1. 0INFORMACIÓN DE REFERENCIA

1.1 CONCEPTO TÉCNICO No.:	**CT-8350**
1.2 DEPENDENCIA:	Análisis de Riesgos y Efectos del Cambio Climático
1.3 AREA FUNCIONAL:	Conceptos Para Planificación Territorial
1.4 CARTA REMISORIA No.	**CR-29348**

2. INFORMACION GENERAL

2.1 SOLICITANTE:	Secretaría Distrital del Hábitat – SDHT
2.2 LOCALIDAD:	4 San Cristóbal
2.3 UPZ/UPR:	51 Los Libertadores
2.4 BARRIO:	Santa Helena
2.5 ÁREA (Ha):	0.48
2.6 FECHA DE VISITA:	15 de agosto de 2017
2.7 FECHA DE ELABORACIÓN:	23 de abril 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 Santa Helena de la localidad de San Cristóbal 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 Santa Helena, 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 Santa Helena, 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 desarrollo Santa Helena se encuentra ubicado en el sector suroccidental de la localidad de San Cristóbal. Este desarrollo tiene un área de 0.48 ha, y se localiza en el sector catastral La Belleza y en la UPZ Los Libertadores. El acceso a la zona donde se encuentra este desarrollo, se hace por la Avenida Boyacá en sentido Sur, luego gira a la derecha con dirección a la Transversal 3B Este por la Avenida 1 de Mayo y finalmente, toma la Carrera 8A Este hacia la Calle 55 sur.

El desarrollo Santa Helena se encuentra delimitado aproximadamente entre las siguientes coordenadas cartesianas (Tabla 1):

Tabla 1. Coordenadas aproximadas para el desarrollo Santa Helena

Norte:	93.107,9	a	93.226
Este:	98.249,4	a	98.331,5

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

Los límites del desarrollo son los siguientes:

Norte: Calle 55 Sur
Oriente: Transversal 8C Este y predios colindantes
Sur: Calle 56 Sur y predios colindantes
Occidente: Predios colindantes proyección Carrera 5C Este

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 Santa Helena 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 1 manzana con 22 predios distribuidos como aparece en la Tabla 2. El mapa de la localización y la distribución predial de la base catastral se muestran en la Figura 1.

Tabla 2. Predios por Manzana en el desarrollo Santa Helena

Manzana	Número de Predios	Predios*
094	22	004, 009 a 028, 030

(*) Basado en el Loteo IDECA 2017

4.1. Descripción Física

El desarrollo Santa Helena está inscrito en un polígono con forma irregular. Al desarrollo se accede por la Calle 55 Sur o por la Transversal 8C E; de acuerdo con la inspección visual realizada la vía que circunscribe este desarrollo al costado norte se encuentra en proceso de pavimentación; por otra parte, dentro del desarrollo las vías no cuentan con una estructura definida y se limita a un afirmado en terreno natural sin estructuras para el manejo de aguas de escorrentía, se identificaron en la Manzana 94 del desarrollo un total de 16 predios edificados y 06 lotes vacíos; las edificaciones presentes, corresponden con construcciones estructuralmente deficientes con materiales tradicionales y en ocasiones poco competentes, como se describe con mayor detalle en el capítulo de vulnerabilidad física.

El terreno en donde se asienta este desarrollo corresponde a una ladera de pendiente moderada, modificada en algunos sectores por intervención antrópica, por la alta intervención de la ronda de la quebrada Verejones, cortes y rellenos para la construcción de viviendas y vías. No se observaron procesos de inestabilidad en esta ladera.



Fotografía 1. Edificaciones típicas en el desarrollo Santa Helena

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

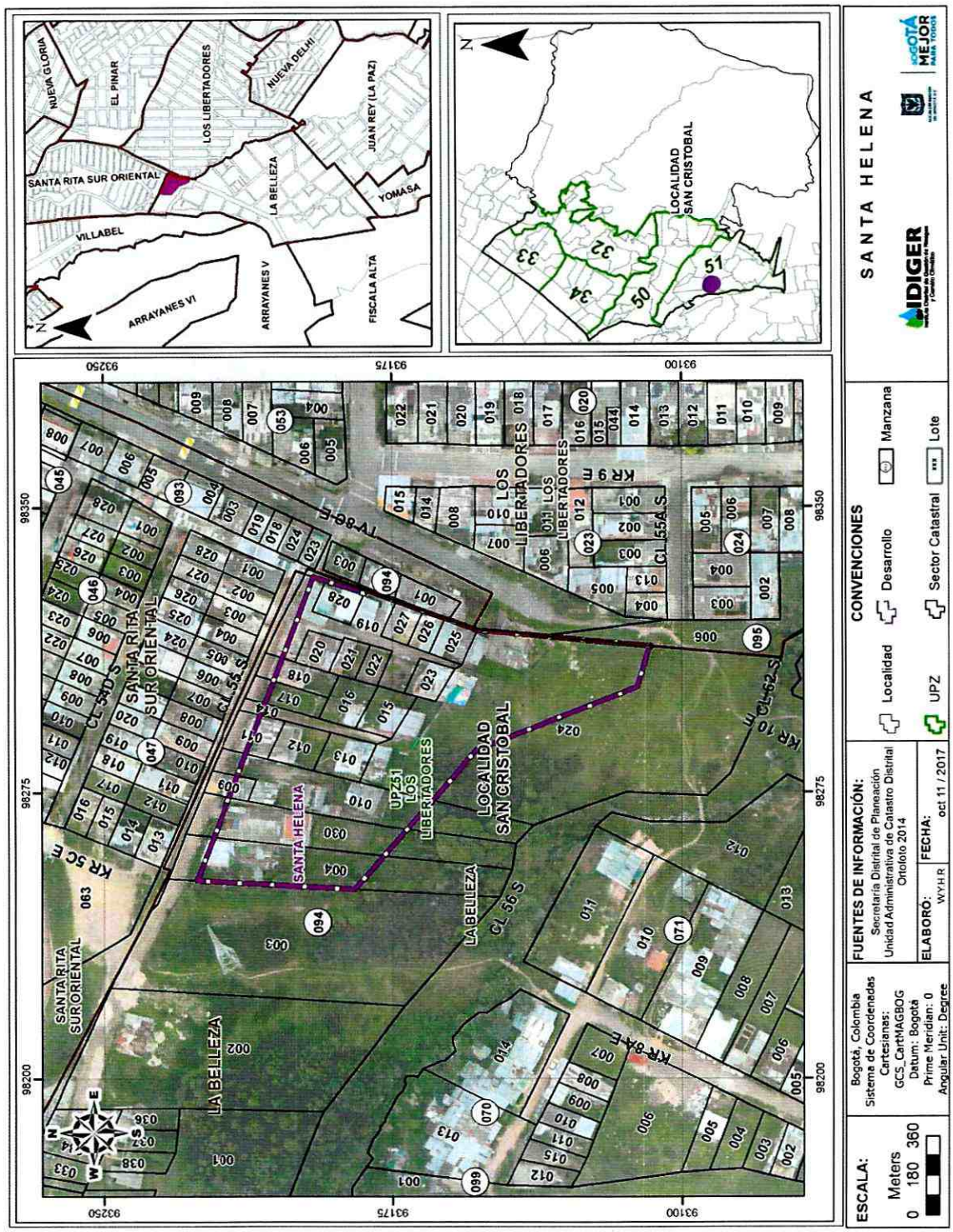


Figura 1. Mapa de localización del desarrollo Santa Helena.

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

4.2. Hidrografía

- El desarrollo Santa Helena se encuentra en la subcuenca pluvial Verejones, la cual drena a la subcuenca Nutria, que hace parte de la subcuenca Chiguaza y drena a la del río Tunjuelo. El desarrollo se encuentra en la cuenca sanitaria Tunjuelo y en las subcuencas sanitarias Interceptor Tunjuelo Medio y Chiguaza. Hidrográficamente, por el costado suroccidental del desarrollo se encuentra la quebrada Verejones aproximadamente a 20 m, por el costado occidental se encuentra la quebrada Nutria aproximadamente a 200 m y por el costado norte se encuentra la quebrada Morales que drena a la quebrada Nutria y está a unos 150 m. Este desarrollo limita por el costado suroccidental con la Zona de Manejo y Preservación Ambiental (ZMPA), y con la zona de amenaza por avenida torrencial de la quebrada Verejones.

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.

En la Figura 2 se muestra el polígono de localización del desarrollo Santa Helena de la localidad San Cristóbal el cual se encuentra en una zona de amenaza alta y 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 Santa Helena en el Sistema de Información para la Gestión de Riesgos y Cambio Climático (SIRE), encontrándose que el IDIGER ha actuado de la siguiente forma:

- De acuerdo con la información antecedente en general el sector de estudio se encuentra en la parte Sur Occidental de la localidad de San Cristóbal, en los barrios denominados como Santa Rita Sur Oriental y Los Libertadores. En relación con la quebrada Verejones la cual cruza por la parte baja de la ladera (fuera del polígono del desarrollo) se identificó que el IDIGER ha emitido los conceptos CT-7004 y CT -7946 en los que se define una zona de amenaza alta por avenidas torrenciales e inundación, para la cual se recomendó la no urbanización ni construcción al interior de la misma.

- Las evaluaciones de amenaza realizadas para los desarrollos cercanos al sitio de estudio sugieren calificativos de amenaza alta y media, de acuerdo con condiciones locales de la ubicación de los predios, a pesar de que no se han presentado procesos de remoción en masa de tipo general.

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

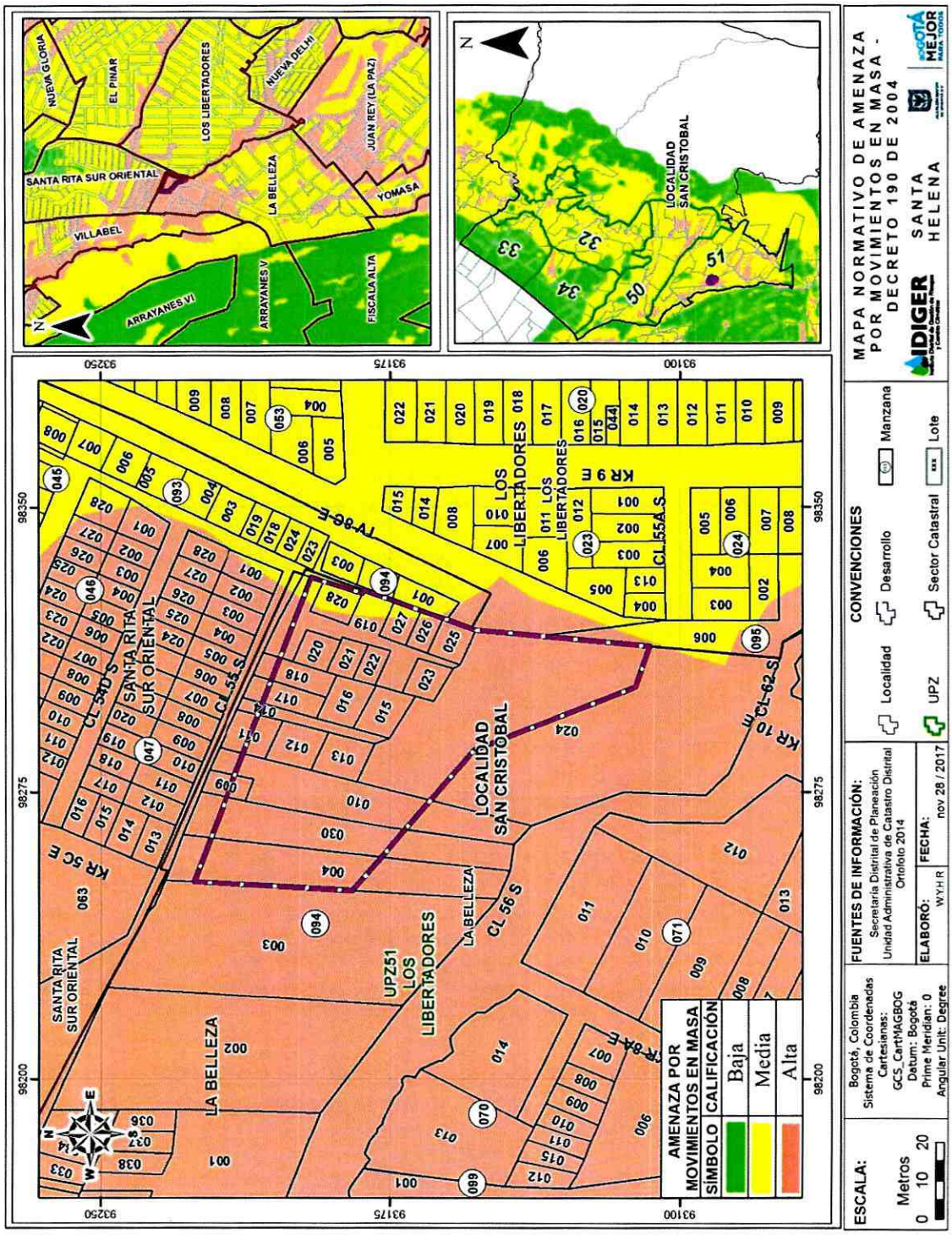


Figura 2. Localización del desarrollo Santa Helena en el mapa de Amenaza por Movimientos en Masa del Decreto Distrital 190 de 2004.

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

- La zona de emplazamiento del desarrollo Santa Helena se ubica sobre materiales de tipo fluvioglaciar y rellenos antrópicos en laderas que presentan pendientes naturales rectas con ángulos respecto a la horizontal del orden de 37°, junto con cortes antrópicos para la adecuación del terreno para la construcción de viviendas e infraestructura urbana de altura variable. El uso dado al suelo corresponde principalmente a vivienda, en las zonas no intervenidas se presentan pastos y arbustos de poca talla. Los servicios de saneamiento básico como acueducto y alcantarillado no presentan una cobertura completa del área en estudio, y pueden ser causantes de procesos de inestabilidad de acuerdo con lo reportado en los documentos consultados (DI – 2059).

En la Tabla 3 se compilan los documentos emitidos por IDIGER al interior del polígono del desarrollo Santa Helena y en la Figura 3 la ubicación de estos documentos técnicos.

Tabla 3. Listado de antecedentes en el desarrollo Santa Helena

DOCUMENTO	LOCALIZACIÓN	DESCRIPCIÓN
DI – 2059 23 de junio de 2014	Calle 55 Sur No. 8a -77 Este Barrio: Santa Rita	Se presenta un desprendimiento de suelo arcillo limoso que conforma un corte subvertical de 3,0m de altura producto de las excavaciones y modificaciones a la ladera para el emplazamiento de viviendas. No cuenta con medidas de confinamiento, protección y/o contención, como tampoco presenta una franja de aislamiento entre el talud y las viviendas de la parte baja, pues únicamente se evidencian 1,50m de longitud respecto a las casas. El manejo de aguas de escorrentía es inexistente. Los daños generados en las viviendas comprenden grietas en piso y acumulación de material desprendido al interior de las mismas, sin afectación a la infraestructura; sin embargo; en caso de no atender y/o implementar actividades de limpieza, revegetalización, protección, drenaje y contención, a corto plazo se puede llegar a presentar un movimiento en masa de mayores proporciones que desencadenen colapso parcial de las estructuras y daños o pérdidas humanas. Por lo anterior se recomienda evacuar en forma parcial y temporal las viviendas que presentan afectación, así como revisar conexiones de redes de acueducto y alcantarillado en la parte alta de la ladera que posiblemente estén presentando fugas que desencadenan los procesos erosivos. Finalmente, es importante implementar como medida de mitigación un sistema de contención que limite los predios privados del corte efectuado. Dicha obra también debe contar con sistema de drenaje superficial y su superficial.

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

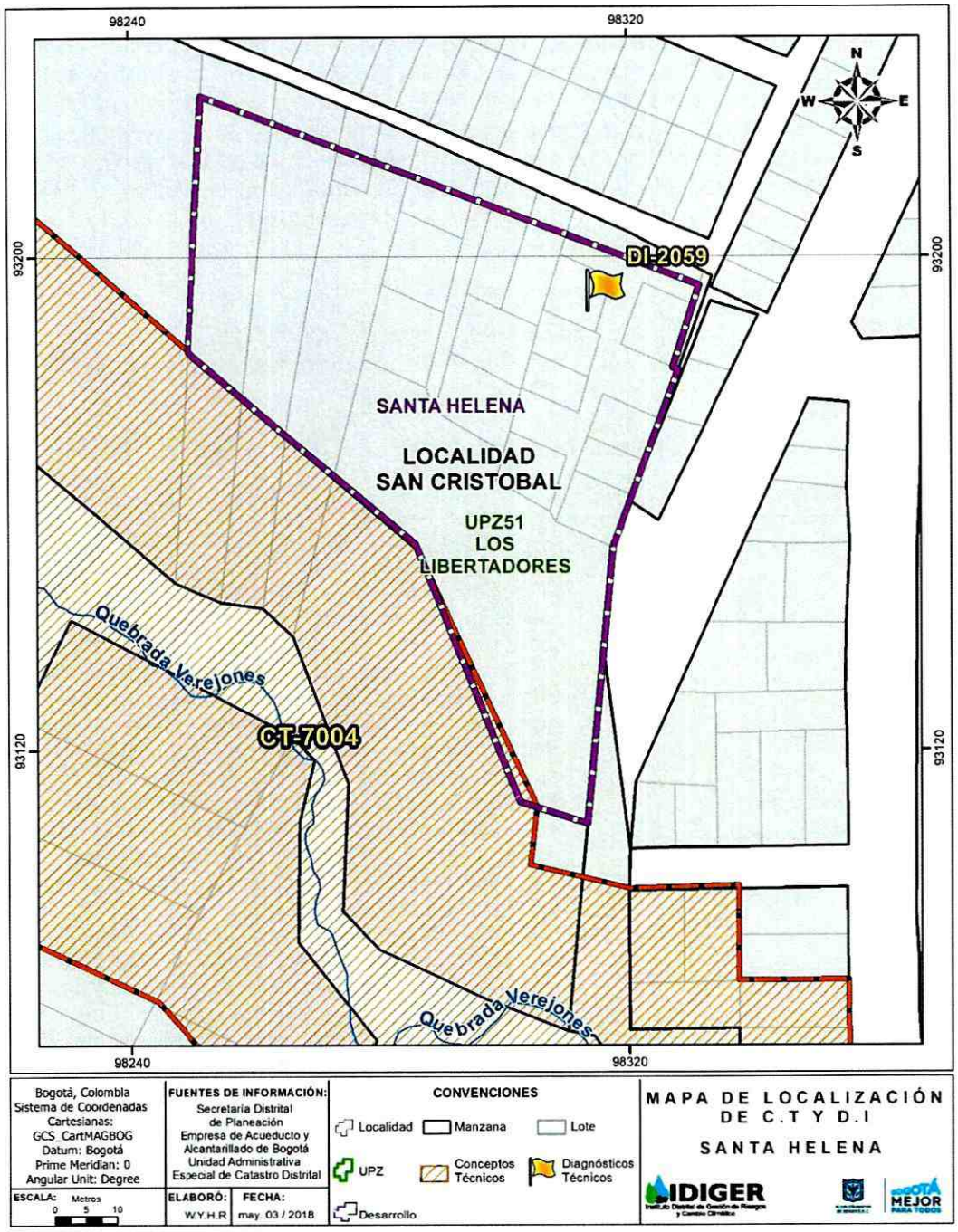


Figura 3. Localización de los documentos técnicos emitidos por IDIGER en las cercanías del desarrollo Santa Helena.

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

Considerando los documentos emitidos por el IDIGER para el sector de emplazamiento del desarrollo Santa Helena han presentado recomendaciones puntuales respecto a la estabilidad del sector, concernientes con el control y manejo del flujo de agua, intervenciones de monitoreo y alerta en etapas de construcción, cumplimiento con la normativa vigente de sismo resistencia y el cumplimiento a las restricciones y protección al uso del suelo. En consecuencia, 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 Santa Helena de la localidad de San Cristóbal, se realizó visita técnica el día 15 de agosto de 2017 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 este sector.

6. EVALUACIÓN DE AMENAZA

Para evaluar la amenaza por movimientos en masa del desarrollo Santa Helena de la localidad de San Cristóbal, 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.

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:

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

Donde:

S = Susceptibilidad
P = Pendiente
R = Rugosidad
E = Espesor de Material no consolidado
T = Textura de los materiales geológicos

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

D = Diaclasamiento/Consolidación
E_S = 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, de acuerdo con la metodología, el valor mínimo de calificación es de 2,96 y el máximo es de 36,65:

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

Se determina entonces una amenaza preliminar por movimientos en masa mediante la combinación algebraica de la susceptibilidad y los detonantes: sismo, clima y factor antrópico.

Los detonantes considerados en la determinación de la amenaza son evaluados mediante la siguiente ecuación:

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

Donde:

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

Y la amenaza preliminar por movimientos en masa, mediante la siguiente ecuación:

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

Donde:
A = Amenaza
S = Susceptibilidad
De = Detonantes

La amenaza se categorizada en tres rangos a partir de la distribución de frecuencias de los datos, teniendo en cuenta que, de acuerdo con la metodología, 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.

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

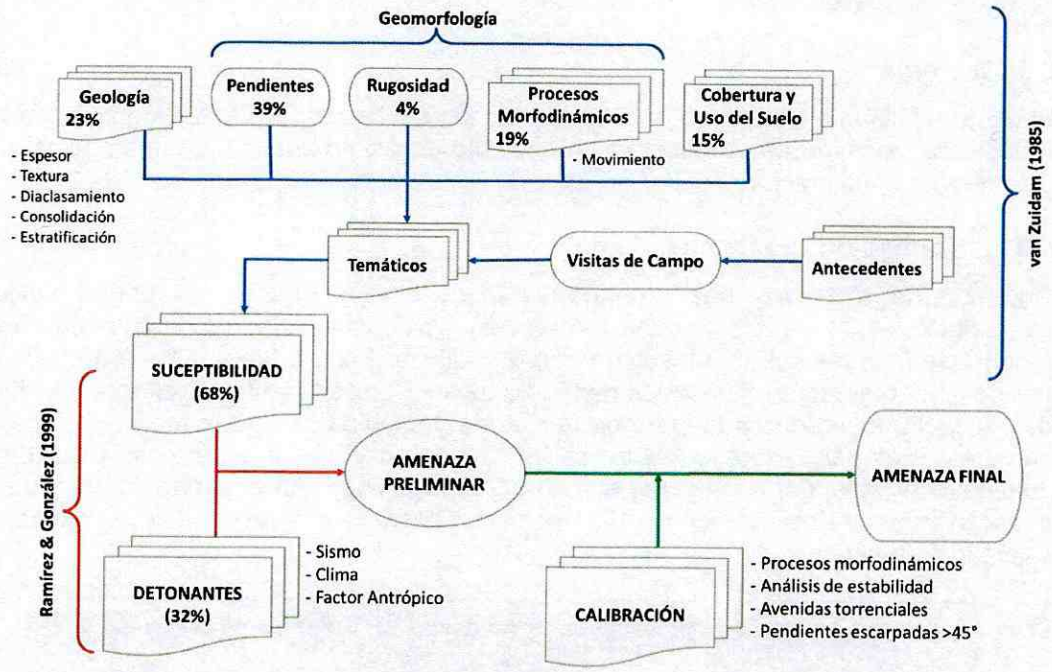


Figura 4. Flujo de trabajo para determinar la amenaza por movimientos en masa.

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 Santa Helena

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 Santa Helena se encuentra ubicado sobre el depósito fluvioglaciar de la Formación Rio Siecha, localmente se observó un depósito de escombros sin compactación, los cuales se describen a continuación.

6.3.1. Formación Río Siecha (Qrs):

Corresponde a gravas hasta pequeños bloques redondeados de origen fluvioglaciar con intercalaciones de arenas, arcillas (orgánicas) y paleosuelo negros. Localmente fragmentos de roca hasta bloques subangulosos en matriz arcillosa (Fotografía 2). Esta formación es de origen fluvioglaciar que escurrió desde la parte alta de los Cerros Orientales durante los últimos eventos de glaciación ocurridos a lo largo de la historia geológica de la Sabana de Bogotá. De acuerdo con estos materiales, esta formación recibe una calificación por textura de 27 debido al contenido de limos y arcillas, por su espesor entre 1 a 2 metros una calificación de 20, por su bajo grado de consolidación una calificación de 17, y por estar depositada a favor de la pendiente del talud una calificación de 50.



Fotografía 2. Formación Río Siecha aflorante en el desarrollo Santa Helena.

6.3.2. Depósito Antrópico de Escombros sin Compactación (Qe):

Depósitos formados por la acumulación de material diverso como basuras, desechos y escombros que son dispuestos sobre las laderas sin ningún control, y sin ninguna compactación, manteniendo un ángulo de reposo, sobre los cuales crece la vegetación, dejando una topografía irregular, como se observa en la **Fotografía 3**. Los Qe se observan principalmente en la parte suroriental del desarrollo. De acuerdo con estos materiales, este depósito recibe una calificación por textura de 27 debido al contenido de limos y arcillas, por no estar consolidado una calificación de 33, y por estar depositada a favor de la pendiente del talud una calificación de 50.

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. Depósito Antrópico de Escombros sin Compactación.

6.3.3. Estructura Geológica

Estructuralmente el desarrollo Santa Helena se emplaza en el flanco oriental del sinclinal de Usme. Allí la secuencia estratigráfica se encuentra invertida por efectos tectónicos. Esta secuencia está cubierta por la depositación de la Formación Río Siecha en forma discordante, a lo largo de aperturas causadas por fallas transversales a la estructura regional.

6.4. Geomorfología

El énfasis geomorfológico para la determinación de la susceptibilidad a los movimientos en masa de las laderas del desarrollo Santa Helena está 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 qué estas tienen. A continuación, se describen estos 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 Santa Helena se observó que las pendientes que predominan son pendientes moderadamente altas entre 12° y 29°, como se muestra en el mapa del Anexo 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

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

PENDIENTES (Grados)	DESCRIPCIÓN
0-5	Muy Baja
5-8	Baja
8-12	Media
12-29	Moderada
29-45	Alta
>45	Muy Alta

La rugosidad representa la ondulación o la forma de las laderas considerando las pendientes y las orientaciones (aspecto del terreno). 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 como se indica en la Tabla 6. Para el desarrollo Santa Helena las rugosidades que predominan son las muy bajas a bajas, con rugosidades altas hacia el cauce de la quebrada Verejones, al sur de este desarrollo.

Tabla 6. Rangos de la rugosidad del terreno (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*

Las formas del terreno que se encuentran en este desarrollo corresponden a un modelado glacial y periglacial, generando una cuesta estructural glaciada, en donde son comunes los conos y lóbulos de gelifracción depositados por flujos torrenciales.

6.4.2. Procesos morfodinámicos

Ni dentro del perímetro del desarrollo Santa Helena ni en su área de influencia se encontraron procesos morfodinámicos relacionados con erosión o movimientos en masa de origen natural; el evento de origen antrópico, referenciado en el Diagnóstico DI - 2059 no fue evidenciado en la visita de campo.

6.5. Cobertura y Uso del Suelo

La cobertura y uso del suelo representa el 15% de la susceptibilidad del terreno a generar movimientos en masa, como se aprecia en la Figura 4.

Sobre el área de Influencia del polígono del desarrollo Santa Helena de la localidad de San Cristóbal, se encuentra que, en una proporción del 56%, presenta una cobertura de áreas abiertas con menos del 50% de pasto, recibiendo una calificación de 6 y las zonas residenciales (zonas

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

habitacionales y accesos en tierra) que representan un 38% del área del polígono con calificaciones entre 2 y 7.

Adicional a esto, sobre el área de influencia pasa la quebrada Verejones en donde se presentan áreas abiertas con más del 75% de cobertura de pastos y bosques, recibiendo una calificación de 4 y 1 respectivamente.

En la Fotografía 4 y en la Fotografía 5 se muestra la mayor parte de la cobertura y uso del suelo del desarrollo Santa Helena.



Fotografía 4. Zonas residenciales y accesos viales sin pavimentar en Santa Helena



Fotografía 5. Vega y Ronda de la quebrada Verejones y áreas abiertas con cobertura de pasto en Santa Helena

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 Santa Helena tiene una susceptibilidad media a baja a generar estos movimientos.

6.7. Detonantes

Tres detonantes de amenaza por movimientos en masa 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 polígono del desarrollo Santa Helena se encuentra en la zona sísmica Depósito de Ladera, cuyo coeficiente de aceleración A_a es $0.22g$.

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

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

Terreno para Diferentes Localidades de Santafé de Bogotá (1998), utilizada y complementada con información reciente para el proyecto de actualización del Plan de Ordenamiento Territorial de Bogotá DC 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, la precipitación en el desarrollo Santa Helena es baja con un período de retorno de lluvia crítica de 25 a 30 años.

En el desarrollo Santa Helena, es posible observar que la mayor parte del polígono (72%) se encuentra sin intervenciones antrópicas, el resto del área de este desarrollo se distribuye en zonas residenciales con deficiencias en el suministro y recolección de aguas (24%), accesos viales sin pavimentar (2%), rellenos antrópicos (1%) y descapotes abandonados (1%).

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 el desarrollo Santa Helena, como se muestra en el mapa del Anexo 2.

Las áreas categorizadas en Amenaza Baja por Movimientos en Masa corresponden a zonas sin evidencias de inestabilidad actual, con pendientes bajas, conformadas por materiales poco susceptibles a movimientos en masa.

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. Si se llegase a presentar algún tipo de falla de la ladera, ésta sería de tipo superficial puesto que los materiales que conforman el lugar del asentamiento del desarrollo Santa Helena corresponden a depositación fluvioglaciaria, de matriz limoarenosa y grandes cantos y bloques de roca arenisca que en general tienen un ángulo de fricción suficientemente alto para evitar fallas profundas.

Finalmente, las áreas categorizadas en Amenaza Alta por Movimientos en Masa corresponden a laderas de pendiente media a muy alta con presencia de movimientos en masa activos y/o procesos erosivos intensos. En el desarrollo Santa Helena no se presenta esta categoría de amenaza. No obstante, cerca de la zona de emplazamiento de este desarrollo, hacia el costado sur, se encuentra la quebrada Verejones. Las condiciones topográficas de su cauce hacen que ésta pueda tener un comportamiento torrencial de gran intensidad, lo cual puede ocasionar erosión o depositación de detritos y escombros (avenidas torrenciales), por lo cual fue categorizada en Amenaza Alta por Avenida Torrencial e Inundación según CT-7004 y CT-7946 del IDIGER.

El Mapa de Amenaza por Movimientos en Masa construido para el desarrollo Santa Helena a escala de trabajo 1:2.000, se muestra en el Anexo 2 de este documento.

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. EVALUACIÓN DE VULNERABILIDAD

Para evaluar la vulnerabilidad por movimientos en masa del desarrollo Santa Helena de la localidad de san Cristóbal, 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, que está orientada a la evaluación de vulnerabilidad física ante las solicitaciones generadas por los diferentes tipos de movimientos en masa, a partir de la identificación y localización de elementos expuestos a ellas 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 física 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.

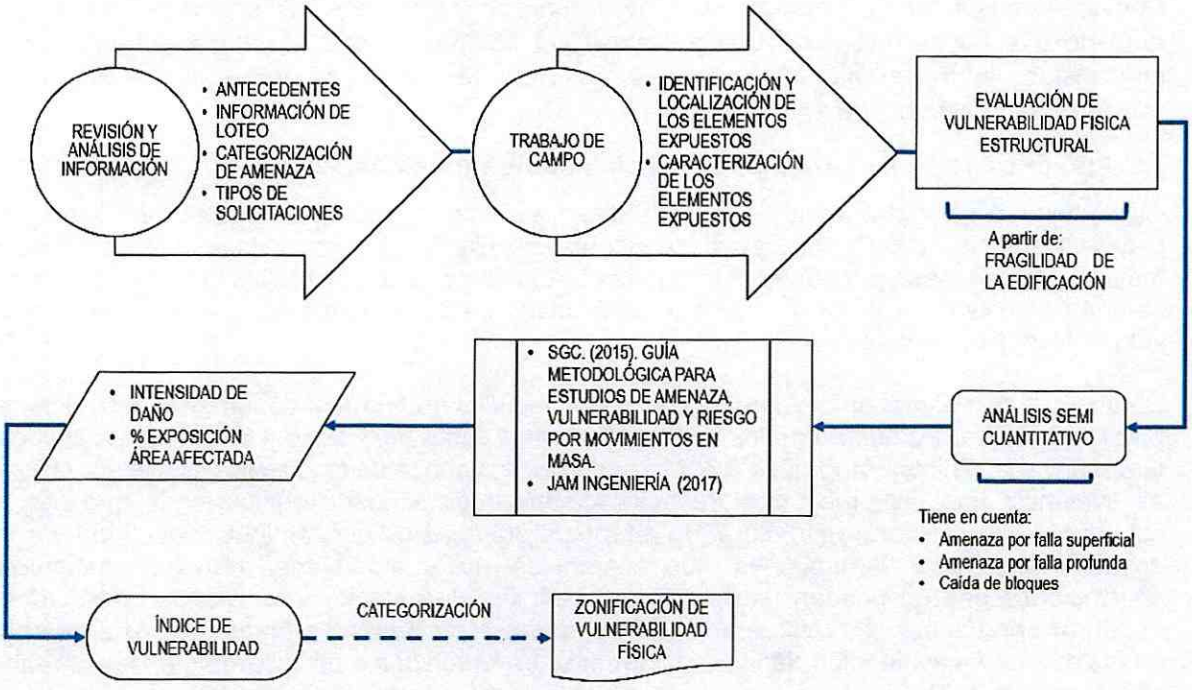


Figura 5. Esquema metodológico para análisis de vulnerabilidad física en zonas de amenaza media y baja por movimientos en masa

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

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 de estudio 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 **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.** de este documento.

7.3. Identificación y localización de los elementos expuestos.

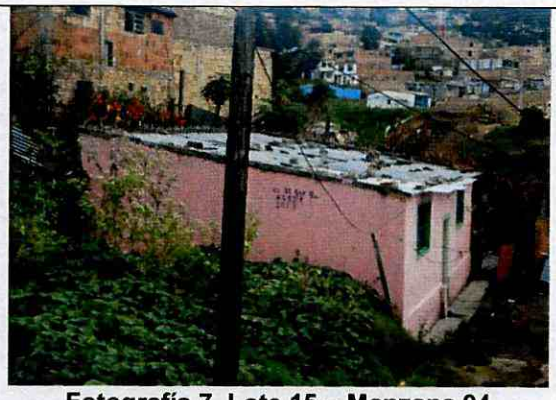
Como insumo para el análisis de vulnerabilidad, se empleó como información primaria la base catastral obtenida del Portal Mapas de Bogotá del IDECA, y la zonificación de amenaza por movimientos en masa referida con anterioridad. Además de esto, se realizó la respectiva visita de campo para la identificación y verificación del estado de las edificaciones con el fin de evaluar la vulnerabilidad de las mismas.

De acuerdo con el reconocimiento de campo, se identificaron para el desarrollo Santa Helena 22 predios de la base catastral de los cuales 16 predios están edificados y 6 vacíos distribuidos en una manzana. En las Fotografías 6 a 9 pueden verse algunos de los predios del sector en donde se evidencia una tipología típica de edificaciones que va desde edificaciones que han sido construidas con sistema estructural de muros cargueros sin confinamiento adecuado y/o que poseen elementos estructurales con materiales no competentes, también encontramos edificaciones que no poseen una estructura definida, de carácter improvisado construidas de materiales precarios o de recuperación. En general se presentan viviendas de hasta tres pisos, en las que no se evidencian daños o deformaciones asociados a movimientos en masa, aunque se presentan daños en acabados y fisuras en juntas asociados principalmente a deficiencias constructivas y asentamientos normales del terreno. Las vías aledañas al sector no evidencian problemática asociada a movimientos del terreno.

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 6. Lote 04 - Manzana 94



Fotografía 7. Lote 15 – Manzana 94



Fotografía 8. Lote 09 – Manzana 94



Fotografía 9. Lote 11 - Manzana 94

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.

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

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

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

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.

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 (por lo cual este factor será entre 0,25 y 0,5), 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 Santa Helena, 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.

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

7.5.2. 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 área afectada de la vivienda con respecto a la amenaza.

Para el desarrollo Santa Helena 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.

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

En función de lo expuesto y los resultados obtenidos, el desarrollo Santa Helena presenta en su mayoría vulnerabilidad Media (88%) y (12%) vulnerabilidad Baja con respecto a las solicitaciones generadas por movimientos en masa.

Como resultado se obtuvo para los 22 predios, que la vulnerabilidad para la falla superficial es baja para dos (2), media para catorce (14) y seis (6) predios se encuentran vacíos por lo que no presentan vulnerabilidad frente a la amenaza. La categorización de vulnerabilidad para los predios del desarrollo Santa Helena se presenta en la Tabla 7.

Tabla 7. Categorización de vulnerabilidad por movimientos en masa en el desarrollo Santa Helena

Manzana	Lote	Vulnerabilidad Falla Superficial
094	004 y 018	BAJA
	009, 010, 011, 013, 015, 019, 020, 021, 023, 024, 025, 027, 028 y 030	MEDIA

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

7.6. 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 Santa Helena.

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 8 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 Santa Helena.

Tabla 8. 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

* 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 la 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 Santa Helena cuentan a nivel predial con una categorización definitiva de RIESGO MEDIO y BAJO, tal como se señala en la Tabla 9.

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 9. Zonas de Riesgo en el Desarrollo Santa Helena

MANZANA	ZONA	LOTE
094	RIESGO MEDIO	009, 010, 011, 013, 015, 019, 020, 021, 023, 024, 025, 027, 028, 030
	RIESGO BAJO	004, 018

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 (Tabla 10).

Tabla 10. Predios no construidos que no presentan condición de Riesgo en el desarrollo Santa Helena

ZONA	MANZANA	LOTE
Lotes Vacíos (LV)	094	012, 014, 016, 017, 022, 026

9. ANALISIS DE RESULTADOS

Teniendo en cuenta la Zonificación de Amenaza y Riesgo detallada anteriormente en el presente documento y resaltando su importancia como producto final para la gestión del territorio, es preciso aclarar las debidas justificaciones basadas en antecedentes históricos y condiciones actuales del desarrollo Santa Helena de la Localidad de San Cristóbal.

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 (incluida la intervención de ronda por viviendas aledañas a las márgenes del cauce de la quebrada Verejones), así como los antecedentes del sector. Luego de la evaluación de los anteriores aspectos, se considera que el desarrollo Santa Helena se encuentra en amenaza media y baja por movimientos en masa. El área aledaña, por donde escurre la quebrada Verejones puede presentar un comportamiento torrencial de gran intensidad, por lo cual fue categorizada en Amenaza Alta por Avenida Torrencial e Inundación según CT-7004 y CT-7946 del IDIGER.

En general predomina la amenaza media, debido a las pendientes moderadas del terreno, combinadas con el material que lo conforma, con un grado medio de susceptibilidad a generación de movimientos en masa. No se presentan procesos morfodinámicos ni dentro del perímetro del desarrollo ni en su área de influencia; no obstante, se llama la atención sobre un posible deterioro en las condiciones de estabilidad en vecindades de la quebrada Verejones y su zona de Ronda la cual no está incluida en el polígono del desarrollo.

En el análisis de vulnerabilidad se pudo determinar que las estructuras predominantes presentes en el desarrollo Santa Helena son de Tipo D (Estructuras con confinamientos deficientes, Tipo E (Estructuras ligeras) y Tipo F (Construcciones simples). En la zona se observaron viviendas de 5

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

a 20 años de edad, entre 1 a 3 pisos, con estado de conservación que va de bueno a Malo, predominando un estado regular de las construcciones puesto que presentan fisuras en juntas y acabados los cuales están relacionados directamente con deficiencias constructivas, estado de conservación, asentamiento normal de la estructura y no a movimientos en masa. La combinación de estos factores (tipo de estructura, altura y edad) hacen que la mayoría de las viviendas de Sector Santa Helena, presenten una fragilidad estructural media a 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 Santa Helena 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 movimientos en masa activos en la zona 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 **Santa Helena** de la localidad de San Cristóbal, 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 **Santa Helena** de la localidad de San Cristóbal se encuentra localizado en una zona categorizada en amenaza 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 y 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 sobre depósitos fluvioglaciares de la Formación Río Siecha y en donde localmente se exhiben algunos rellenos antrópicos:

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 rellenos 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".

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 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

11. OBSERVACIONES

Los resultados y recomendaciones incluidas en el presente concepto técnico se realizaron para el proceso de legalización del desarrollo **Santa Helena** 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.

Este concepto técnico es de carácter temporal, puesto que el factor antrópico es una variable determinante en el sector y éste es dinámico y muy sensible al cambio. Adicional a lo anterior, en algunos sectores los procesos de urbanismo enmascaran los posibles procesos morfodinámicos de movimientos en masa.

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

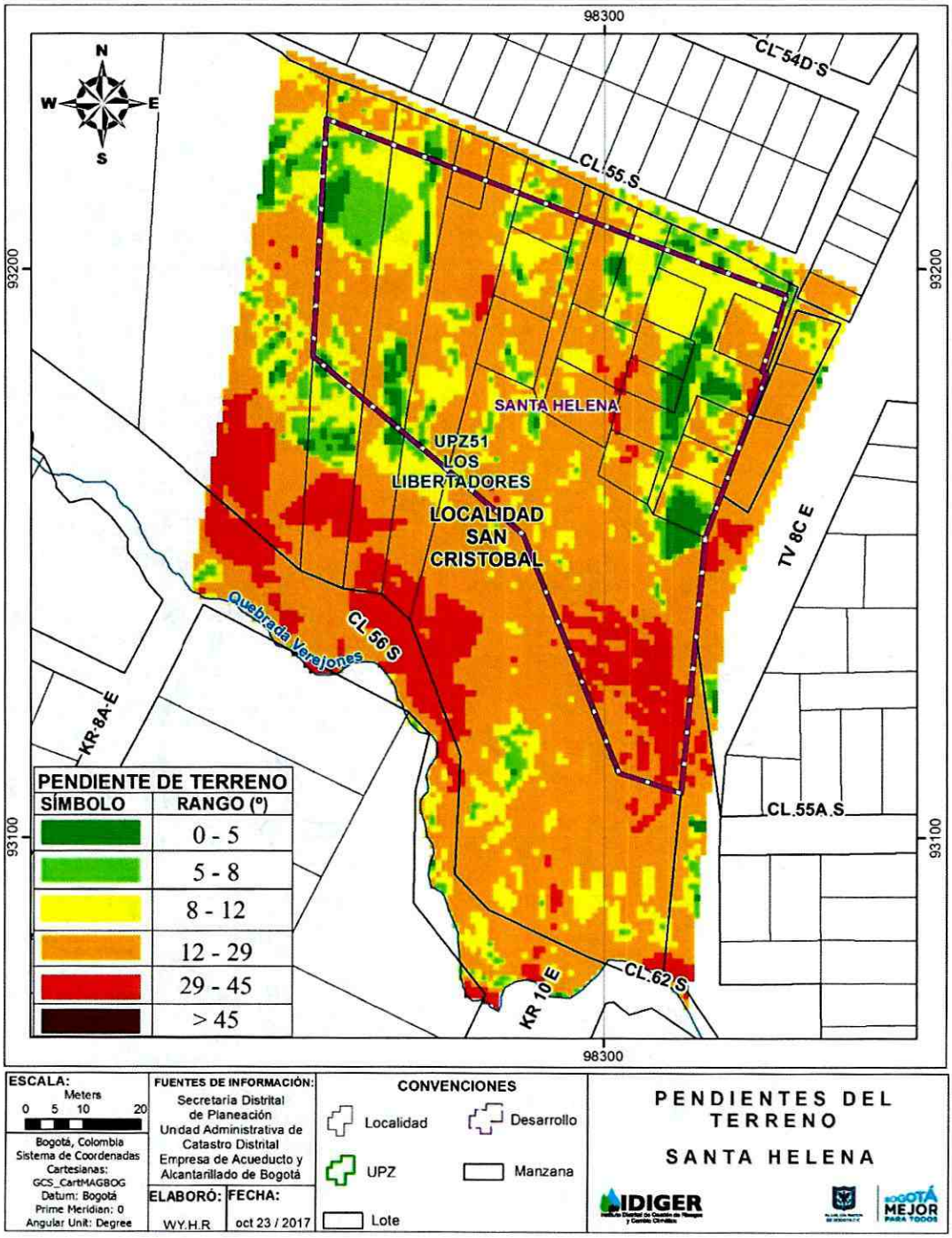
Los siguientes anexos se incluyen en el presente concepto técnico para el proceso de legalización del desarrollo Santa Helena:

Anexo 1. Mapa de Pendientes del desarrollo Santa Helena
Anexo 2. Mapa de Amenaza por Movimientos en Masa desarrollo Santa Helena
Anexo 3. Mapa de Vulnerabilidad por Movimientos en Masa desarrollo Santa Helena
Anexo 4. Mapa de Riesgo por Movimientos en Masa desarrollo Santa Helena

13. APROBACIONES

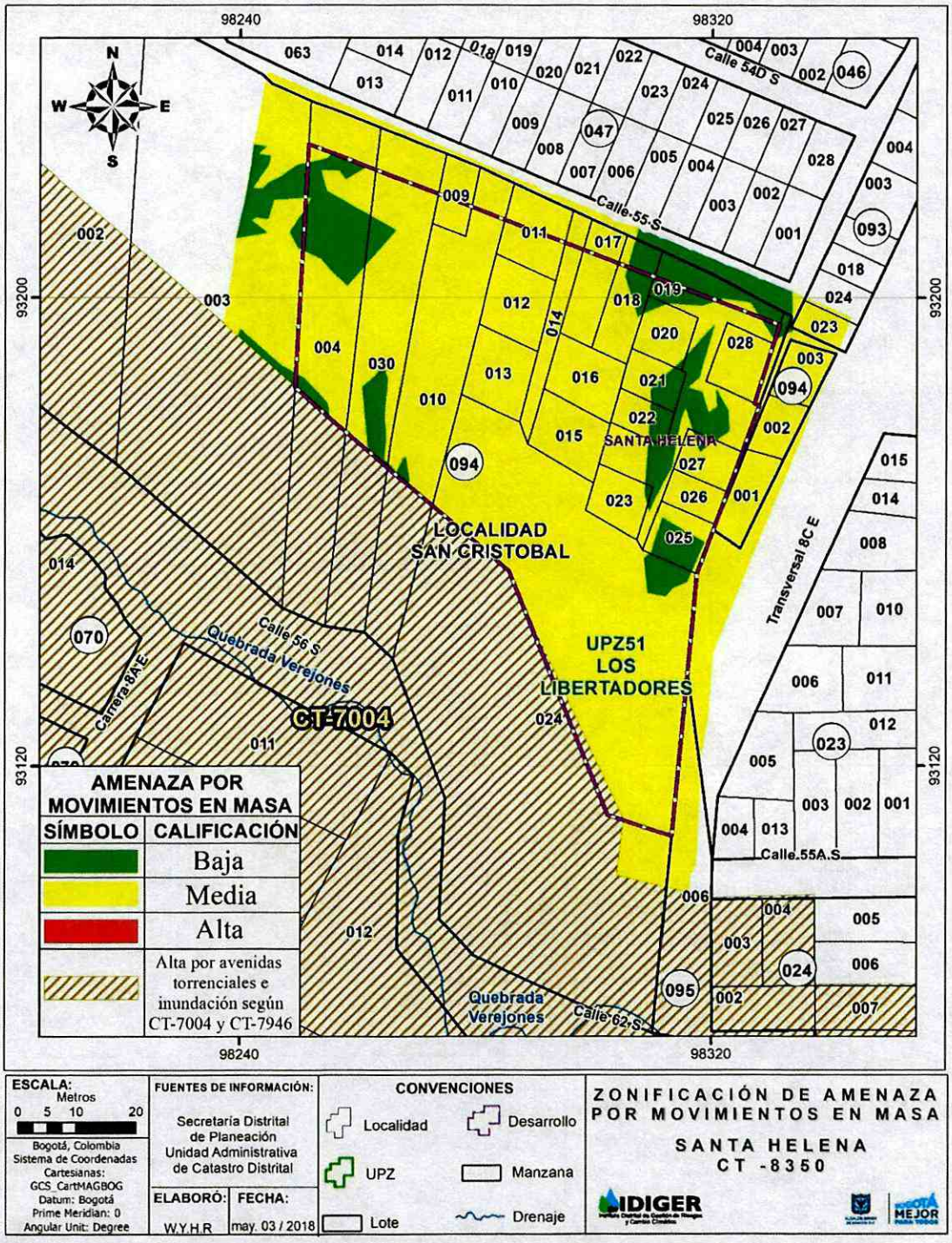
13.1 Elaboró y Revisó	13.2 Elaboró
OSCAR IVÁN CHAPARRO FAJARDO Ingeniero Civil Magister en Ingeniería - Geotecnia M.P. 2520278485 CND	**VALERIA CARDONA MOLINA** Geóloga Especialista en Prevención, Atención y Reducción de Desastres M. P. 4135 CPG
Profesional de Conceptos para Planificación Territorial	*Profesional de Conceptos para Planificación Territorial*
13.3 Revisó	**13.4 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



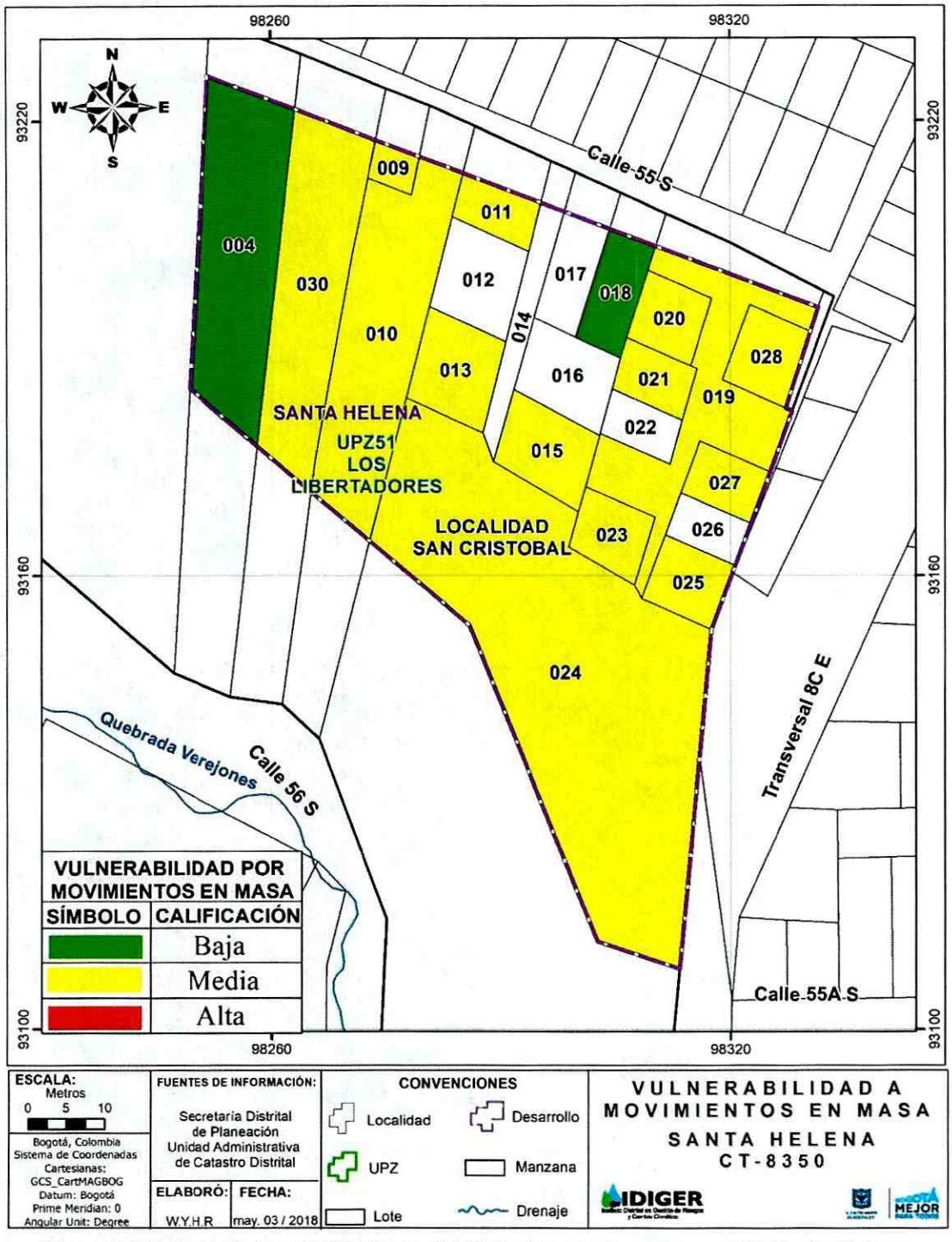
Anexo 1. Mapa de Pendientes del desarrollo Santa Helena

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



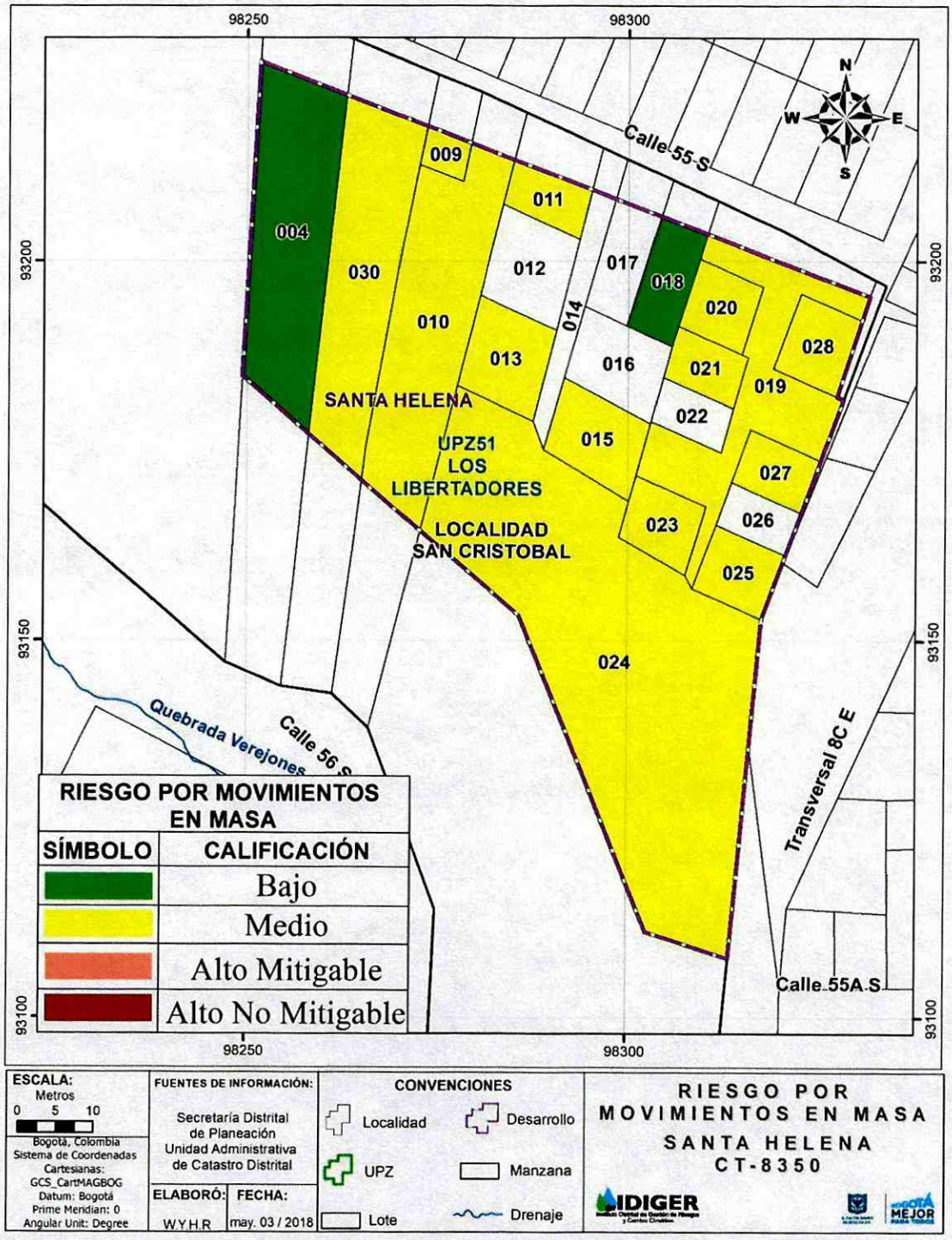
Anexo 2. Mapa de Amenaza por Movimientos en Masa desarrollo Santa Helena.

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 Santa Helena.

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 Movimientos en Masa desarrollo Santa Helena