes. Al interior del polígono que enmarca el desarrollo Segunda Etapa del Barrio Villas de Bolívar, se identificó un pequeño sector, al costado nor-occidental del polígono, en vecindades del Zanjón La Candelaria.

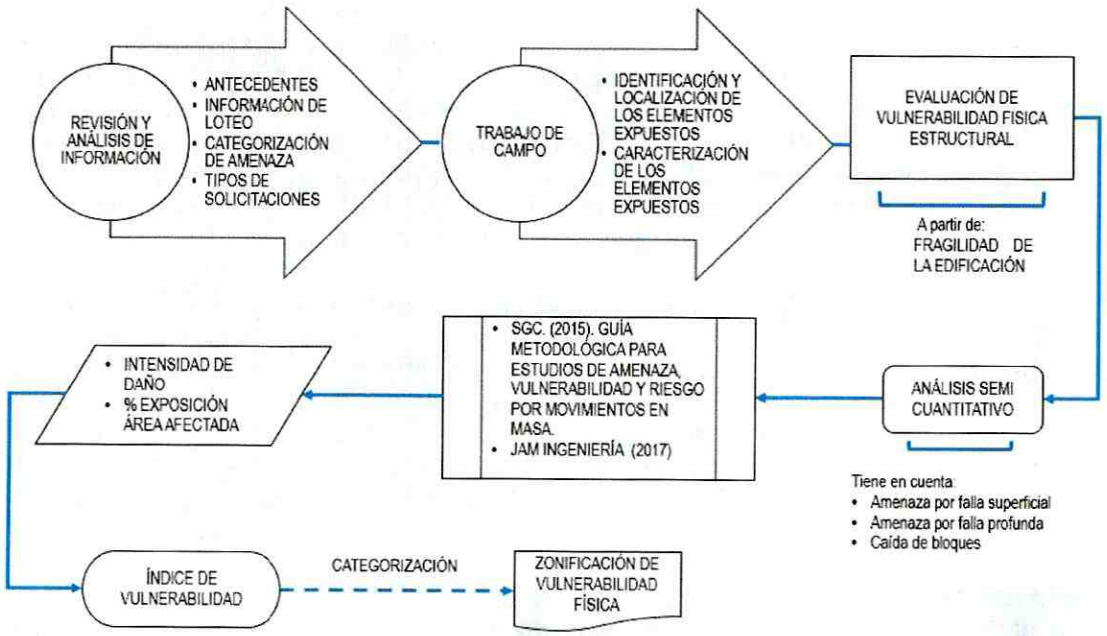
El Mapa de Amenaza por Movimientos en Masa construido para el desarrollo Segunda Etapa del Barrio Villas de Bolívar, a escala de trabajo 1:2.000, se muestra en el Anexo 2 de este documento.

7 EVALUACIÓN DE VULNERABILIDAD

Para evaluar la vulnerabilidad por movimientos en masa del desarrollo Segunda Etapa del Barrio Villas de Bolívar de la localidad de Ciudad Bolívar se adaptó una metodología que tomó como base la propuesta por el Servicio Geológico Colombiano en el año 2015 y la Metodología de Evaluación de Riesgo por RM a Nivel de Detalle por JAM Ingeniería Y Medio Ambiente en el año 2006, la cual está orientada a la evaluación de vulnerabilidad física con base en la identificación y localización de elementos expuestos en zonas de amenaza media y baja, en donde cada elemento identificado se debe categorizar con base en sus características de tipología, exposición y fragilidad, con el fin de determinar su vulnerabilidad física ante la ocurrencia de un movimiento en masa.

7.1 Descripción de la metodología

En la Figura 5 se presenta el flujo de trabajo seguido para establecer la vulnerabilidad por movimientos en masa en zonas de amenaza media y baja. Se parte del análisis de amenaza y de la visita de campo para identificación de elementos expuestos con el fin de evaluar y zonificar la vulnerabilidad de la zona de estudio.



Diagonal 47 No. 77B -09 Interior 11 - Conmutador: 4292801 Fax. 4292833 - Bogotá D.C. - Colombia
Página Web: www.idiger.gov.co y www.sire.gov.co mail: idiger@idiger.gov.co

Figura 5 Esquema metodológico para análisis de vulnerabilidad física en zonas de amenaza media y baja por movimientos en masa

7.2 Tipos de Solicitaciones

Una vez obtenidos los resultados de la calificación y zonificación de amenaza por movimientos en masa y la identificación de las solicitaciones que pueden afectar la zona de estudio, se determinan el grado de exposición de las edificaciones y su fragilidad ante ellas.

Para ello se realizó el reconocimiento en campo para la delimitación de los procesos amenazantes, los elementos expuestos y sus características de resistencia ante ellos, que permitan determinar las condiciones de fragilidad. Se consideran tres posibles escenarios: falla superficial, falla profunda y caída de bloques.

Para el caso del desarrollo Segunda Etapa del Barrio Villas de Bolívar, se analiza la situación de falla superficial, la cual está relacionada directamente con empujes y desplazamientos verticales. Es importante aclarar que la falla superficial está relacionada con escarpes de flujos de material o procesos erosivos de baja a media intensidad. Debido a la poca energía potencial presente en las laderas no se consideran críticas las solicitaciones por empujes, se tiene en cuenta entonces los desplazamientos verticales que podrían generar asentamientos diferenciales que ocasionan daños parciales en las estructuras.

Con base en lo anterior, el análisis de vulnerabilidad se realizó para falla superficial puesto que el área de estudio es una zona que presenta una amenaza media y baja a la generación de movimientos en masa como se describió en el Título 6.8 de este documento.

7.3 Identificación y localización de los elementos expuestos.

Como insumo para el análisis de vulnerabilidad, se empleó como información primaria la base catastral obtenida del Portal Mapas de Bogotá del IDECA, y la zonificación de amenaza por movimientos en masa referida con anterioridad. La identificación en campo de las construcciones existentes en el momento de la visita y la verificación de su estado, obligó, para poder realizar los análisis de vulnerabilidad y riesgo a redefinir la nomenclatura de la base catastral consultada. A continuación, en la Tabla 8 se muestra la correspondencia de la base catastral consultada con la nomenclatura adoptada para el presente concepto, considerando el inventario de edificaciones identificadas en campo.

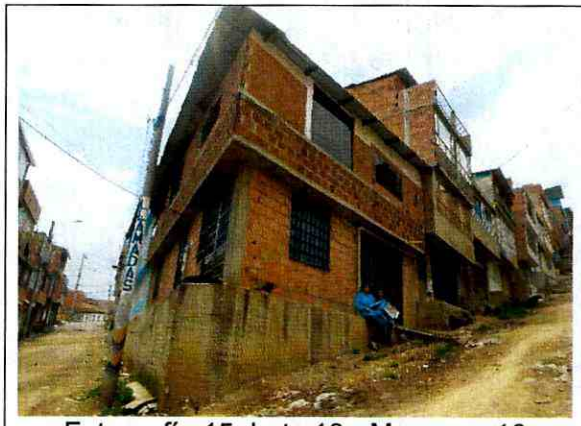
Tabla 8 Correspondencia Nomenclatura Base Catastral - Concepto

MANZANA (CATASTRO IDECA)	PREDIO (CATASTRO IDECA)	NOMENCLATURA(CONCEPTO)**
18	001	1, 3A, 3B, 4-11,12A, 12B, 12C,13, 15-16, 16E, 17-25, 30-38, 40-51, 53-55, 58-61, 63-74, 76, 78-91, 100, NC7, NC8
	014	14

Diagonal 47 No. 77B -09 Interior 11 - Conmutador: 4292801 Fax. 4292833 - Bogotá D.C. - Colombia
Página Web: www.idiger.gov.co y www.sire.gov.co mail: idiger@idiger.gov.co

**La nomenclatura adoptada para el concepto se hace exclusivamente para los análisis internos de vulnerabilidad y riesgo del presente concepto y no implica modificaciones de la base catastral consultada

De acuerdo con el reconocimiento de campo, se identificaron para el desarrollo Segunda Etapa del Barrio Villas de Bolívar, 86 edificaciones construidas en dos predios catastrales de mayor extensión. En las Fotografías 15 a 18 pueden verse algunos de los predios del sector.



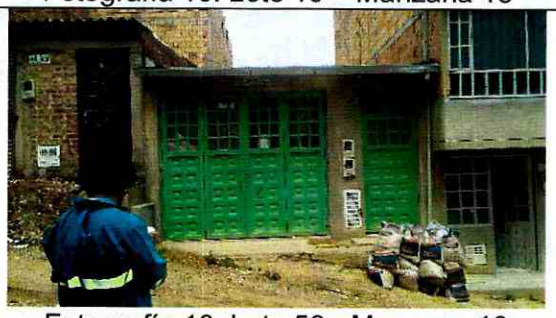
Fotografía 15. Lote 10 - Manzana 18



Fotografía 16. Lote 15 – Manzana 18



Fotografía 17. Lote 36 – Manzana 18



Fotografía 18. Lote 53 - Manzana 18

7.4 Caracterización de los elementos expuestos: tipología, exposición y resistencia.

Para determinar las principales características físicas de las edificaciones, se realiza el inventario de las viviendas mediante un formulario diligenciado en los reconocimientos de campo, que se enfoca en determinar los principales materiales constructivos, el sistema resistente, el sistema de cubierta, el número de pisos, el estado de los muros y otros elementos estructurales y no estructurales, entre otros aspectos físicos que permitan determinar las capacidades de respuesta del elemento una vez se materialice la amenaza.

Diagonal 47 No. 77B -09 Interior 11 - Conmutador: 4292801 Fax. 4292833 - Bogotá D.C. - Colombia
Página Web: www.idiger.gov.co y www.sire.gov.co mail: idiger@idiger.gov.co

7.5 Tipos de daño o efectos esperados como resultado de los escenarios de vulnerabilidad.

Para determinar los tipos de daño esperados se realiza la evaluación de la vulnerabilidad física a partir de la fragilidad estructural de las edificaciones con base en los tipos de solicitaciones y porcentajes de afectación de cada una de ellas.

7.5.1 Evaluación de la vulnerabilidad física estructural

Con base en los requerimientos del Decreto 1807 de 2014 compilados en el Decreto 1077 de 2015, la Guía Metodológica para Estudios de Amenaza, Vulnerabilidad y Riesgo por Movimientos en Masa del Servicio Geológico Colombiano en el año 2015 y la Metodología de Evaluación de Riesgo por RM a Nivel de Detalle por JAM Ingeniería Y Medio Ambiente en el año 2006, se definieron las tipologías de vivienda en 6 grupos: Tipo A refiere a edificaciones con reforzamiento especial, tipo B edificaciones reforzadas, tipo C mampostería reforzada, tipo D estructuras con confinamiento deficiente y estructuras hibridas, tipo E estructuras ligeras, tipo F construcciones simples y tipo G para la identificación de lotes que no tienen construcción.

Por lo tanto, de acuerdo con la tipología, la altura, el estado de conservación y la edad de la construcción, se determinó el factor de fragilidad de la estructura, teniendo en cuenta como limitante que la altura en el caso del desprendimiento de material o caída de bloques puede ser una condición más favorable, lo cual es contrario cuando se habla de deslizamientos, toda vez que la solicitación del primer caso son impactos y del segundo caso son empujes o desplazamientos verticales.

La ecuación usada para determinar el factor de fragilidad es la siguiente:

$$S_e = 1 - (1 - S_{tip})(1 - S_{alt})(1 - S_{con})(1 - S_{ed})$$

En donde:

S_e: Factor de fragilidad
S_{tip}: Factor por tipología
S_{alt}: Factor por altura
S_{con}: Factor por estado de conservación
S_{ed}: Factor de edad de la construcción respecto su vida útil o de servicio

Esta ecuación es propuesta por el Manual del Servicio Geológico Colombiano, donde se sigue la metodología propuesta por Li et al. (2009), modificada por Du et al. (2013, 2014). En esta, se consideran cuatro parámetros para la evaluación de la fragilidad de las edificaciones, relativos al tipo de estructura (S_{tip}), su altura (S_{alt}), su conservación (S_{con}) y su edad (S_{ed}). Partiendo de estos parámetros, se calcula la fragilidad de la estructura (S_e).

El factor de fragilidad por tipo de estructura, depende de la tipología de vivienda evaluada, clasificada entre Muy Alta a Extremadamente Baja, para un valor de S_{tip} entre 1 y 0.1.

Diagonal 47 No. 77B -09 Interior 11 - Conmutador: 4292801 Fax. 4292833 - Bogotá D.C. - Colombia
Página Web: www.idiger.gov.co y www.sire.gov.co mail: idiger@idiger.gov.co

El factor de fragilidad por altura para edificaciones Tipo E y F con altura mayor o igual a dos pisos presenta un valor de 0,9, para estructuras tipo D mayores a cuatro pisos 0,9, para edificaciones tipo D de 2 y 3 pisos un valor de 0,6 y para las demás tipologías, 0,05.

El factor por Estado de conservación se evalúa mediante una inspección visual, el cual se califica dependiendo del tipo de deformaciones y agrietamientos de la estructura. Para esto se considera tres estados Bueno, Regular y Malo, para los cuales se tienen los valores de 0.05, 0.25 y 0.5 respectivamente.

A partir de la visita de campo se identificó que la mayoría de las edificaciones tienen un estado de conservación regular y malo, lo que implica que la fragilidad por Estado de conservación de las edificaciones es alta en su mayoría.

El factor de fragilidad por edad de la estructura (S_{ed} se determina a partir de la relación de los años de servicio y vida útil de diseño de la edificación. Para el desarrollo Segunda Etapa del Barrio Villas de Bolívar, no se conoce el periodo de diseño de las edificaciones evaluadas por tanto se toma un valor de vida útil con base en la tipología de la edificación. Una edificación tipo A y B tiene una vida útil de 50 años, una tipo C y D de 30 años, una E de 15 años, y una F de 1 a 2 años.

7.5.2 Tasa de daño

Una vez determinado el tipo de solicitación, se debe determinar la tasa de daño, la cual se relaciona directamente con el índice de daño y la posible área afectada.

$$\boldsymbol{Tasa\ daño} = Indice\ daño * Exposición\ Área\ Afectada$$

El índice de daño se califica a partir de la aplicación de una matriz de intensidades (Leone 1996. Modificada por JAM, 2017) en la cual se cruzan cada una de las solicitaciones identificadas con la tipología de la edificación. Aplicando los criterios de Leone, 1996, a cada una de las intensidades se le asigna un modo de daño el cual se relaciona con el índice de daño a utilizar en el análisis.

La exposición del área afectada de la edificación se determinó con base en el cubrimiento potencial de área expuesta de la vivienda con respecto a la amenaza.

Para el desarrollo Segunda Etapa del Barrio Villas de Bolívar se podrían presentar solicitaciones que generen desplazamientos verticales asociados directamente a fallas de tipo superficial, y el porcentaje asociado a la exposición del área afectada de la edificación se determinó con base en el área afectada de la vivienda con respecto a la amenaza.

Finalmente, la vulnerabilidad física de las estructuras se determina en función de la fragilidad y la tasa de daño previamente calculadas.

$$\boldsymbol{Vulnerabilidad} = S_e * Tasa\ daño$$

Diagonal 47 No. 77B -09 Interior 11 - Conmutador: 4292801 Fax. 4292833 - Bogotá D.C. - Colombia
Página Web: www.idiger.gov.co y www.sire.gov.co mail: idiger@idiger.gov.co

En función de lo expuesto y los resultados obtenidos, el desarrollo Segunda Etapa del Barrio Villas de Bolívar presenta en su mayoría vulnerabilidad baja con respecto a las solicitaciones generadas por movimientos en masa.

Como resultado se obtuvo que la vulnerabilidad para la falla superficial es media para 64 de los 86 predios evaluados, y para los 22 predios restantes la vulnerabilidad es baja. La categorización de vulnerabilidad para los predios del desarrollo Sector Tuna Alta – A se presenta en la Tabla 9.

Tabla 9. Categorización de vulnerabilidad por movimientos en masa en el desarrollo Segunda Etapa del Barrio Villas de Bolívar

Manzana	Lote(Nomenclatura Concepto)	Vulnerabilidad Falla Superficial
18	8, 9, 18, 21, 22, 24, 30, 32 a 38, 61, 66, 76, 82, 83 y 85 a 87	BAJA
18	1, 3A, 3B, 4 a 7, 10, 11, 12A, 12B, 12C, 13 a 16, 16E,17, 19, 20, 23, 25, 31, 40 a 51, 53 a 55, 58 a 60, 63 a 65, 67 a 74, 78 a 81, 84, 88 a 91, 100, NC7 y NC8	MEDIA

7.6 Zonificación de la vulnerabilidad.

De acuerdo con los resultados de vulnerabilidad obtenidos anteriormente, en el Anexo 3 se muestra la zonificación de vulnerabilidad para el desarrollo Segunda Etapa del Barrio Villas de Bolívar.

8 EVALUACIÓN DE RIESGO

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 aplicando un cruce cartográfico con base en una matriz de riesgo relativo; en esta operación, se le asigna un mayor peso a la amenaza. Para el análisis de mitigabilidad se entiende, que la Vulnerabilidad puede ser intervenida y reducida, mediante la implementación de técnicas constructivas adecuadas de los predios privados.

En la Tabla 10 se presenta la matriz de riesgo con su respectiva categorización de Niveles de Riesgo y que fue tenida en cuenta para la calificación de los predios que forman parte del desarrollo Segunda Etapa del Barrio Villas de Bolívar.

Tabla 10. Matriz de Riesgo

Amenaza Relativa	Vulnerabilidad Relativa		
	Alta	Media	Baja
Alta	Riesgo Alto	Riesgo Alto	Riesgo Alto
Media	Riesgo Medio	Riesgo Medio	Riesgo Medio
Baja	Riesgo Medio	Riesgo Medio	Riesgo Bajo

Diagonal 47 No. 77B -09 Interior 11 - Conmutador: 4292801 Fax. 4292833 - Bogotá D.C. - Colombia
Página Web: www.idiger.gov.co y www.sire.gov.co mail: idiger@idiger.gov.co

* Riesgo alto: Se debe realizar un análisis beneficio/costo con el fin de considerar si es óptimo llevar a cabo medidas de mitigación relacionadas con intervenciones en la mejora de la calidad constructiva de las viviendas, reducción de la magnitud del mecanismo amenazante interviniendo el entorno del elemento expuesto o la reubicación y/o abandono del predio.

** El riesgo medio asociado a vulnerabilidad de las edificaciones, está en función de la mejora en la calidad constructiva de las viviendas por parte de los propietarios o responsables de las mismas.

De forma general y como conclusión del análisis de riesgo llevado a cabo dentro del presente concepto técnico, se define que las edificaciones del desarrollo Segunda Etapa del Barrio Villas de Bolívar cuentan a nivel predial con una categorización definitiva de RIESGO MEDIO y BAJO, tal como se señala en la Tabla 11

Tabla 11 Zonas de Riesgo en el Desarrollo Segunda Etapa del Barrio Villas de Bolívar

ZONA	MANZANA	LOTE (Nomenclatura Concepto)
RIESGO MEDIO	18	1, 3A, 3B, 4 a 7, 10, 11, 12A, 12B, 12C, 13 a 16, 16E, 17, 19, 20, 23, 25, 30, 31, 40 a 51, 53 a 55, 58 a 60, 63 a 65, 67 a 74, 76, 78 a 81, 83, 84, 88 a 91,100, NC7 y NC8
RIESGO BAJO	18	8, 9, 18, 21, 22, 24, 32 a 38, 61, 66, 82 y 85 a 87

Los predios no construidos (lotes vacíos y zonas verdes) no presentan calificación de riesgo debido a que no tienen elementos existentes para su análisis y evaluación.

9 ANÁLISIS DE RESULTADOS

En la categorización de la Amenaza se tuvieron en cuenta los materiales geológicos que conforman las laderas, sus formas, sus pendientes, la cobertura y uso y los procesos morfodinámicos para determinar la susceptibilidad a presentar movimientos en masa. Esta susceptibilidad se combinó con los detonantes precipitación, sismicidad y factor antrópico, así como los antecedentes del sector. Luego de la evaluación de los anteriores aspectos, se considera que el desarrollo Segunda Etapa del Barrio Villas de Bolívar, se encuentra en amenaza alta, media y baja por movimientos en masa.

El desarrollo presenta condiciones que requieren futuras intervenciones como lo es la adecuación de algunas de las vías de acceso. La amenaza media advierte la posibilidad de generar deterioro en la estabilidad del terreno; por lo cual, cualquier intervención que se considere en la zona, deberá tener en cuenta las características descritas en el presente documento y realizarse de manera técnica.

Los potenciales procesos de inestabilidad en el terreno, corresponden a flujos de carácter superficial y local. La afectación de estos procesos sobre los predios que conforman el desarrollo, está relacionada con desplazamientos verticales por afectaciones en la cimentación, y empujes que el terreno involucrado en los potenciales procesos ejercería sobre las edificaciones que conforman el desarrollo.

En el análisis de vulnerabilidad se pudo determinar que las estructuras predominantes presentes en el desarrollo Segunda Etapa del Barrio Villas de Bolívar son de Tipo D

Diagonal 47 No. 77B -09 Interior 11 - Conmutador: 4292801 Fax. 4292833 - Bogotá D.C. - Colombia
Página Web: www.idiger.gov.co y www.sire.gov.co mail: idiger@idiger.gov.co

(Estructuras con confinamientos deficientes) y de Tipo E (Estructuras ligeras), las cuales representan un factor desfavorable en el análisis. En la zona se observaron viviendas con estado de conservación regular, puesto que presentan daños superficiales en acabados los cuales están relacionados directamente con deficiencias constructivas y no a movimientos en masa. La combinación de estos factores (tipo de estructura, estado de conservación) hacen que la mayoría de las viviendas presenten una fragilidad estructural alta; lo anterior, llama la atención para que los propietarios de las edificaciones ejecuten las acciones necesarias para que se lleven al cumplimiento de la normatividad vigente y se pueda garantizar un desempeño adecuado de las mismas tanto para cargas normales de servicio como para cargas sísmicas.

La vulnerabilidad es función de la fragilidad estructural de las viviendas y de la intensidad de la amenaza; no obstante, la metodología utilizada para el cálculo de la vulnerabilidad es de tipo semicuantitativo y le otorga mayor valor ponderado a la categorización de amenaza, por lo tanto para el desarrollo Segunda Etapa del Barrio Villas de Bolívar la vulnerabilidad se categoriza como media y baja aunque la fragilidad estructural sea alta.

En cuanto a la evaluación de riesgo, la categorización de Riesgo presentada tuvo en cuenta la convolución de la Amenaza categorizada como media y baja con vulnerabilidad de las edificaciones (tipología, fragilidad, tasa de daño), haciendo énfasis en la ausencia de procesos de remoción en masa activos en la zona de influencia directa del polígono del desarrollo.

10 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

El IDIGER realizó el análisis de las condiciones de amenaza, vulnerabilidad y riesgo por movimientos en masa del desarrollo **Segunda Etapa del Barrio Villas de Bolívar**, encontrando que desde el punto de vista de riesgos se considera factible la legalización del desarrollo, supeditada al alcance de las conclusiones, recomendaciones y observaciones del presente concepto técnico.

El desarrollo **Segunda Etapa del Barrio Villas de Bolívar,** de la localidad de Ciudad Bolívar se encuentra localizado en una zona categorizada en amenaza alta, media y baja por procesos de movimientos en masa, tal como se presenta en el Anexo 2 (Mapa de Amenaza). Los predios construidos dentro del desarrollo se encuentran en una zona categorizada en riesgo medio y bajo por procesos de movimientos en masa, tal como se presenta en el Anexo 4 (Mapa de Riesgo).

Los predios construidos, ubicados en zonas de amenaza media y baja categorizados con riesgo medio y bajo, no cuentan con condicionamientos o restricciones para su uso, aunque deben tener presentes las siguientes recomendaciones ya que se trata de predios localizados en zonas de pendiente moderada a fuerte; dichas zonas fueron adecuadas localmente mediante la ejecución de cortes pseudoverticales sobre rocas de la Formación Guaduas Miembro Medio:

Diagonal 47 No. 77B -09 Interior 11 - Conmutador: 4292801 Fax. 4292833 - Bogotá D.C. - Colombia
Página Web: www.idiger.gov.co y www.sire.gov.co mail: idiger@idiger.gov.co

- Se recomienda al interior de cada uno de los predios garantizar el adecuado manejo, conducción y entrega de las aguas lluvias y superficiales que puedan interferir de manera negativa en las condiciones de estabilidad de los cortes mencionados.

- Las construcciones actuales evidencian una alta fragilidad, asociada principalmente a su tipología, por lo tanto en caso que se pretenda realizar modificaciones y/o ampliaciones de las viviendas construidas, éstas deberán realizarse con base en estudios estructurales y geotécnicos que den cumplimiento al actual Reglamento Colombiano de Construcción Sismo Resistente NSR-10.

Para todos los predios del desarrollo se debe acoger, por parte de los propietarios, la normatividad vigente en cuento a trámite de las licencias de construcción, en particular lo correspondiente a diseños estructurales, estudios geotécnicos previstos por la Ley 400 de 1997 (Decreto 926 de 2010 – Reglamento Colombiano de Construcción Sismo Resistente NSR-10) ó la normatividad que se encuentra vigente; igualmente, se debe tener en cuenta los espectros de diseño incluidos en el Decreto 523 de 2010 (por el cual se adopta la microzonificación sísmica de Bogotá D.C.), actividades que se recomienda vigilar por parte de la Alcaldía Local en ejercicio de sus facultades de control urbano. Para los futuros proyectos urbanísticos o cualquier actividad que requiera realizar excavaciones, se recomienda que el propietario y/o el constructor responsable tenga en cuenta lo estipulado en la Resolución 600 de 2015 del IDIGER "Lineamientos Técnicos para la Reducción de Riesgos en Excavaciones en Bogotá, D.C".

Debido a la presencia de la Quebrada Zanjón La Candelaria en vecindades del desarrollo, se recomienda a las entidades competentes revisar la delimitación, condiciones y restricciones establecidas por la Empresa de Acueducto, Alcantarillado y Aseo de Bogotá – EAB para la zonas de Ronda y la Zonas de Manejo y Preservación Ambiental del cuerpo de agua mencionado, debido a que la EAB es la entidad competente de la definición y por consiguiente de la afectación de las zonas de Ronda y las Zonas de Manejo y Preservación Ambiental, de los cuerpos de Agua localizados en el Distrito Capital.

Se recomienda a las entidades del Distrito, desde su competencia, implementar obras de infraestructura que contribuyan con el mejoramiento integral del sector, entre las que se encuentran: mantenimiento y construcción de la red de acueducto y alcantarillado, obras de reconformación y protección de laderas, pavimentación de vías y construcción de obras de drenaje para el manejo de aguas lluvias y de escorrentía superficial en un plazo no superior a dos (2) años; todo esto con el fin de minimizar el deterioro de las condiciones actuales de estabilidad geotécnica del desarrollo.

Las entidades públicas o privadas encargadas de la prestación de servicios públicos, las que ejecuten obras civiles mayores o las que desarrollen actividades industriales o de otro tipo deberá dar estricto cumplimiento a la normatividad vigente, en especial al Artículo 32 del Decreto Distrital 172 de 2014, en desarrollo del Artículo 42 de la Ley 1523 de 2012 relacionados con el deber de realizar los análisis específicos de riesgo, las medidas de reducción y los planes de emergencias y contingencias. De igual forma, deberán velar por

Diagonal 47 No. 77B -09 Interior 11 - Conmutador: 4292801 Fax. 4292833 - Bogotá D.C. - Colombia
Página Web: www.idiger.gov.co y www.sire.gov.co mail: idiger@idiger.gov.co

la implementación de la gestión del riesgo en el ámbito de sus competencias sectoriales y territoriales, conforme al Parágrafo del Artículo 44 de la Ley 1523 de 2012.

11 OBSERVACIONES

Los resultados y recomendaciones incluidas en el presente concepto técnico se realizaron para el proceso de legalización del desarrollo Segunda Etapa del Barrio Villas de Bolívar, y están basados en los resultados de los estudios mencionados en este documento, en la evaluación de los antecedentes revisados y en las observaciones realizadas durante las visitas al sector. Si por alguna circunstancia las condiciones aquí descritas, y que sirvieron de base para establecer las zonificaciones y recomendaciones, son modificadas, se deberán realizar los ajustes que sean del caso.

Este concepto refleja las condiciones de amenaza y riesgo evaluadas en la visita y se realizó con los insumos disponibles a la fecha de elaboración del mismo; por lo tanto, este documento es provisional, hasta tanto se actualice con base en la información cartográfica definitiva suministrada por la SDHT.

De acuerdo con el Artículo 32 del Decreto Distrital 172 de 2014 y de conformidad con el Artículo 42 de la Ley 1523 de 2012, todas las entidades públicas o privadas, encargadas de la prestación de servicios públicos, que ejecuten obras civiles mayores o que desarrollen actividades industriales o de otro tipo, que desarrollen actividades en el Territorio Distrital, que puedan significar riesgo de desastre para la sociedad, así como las que específicamente determine el IDIGER, deberán realizar un análisis detallado de riesgo que considere los posibles efectos de riesgos naturales y sociales, sobre la infraestructura expuesta y aquellos que se deriven de los daños de la misma en su área de influencia, así como los que se deriven de su operación. Con base en este análisis el responsable del proyecto deberá diseñar e implementar las medidas de reducción del riesgo, planes de emergencia y contingencia que serán de su obligatorio cumplimiento.

Así mismo, deberán velar por la implementación de la gestión del riesgo en el ámbito de sus competencias sectoriales y territoriales, conforme al Parágrafo del Artículo 44 de la Ley 1523 de 2012.

Diagonal 47 No. 77B -09 Interior 11 - Conmutador: 4292801 Fax. 4292833 - Bogotá D.C. - Colombia
Página Web: www.idiger.gov.co y www.sire.gov.co mail: idiger@idiger.gov.co

12 ANEXOS

Anexo 1. Mapa de pendientes **Desarrollo Segunda Etapa del Barrio Villas de Bolívar.**

Anexo 2. Mapa de amenaza por Movimientos en Masa **Desarrollo Segunda Etapa del Barrio Villas de Bolívar.**

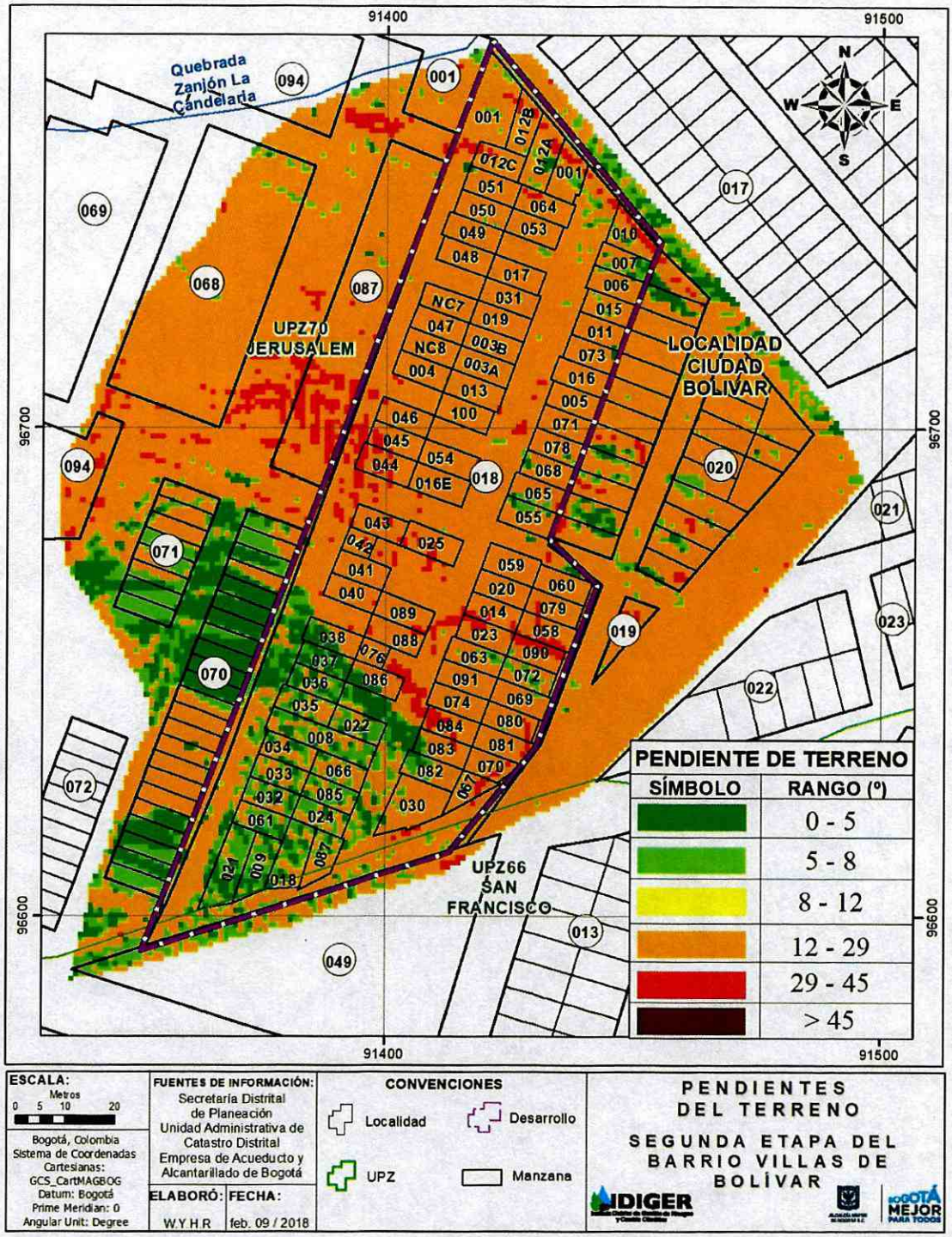
Anexo 3. Mapa de vulnerabilidad por Movimientos en Masa **Desarrollo Segunda Etapa del Barrio Villas de Bolívar.**

Anexo 4. Mapa de Riesgo por Movimientos en Masa, **Desarrollo Segunda Etapa del Barrio Villas de Bolívar.**

13 APROBACIONES

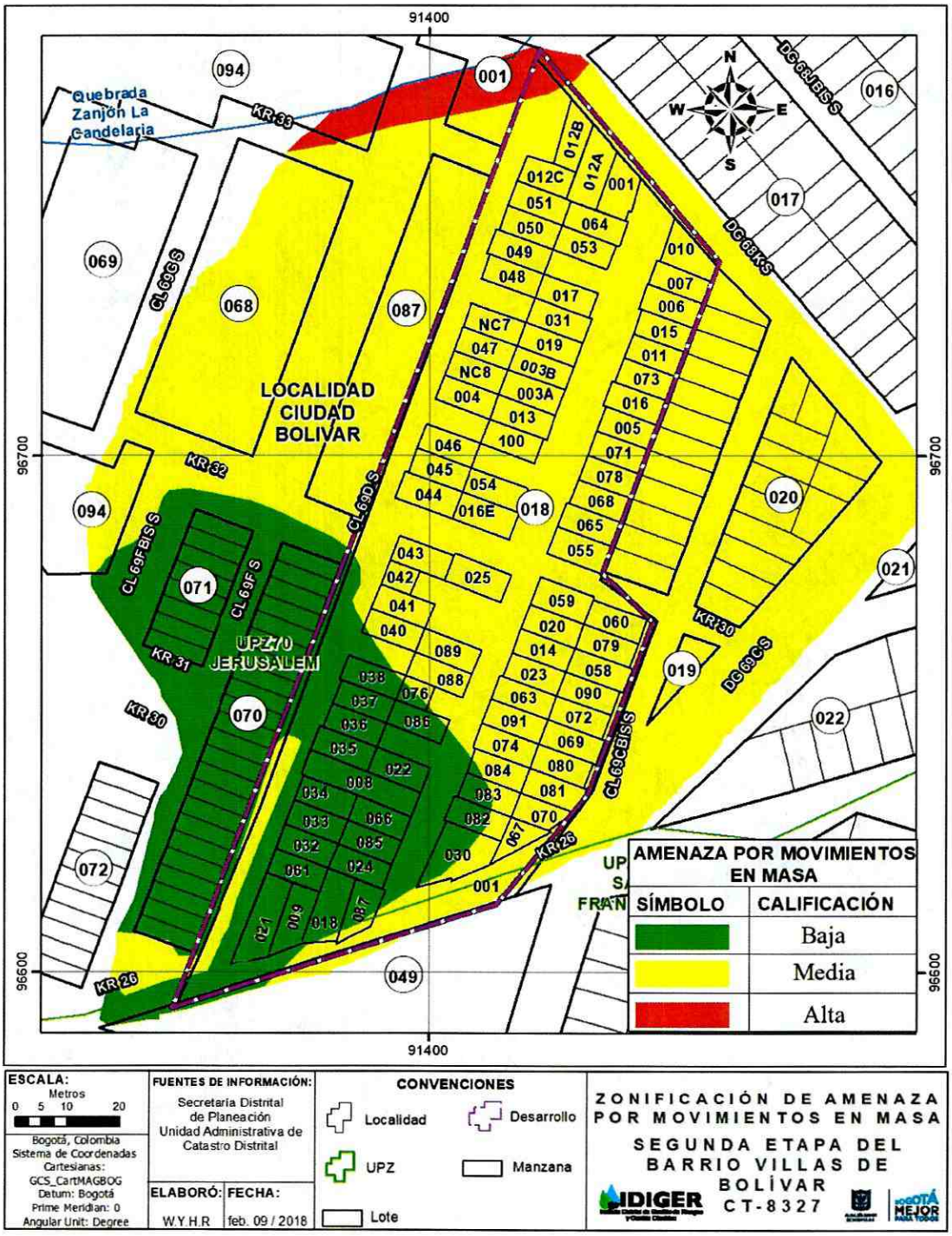
13.1 Elaboró	13.2 Elaboró y Revisó
DANNY A. HERNÁNDEZ CRUZ Ingeniero Civil / Magister en Ingeniería - Geotecnia M.P. 25202167130 CND	**OSCAR IVÁN CHAPARRO FAJARDO** Ingeniero Civil / Magister en Ingeniería - Geotecnia M.P. 2520278485 CND
Profesional de Conceptos para Planificación Territorial	*Profesional de Conceptos para Planificación Territorial*
13.3 Elaboró	**13.4 Elaboró**
CLAUDIA ESPERANZA NARANJO HENAO Ingeniera Civil / Magister en Ingeniería - Geotecnia M.P. 17202225399CLD	**LIZ JESSICA OLAYA CALDERÓN** Geóloga M. P. 4069 CPG
Profesional de Conceptos para Planificación Territorial	*Profesional de Conceptos para Planificación Territorial*
13.5 Revisó	**13.6 Revisó y Avaló**
NUBIA LUCIA RAMÍREZ CRIOLLO Profesional Especializado 222 Grado 23	**JESÚS ENRIQUE ROJAS OCHOA** Profesional Especializado 222 Grado 29
Profesional de Conceptos para Planificación Territorial	*Responsable de Grupo de Conceptos para Planificación Territorial*

Diagonal 47 No. 77B -09 Interior 11 - Conmutador: 4292801 Fax. 4292833 - Bogotá D.C. - Colombia
Página Web: www.idiger.gov.co y www.sire.gov.co mail: idiger@idiger.gov.co



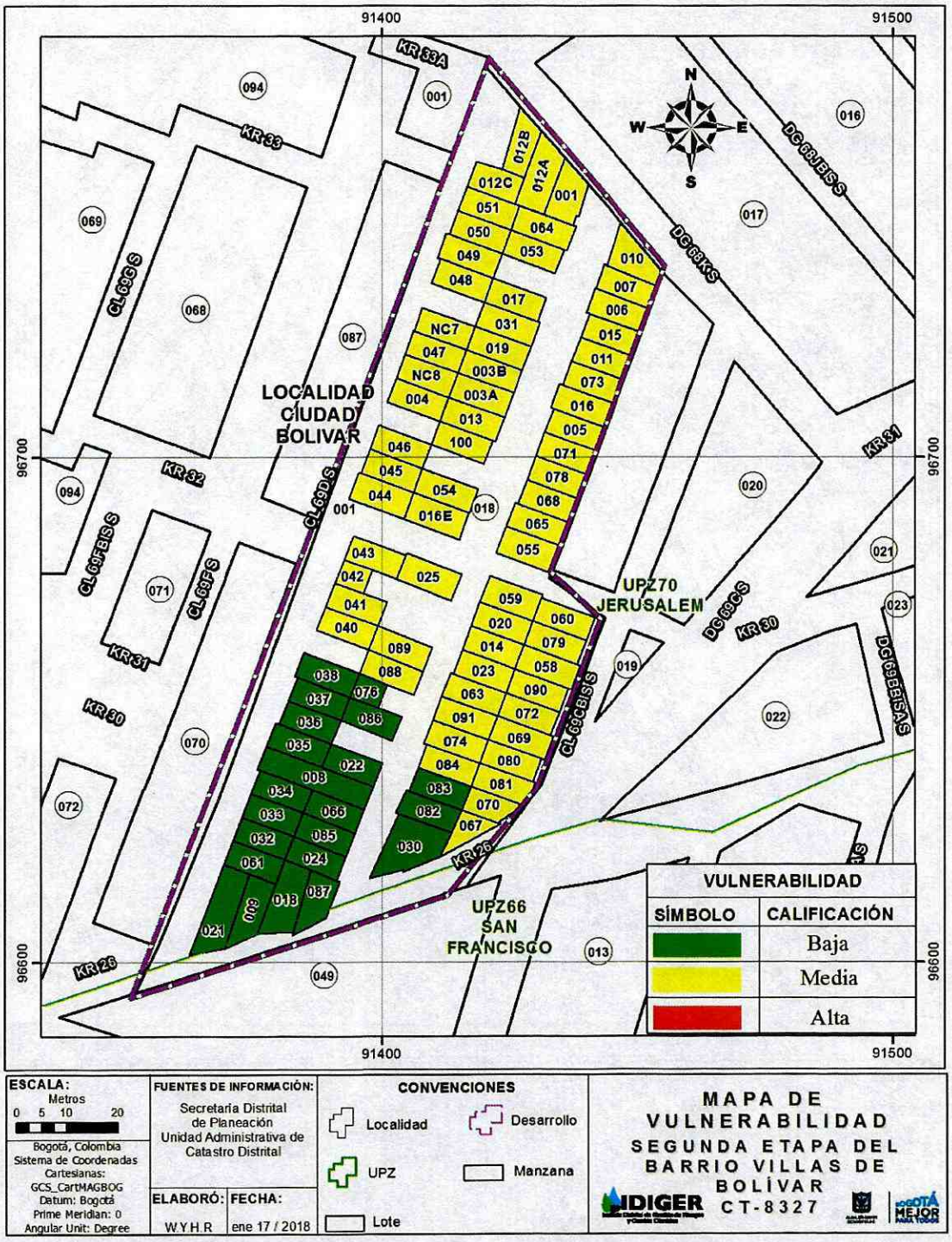
ANEXO 1. MAPA DE PENDIENTES DESARROLLO SEGUNDA ETAPA DEL BARRIO VILLAS DE BOLÍVAR

Diagonal 47 No. 77B -09 Interior 11 - Conmutador: 4292801 Fax. 4292833 - Bogotá D.C. - Colombia
Página Web: www.idiger.gov.co y www.sire.gov.co mail: idiger@idiger.gov.co



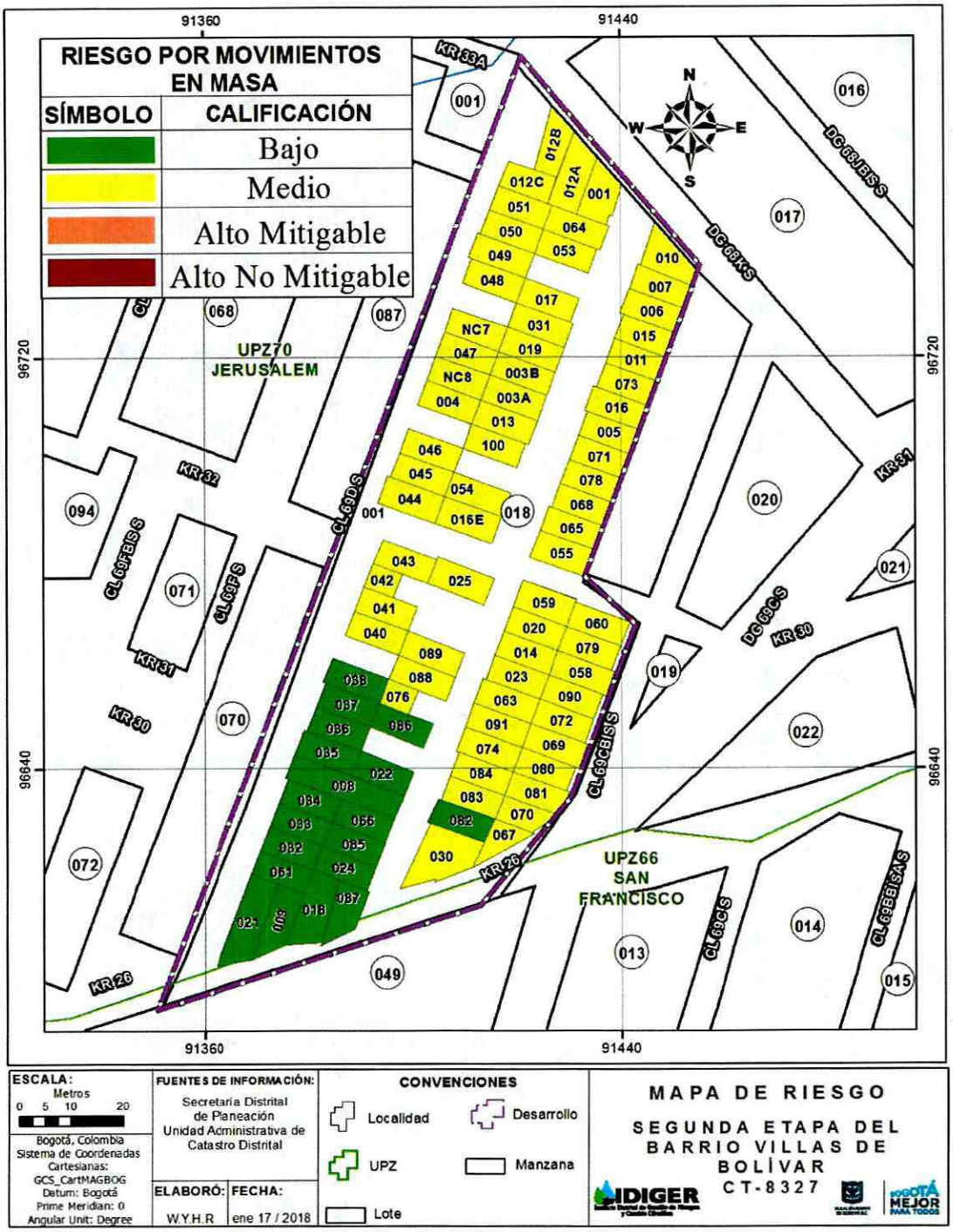
ANEXO 2. MAPA DE AMENAZA POR MOVIMIENTOS EN MASA DESARROLLO SEGUNDA ETAPA DEL BARRIO VILLAS DE BOLÍVAR

Diagonal 47 No. 77B -09 Interior 11 - Conmutador: 4292801 Fax. 4292833 - Bogotá D.C. - Colombia
Página Web: www.idiger.gov.co y www.sire.gov.co mail: idiger@idiger.gov.co



ANEXO 3. MAPA DE VULNERABILIDAD POR MOVIMIENTOS EN MASA DESARROLLO SEGUNDA ETAPA DEL BARRIO VILLAS DE BOLÍVAR

Diagonal 47 No. 77B -09 Interior 11 - Conmutador: 4292801 Fax. 4292833 - Bogotá D.C. - Colombia
Página Web: www.idiger.gov.co y www.sire.gov.co mail: idiger@idiger.gov.co



ANEXO 4. MAPA DE RIESGO POR MOVIMIENTOS EN MASA DESARROLLO SEGUNDA ETAPA DEL BARRIO VILLAS DE BOLÍVAR

Diagonal 47 No. 77B -09 Interior 11 - Conmutador: 4292801 Fax. 4292833 - Bogotá D.C. - Colombia
Página Web: www.idiger.gov.co y www.sire.gov.co mail: idiger@idiger.gov.co