1 INFORMACIÓN DE REFERENCIA

1.1 CONCEPTO TÉCNICO No. CT:	**CT-8349**
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-29335**

2 INFORMACIÓN GENERAL

2.1 SOLICITANTE:	Secretaría Distrital de Hábitat
2.2 LOCALIDAD:	11. Suba
2.3 UPZ/UPR:	27. Suba
2.4 BARRIO:	Predio La Toma (Alto de La Toma Parte Restante)
2.5 ÁREA (ha):	0.23
2.6 FECHA DE VISITA:	18 de octubre de 2017 – Visita evaluación de amenaza 06 de diciembre de 2017 – Visita evaluación de vulnerabilidad
2.7 FECHA DE ELABORACIÓN	20 de marzo 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 Predio La Toma (Alto de La Toma Parte Restante) de la localidad de Suba 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 Predio La Toma (Alto de La Toma Parte Restante), 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 Predio La Toma (Alto de La Toma Parte Restante), 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 Predio La Toma (Alto de La Toma Parte Restante) se ubica dentro de la Localidad de Suba. Este desarrollo tiene un área de 0.23 ha, y se localiza en la UPZ Suba. El acceso a la zona donde se localiza el desarrollo se realiza por la avenida transversal de Suba a la altura de la carrera 91 hasta llegara a la calle 147B tomando el sentido occidente-oriente hasta llegar a la carrera 86B.

El desarrollo Predio La Toma (Alto de La Toma Parte Restante) se encuentra delimitado aproximadamente entre las siguientes coordenadas cartesianas (Tabla 1):

Tabla 1. Coordenadas aproximadas para el desarrollo Predio La Toma (Alto de La Toma Parte Restante), localidad de Suba.

Norte	115.975	a	116.045
Este	99.525	a	99.590

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

Los límites del desarrollo son los siguientes sectores catastrales:

Norte: Tuna Alta.
Sur: Altos de Chozica.
Oriente: Suba Cerros.
Occidente: Las Flores.

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 Predio La Toma (Alto de La Toma Parte Restante) suministrada por la Unidad Administrativa Especial de Catastro Distrital – UAECD, 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 una (01) manzana y veinte (20) 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. Distribución de predios por manzana en el desarrollo Predio La Toma (Alto de La Toma Parte Restante) según base predial IDECA.

Manzana	Número de Predios	Predios
049	20	016, 019 a 023, 025 a 029, 031 a 034, 038 a 042

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 urbanístico de Predio La Toma (Alto de la Toma Parte Restante) está inscrito en un polígono en forma de "L" y su vía de acceso es la Carrera 86 con Calle 147. El desarrollo es de uso residencial y con base en la inspección visual realizada, algunas de las vías que circunscriben este desarrollo cuentan con estructura de pavimento y estructuras para el manejo de aguas lluvias, mientras que otras de las vías del desarrollo se encuentran sin pavimentar. El desarrollo está conformado por edificaciones construidas en mampostería semi confinada o sin ningún tipo de confinamiento, así como algunas que no tienen un sistema estructural definido y viviendas prefabricadas. (Fotografía 1).

4.2 Hidrografía

El desarrollo Predio La Toma (Alto de la Toma Parte Restante) se encuentra en la subcuenca sanitaria Interceptor Las Mercedes. Hidrográficamente, por el costado suroccidental del desarrollo se encuentra el humedal Juan Amarillo a 2 km de distancia aproximadamente. Este desarrollo no está dentro de Zona de Manejo y Preservación Ambiental (ZMPA), ni en zona de amenaza por avenida torrencial.

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

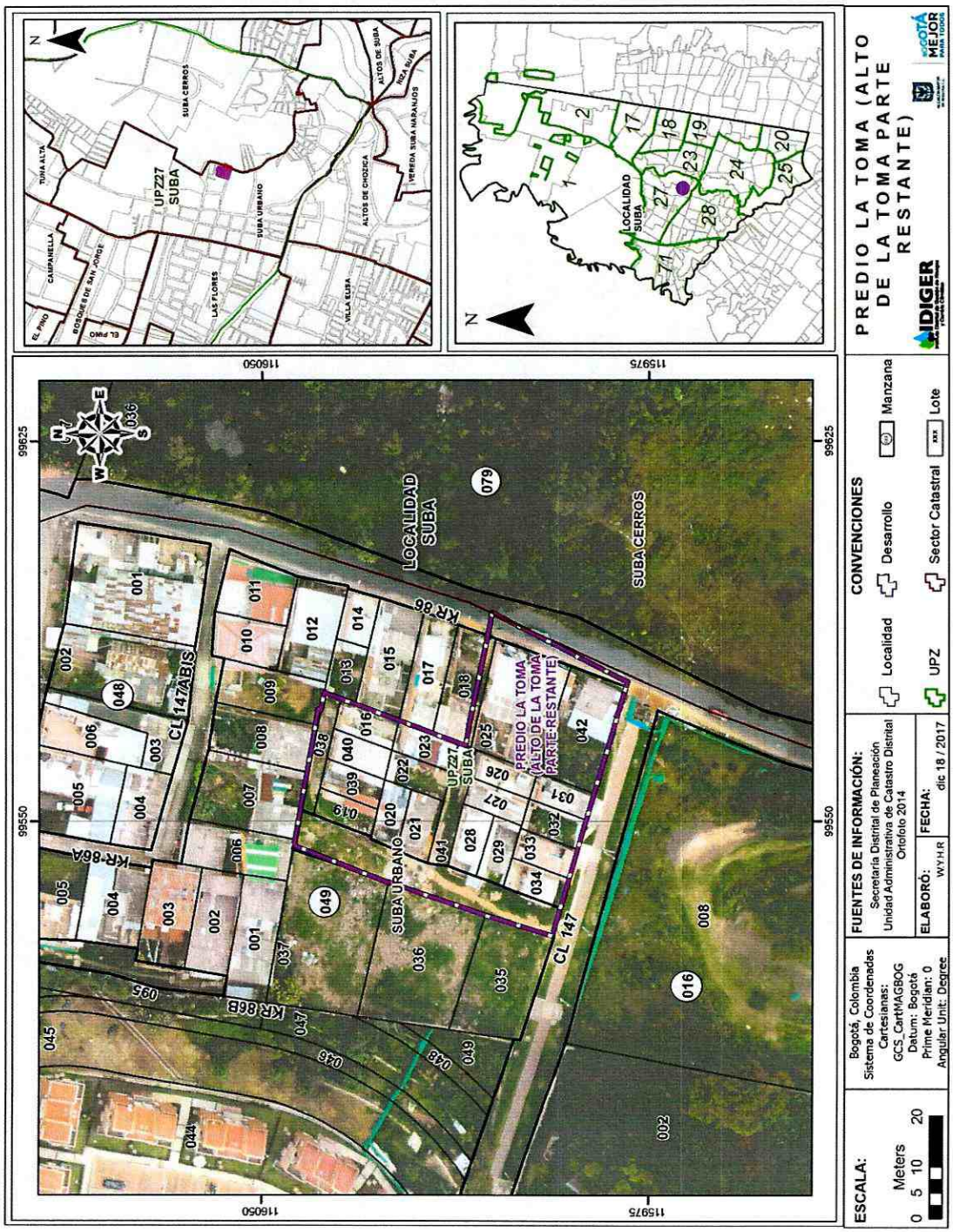
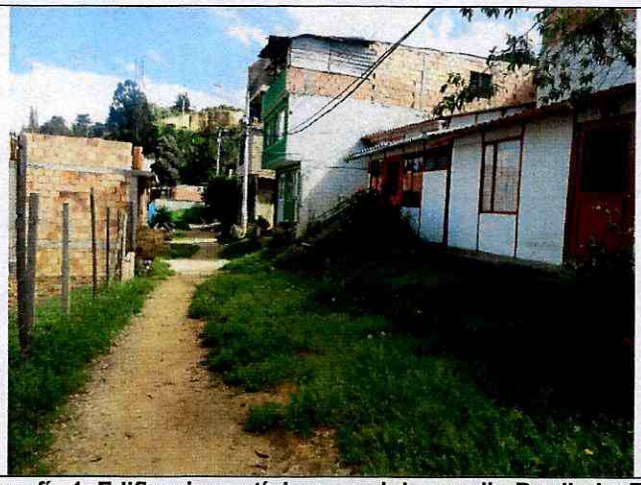


Figura 1. Localización general del desarrollo Predio La Toma (Alto de La Toma Parte Restante), Localidad de Suba

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 Predio La Toma (Alto La Toma Parte Restante)

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 Predio La Toma (Alto de La Toma Parte Restante), de la localidad de Suba, el cual se encuentra en una zona de amenaza media y alta 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 Predio La Toma (Alto de la Toma Parte Restante), en el Sistema de Información para la Gestión de Riesgos y Cambio Climático (SIRE), encontrándose que el IDIGER ha actuado de la siguiente forma:

- En el Concepto Técnico CT-3522 de septiembre del 2000, mediante el cual se determina el nivel de riesgo del barrio Casa Blanca Sector Bella Vista, se recomienda prolongar en la manzana E la obra de estabilización que existe en el talud de la manzana G. Adicionalmente, se recomienda adelantar medidas de protección y control, tendientes a mejorar las condiciones de estabilidad del entorno físico, estas medidas contemplan obras de control de erosión, de recuperación morfológica de cortes y obras de infraestructura como por ejemplo la implementación de redes de acueducto y alcantarillado para evitar que continúe el deterioro del 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

- Mediante la atención del evento registrado en el Diagnóstico Técnico DI-6359, se realizó la inspección visual y evaluación cualitativa de las condiciones de estabilidad de la vivienda emplazada en los predios de la Carrera 86B # 147A-56, la Carrera 86B # 147A-62 y la Carrera 86B # 147A-70, barrio Alto de la Toma de la localidad de Suba y del terreno en general. Se Recomendó la evacuación temporal y preventiva mediante acta No. 4283 del 23 de Marzo de 2012 para el predio de la Carrera 86B # 147A-56 barrio Alto de la Toma de la localidad de Suba, hasta tanto se garanticen condiciones de estabilidad de la Carrera 86B entre calles 147A y 147B y por ende condiciones seguras para el ingreso al inmueble.

  Durante la atención del mismo evento, se Recomendó la evacuación temporal y preventiva mediante acta No. 4284 del 23 de Marzo de 2012 para el predio de la Carrera 86B # 147A-62 barrio Alto de la Toma de la localidad de Suba, hasta tanto se garanticen condiciones de estabilidad de la Carrera 86B entre calles 147A y 147B y por ende condiciones seguras para el ingreso al inmueble.

Se concluye que en vecindades del sector donde se emplaza el desarrollo Predio La Toma (Alto de La Toma Parte Restante), se han reportado eventos relacionados con movimientos en masa que han amenazado la estabilidad o habitabilidad de las viviendas cercanas al desarrollo, Sin embargo, durante las visitas realizadas en octubre y diciembre de 2017, se pudo evidenciar la recuperación que desde el punto de vista ha tenido el desarrollo en relación al manejo de aguas servidas que se traduce en un mejoramiento de las condiciones de estabilidad del terreno en la zona.

El proceso de inestabilidad registrado en el DI-6359, actualmente se encuentra con evidencia de avance retrogresivo, debido a que no han sido implementadas las recomendaciones establecidas en dicho diagnóstico, relacionadas con la obra de contención y estabilización del talud comprometido en el proceso. Es importante tener en cuenta que este proceso no afecta la estabilidad o habitabilidad del desarrollo Predio La Toma (Alto de La Toma Parte Restante), ya que se localización se encuentra aproximadamente a 50 m en sentido nor-occidental, tal y como se presenta en la Figura 3 (DI-6359).

En la Tabla 3 se compilan los documentos emitidos por IDIGER en los alrededores de la localización del desarrollo Predio La Toma (Alto de La Toma Parte Restante), 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 Predio La Toma (Alto de La Toma Parte Restante), de la localidad de Suba, se realizó visita técnica los días 18 de octubre y 6 de diciembre 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 y Diagnósticos Técnicos emitidos por el IDIGER en el área de influencia al desarrollo Predio La Toma (Alto de La Toma Parte Restante)

DOCUMENTO	LOCALIZACIÓN	DESCRIPCIÓN
CT – 3522 septiembre 14 del 2000	Casa Blanca Sector Bella Vista Norte: 115.600 a 15.800 Este: 99.900 a 100.050	El documento determina el nivel de riesgo del barrio Casa Blanca Sector Bella Vista, a partir de los resultados obtenidos del estudio que adelanto la DPAE hoy IDIGER llamado "Zonificación de Riesgo por inestabilidad del terreno para diferentes localidades en la ciudad de Santa Fe de Bogotá D.C.", realizado por la firma IGEOCIM Ltda. Bajo el contrato de consultoría No. 1314-107-97. El documento presenta bajo zonas de amenaza alta por movimientos en masa la manzana C (lotes 2, 4 y 5) y manzana G (lote 10) y la zona verde del barrio. Para los demás sectores del desarrollo, el documento indica que los predios se encuentran en zona de amenaza media por movimientos en masa. Los procesos que se presentan o le confieren dichas condiciones de amenaza corresponden a deslizamientos y desprendimientos de bloques, adicionalmente se menciona como factor contribuyente y detonante de los procesos la carencia de un buen manejo de aguas lluvias.
DI – 6359 marzo 23 de 2012	Carrera 86B # 147A-56/62/70 y Carrera 89 # 147-14	Se presenta el colapso parcial de un muro que cumplía la función de confinamiento y protección de un talud de corte y relleno localizado sobre el costado oriental del predio con nomenclatura Carrera 89 # 147-14. Dicho colapso se presentó en una longitud de aproximadamente 3m, ocasionando el desconfinamiento del material que conformaba el talud, movilizando un volumen de aproximadamente 6m³ de capa vegetal y limo orgánico, los cuales se depositaron hacia la parte baja del talud. Así mismo el colapso parcial del muro anteriormente mencionado, detonó un proceso de remoción en masa de carácter local, caracterizado por la presencia de una grieta de tracción hacia la corona del talud, con una longitud de aproximadamente 12m y una abertura cercana a los 2cm, reflejando un escarpe de aproximadamente 15cm de altura.

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

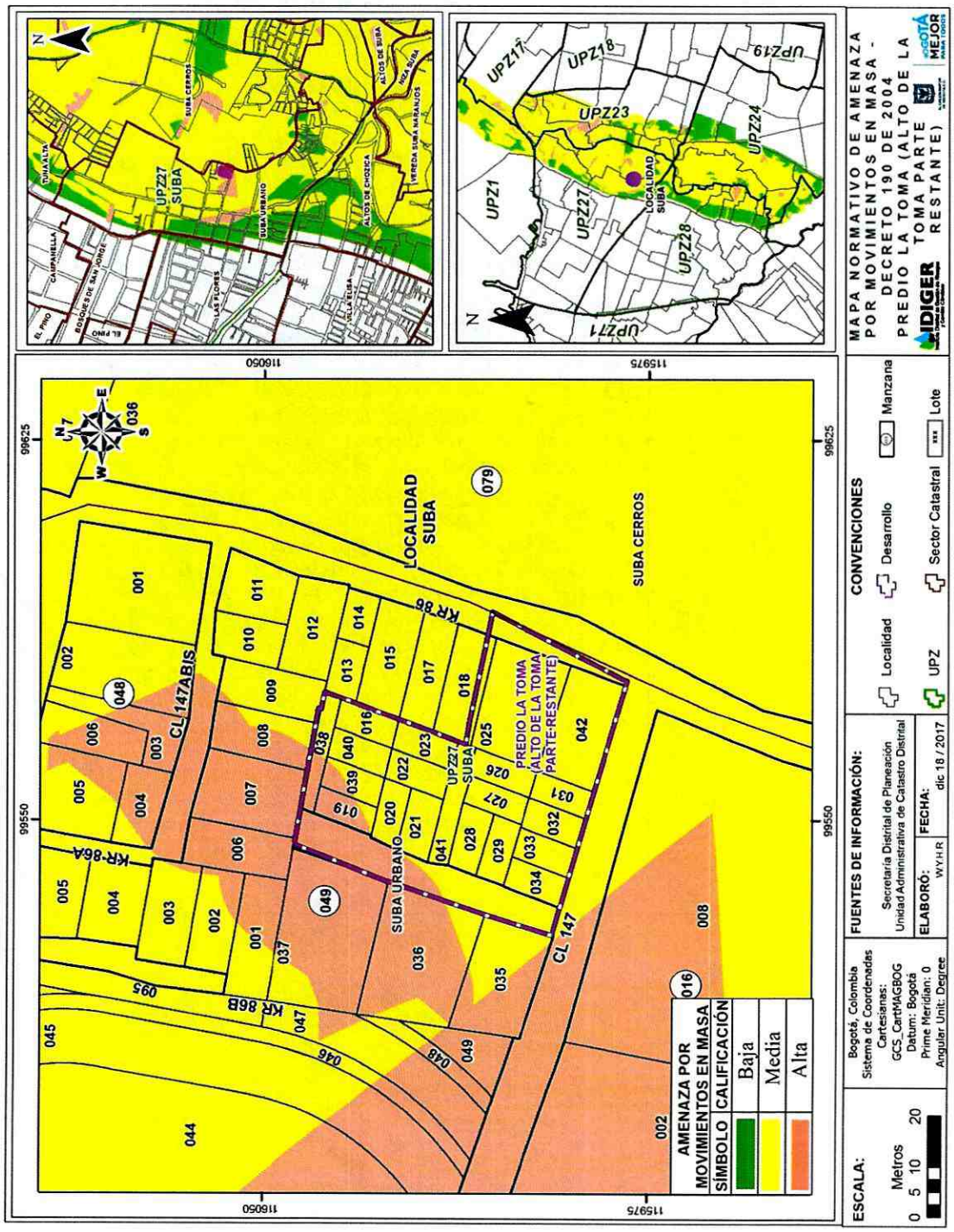


Figura 2. Localización general del polígono de estudio perteneciente al desarrollo Predio La Toma (Alto de La Toma Parte Restante, Zonificación de Amenaza por Procesos de Remoción en Masa de acuerdo con el plano normativo del POT 2004.

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

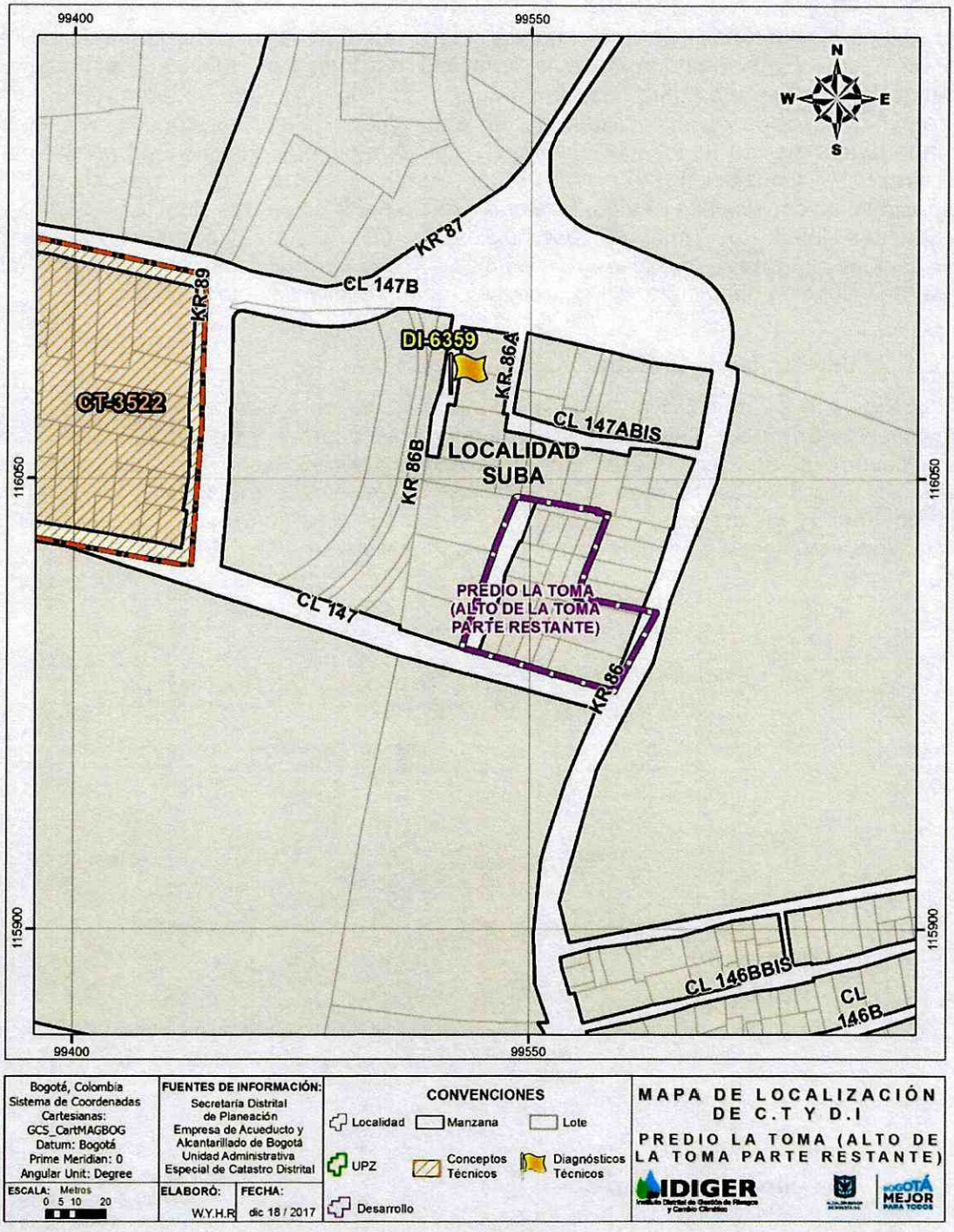


Figura 3. Localización de conceptos y diagnósticos técnicos generados por el IDIGER en el área de influencia al polígono que conforma el desarrollo objeto de estudio.

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

6 EVALUACIÓN DE AMENAZA

Para evaluar la amenaza por movimientos en masa del desarrollo Predio La Toma (Alto de La Toma Parte Restante), de la localidad de Suba, 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.

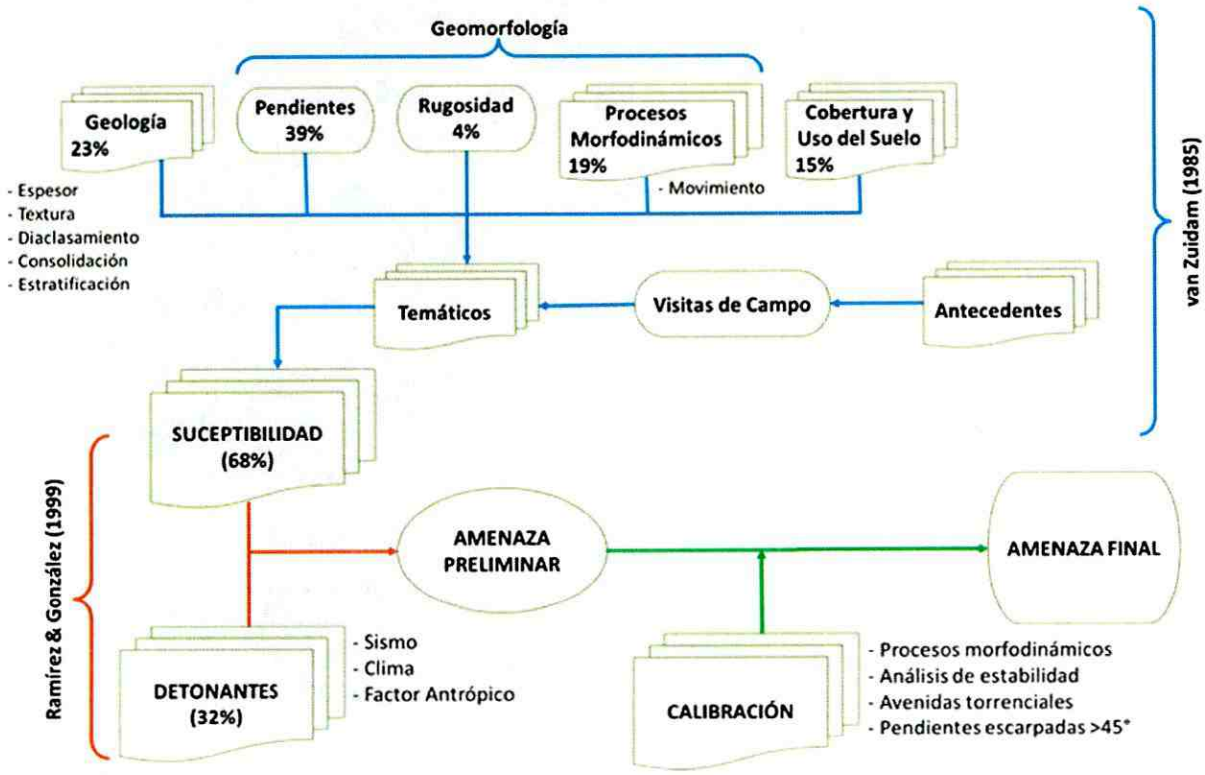


Figura 4. Flujo de trabajo para determinar la amenaza por movimientos en masa

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, precipitación y 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
De = Detonantes

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 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 Predio La Toma (Alto de La Toma Parte Restante)

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 Predio La Toma se encuentra localizado hacia el flanco occidental del Sinclinal de Suba sobre la Formación Guaduas, localmente presenta rellenos antrópicos para la conformación de las vías. En el área de influencia presenta un depósito de deslizamiento. Las unidades litoestratigráficas identificadas con propósitos cartográficos se describen a continuación.

6.3.1 Formación Guaduas (Kpgg):

Arcillolitas en estratificación gruesa, colores gris claro y abigarrados, con intercalaciones de areniscas grano medio a fino, en capas delgadas con estratificación ondulada y limolitas (calificación textura: 13). En la ladera del área de estudio la roca se presenta muy fracturada (calificación diaclasamiento: 33) y a su vez se localiza sobre el flanco oeste del Sinclinal de Suba en una ladera estructural en contrapendiente (calificación disposición a la estratificación: 33).



Fotografía 2. Afloramiento de la Formación Guaduas

6.3.2 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).

6.3.3 Depósitos de Deslizamiento (Ddmi):

Depósito sin compactación (calificación de consolidación: 33) con un espesor de 0 a 1 m (calificación espesor: 10), compuesto principalmente de material vegetal y limos y arcillas

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 la Formación Guaduas (calificación textura: 27). Este depósito se encuentra localizado a favor de la pendiente de la ladera (calificación disposición de la estratificación: 50).

6.4 Geología Estructural

Sinclinal de Suba: El eje de esta estructura tiene un rumbo aproximado de N30E, está conformado por las rocas de la Formación Guaduas y presenta buzamientos suaves (entre 0 y 25°). El polígono se encuentra a 30 metros del eje de la estructura hacia el flanco occidental.

6.5 Geomorfología

El énfasis geomorfológico para la determinación de la susceptibilidad a los movimientos en masa de las laderas del desarrollo Predio La Toma (Alto de La Toma Parte Restante), 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 que éstas tienen. A continuación, se describen esos ítems.

6.5.1 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 Predio La Toma (Alto de La Toma Parte Restante), 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 Predio La Toma (Alto de La Toma Parte Restante), las rugosidades que predominan son muy bajas a nulas. La calificación de la rugosidad se realiza con base con la siguiente tabla.

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 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

6.5.2 Procesos Morfodinámicos:

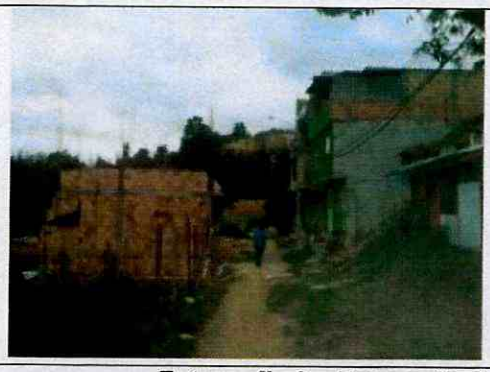
En las visitas de campo realizadas en la zona y del área que abarca el desarrollo en proceso de legalización, no se identificaron procesos morfodinámicos o de movimientos en masa activos al interior del desarrollo, sin embargo, en el área de influencia se presenta un proceso tipo deslizamiento con superficie de falla rotacional de carácter local, caracterizado por la presencia de una grieta de tracción hacia la corona del talud cuya altura es del orden de los 3 m, con una longitud de aproximadamente 12 m. La localización de dicho proceso se muestra en la Figura 3 donde se registra el DI-6359.

6.6 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 Predio La Toma (Alto de La Toma Parte Restante), se presentan las unidades que se describen a continuación.

6.6.1 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 6,63% del área del desarrollo y la calificación para uso y cobertura es 4.





Fotografía 3 y Fotografía 4. Accesos peatonales en grava

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

6.6.2 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 3,59% del área del desarrollo y la calificación para uso y cobertura es 1.





Fotografía 5 y Fotografía 6. Accesos peatonales pavimentados ubicada en el costado occidental del desarrollo

6.6.3 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 Predio La Toma (Alto de La Toma Parte Restante) 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 1,50% del área del desarrollo y la calificación para uso y cobertura es 1.





Fotografía 7 y Fotografía 8. Accesos vehiculares pavimentados

6.6.4 Áreas abiertas con cobertura de pasto:

Son aquellas áreas que presentan cobertura vegetal (pasto), En el desarrollo Predio La Toma (Alto de La Toma Parte Restante) se presenta esta unidad para las categorías definidas en la metodología, cuya área se presenta en la Tabla 7. En estas áreas la

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

infiltración se considera alta.

Tabla 7. Categorías y porcentaje de áreas abiertas con cobertura de pasto

Categoría	Área (m2)	Porcentaje respecto al área del desarrollo	Calificación
Áreas abiertas, entre el 50% y el 75% de cobertura de pasto	173	7,39%	4
Áreas abiertas, mayor al 75% de cobertura de pasto	174	7,44%	2
Áreas abiertas, menor al 50% de cobertura de pasto	235	10,05%	6





Fotografía 9 y Fotografía 10. Áreas abiertas con cobertura de pasto

6.6.5 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 Predio La Toma (Alto de La Toma Parte Restante) se presenta esta unidad para las categorías definidas en la metodología, cuya área se presenta en la Tabla 8. En estas áreas la infiltración se considera muy baja a nula.

Tabla 8. Categorías y porcentaje de área para áreas residenciales

Categoría	Área (m2)	Porcentaje respecto al área del desarrollo	Calificación
Áreas residenciales entre 1350 m^2 y 2025 m^2	537	22,96%	1
Áreas residenciales entre 506 m^2 y 1012 m^2	945	40,41%	2

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 11 y Fotografía 12. Áreas residenciales

6.7 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, los resultados obtenidos para el álgebra de mapas, categorizan la susceptibilidad para el desarrollo Predio La Toma (Alto de La Toma Parte Restante), en una susceptibilidad media a baja a generar estos movimientos.

6.8 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 Predio La Toma (Alto de La Toma Parte Restante), se encuentra en la zona sísmica cerros, cuyo coeficiente de aceleración A_0 es: 0,18g. (La calificación para detonante por sismo es 6,8).

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), 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).

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 relación al factor antrópico, para el desarrollo Predio La Toma (Alto de La Toma Parte Restante), como unidad predominante se tienen las Zonas urbanas de uso principalmente residencial con redes de acueducto oficial y con redes de alcantarillado oficial, la cual ocupa el 63,38% del área del desarrollo y la calificación para detonante por factor antrópico para esta unidad es 2,3. La segunda unidad más representativa en área corresponde a Zonas sin intervención antrópica, con un 21,30%, la calificación para detonante por factor antrópico de esta unidad es cero (0). La unidad de menor área corresponde a Descapote abandonado, que ocupan un 3,59% del desarrollo, la calificación para detonante por factor antrópico de esta unidad es 5,1.

6.9 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 6.8), se realiza la categorización de amenaza para los predios del desarrollo Predio La Toma (Alto de La Toma Parte Restante).

Las áreas categorizadas en Amenaza Baja por Movimientos en Masa corresponden a laderas sin evidencias de inestabilidad actual, con pendientes de bajas a medias, 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 de moderada a alta 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 y deslizamientos 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 activos o antiguos y/o procesos erosivos intensos. Al interior del polígono que enmarca el desarrollo Predio La Toma (Alto de La Toma Parte Restante), no se presenta esta categoría de amenaza.

El Mapa de Amenaza por Movimientos en Masa construido para el desarrollo Predio La Toma (Alto de La Toma Parte Restante), 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 Predio La Toma (Alto de La Toma Parte Restante) de la localidad de Suba 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 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 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.

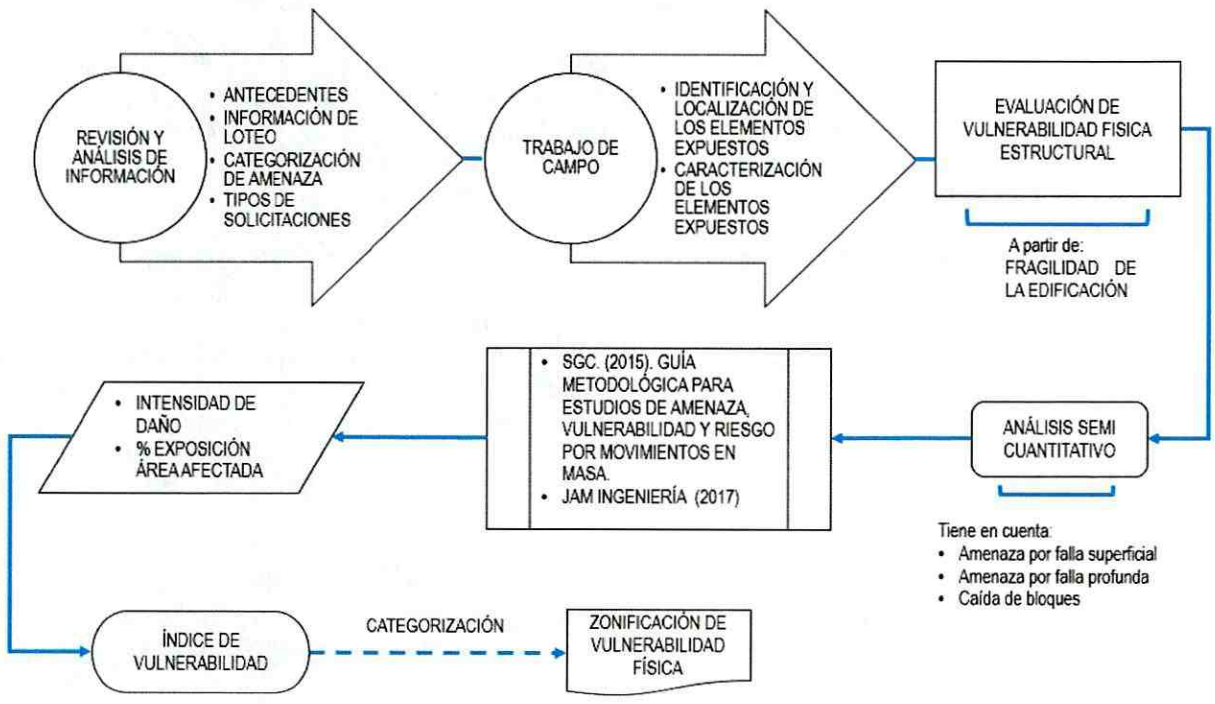


Figura 5. Esquema metodológico para análisis de vulnerabilidad física en zonas de amenaza media y baja por movimientos en masa

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 6.9 de este documento.

7.3. Identificación y localización de los elementos expuestos.

Como insumo para el análisis de vulnerabilidad, se empleó 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 **9** 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 9. Correspondencia Nomenclatura Base Catastral - Concepto

MANZANA	PREDIO(CATASTRO IDECA)	NOMENCLATURA(CONCEPTO)**
049	016	016A, 016B
	019 a 023	019 a 023
	025 a 029	025 a 029
	031 a 034	031 a 034
	038	038
	039	039A, 039B
	040 a 042	040 a 042

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. La cartografía de amenaza se presenta en la base catastral consultada.

De acuerdo con el reconocimiento de campo, se identificaron para el desarrollo Predio La Toma (Alto la Toma Parte Restante), 19 edificaciones. En las Fotografías 13 a 16 pueden verse algunos de los predios del sector en donde se evidencia una tipología típica de edificaciones construidas con muros de mampostería sin confinamiento adecuado y otras construidas en material de recuperación. Se presentan viviendas de hasta cuatro pisos en las que no se evidencian daños asociados a movimientos en masa, puesto que los daños que se observaron están asociados a deficiencias constructivas.



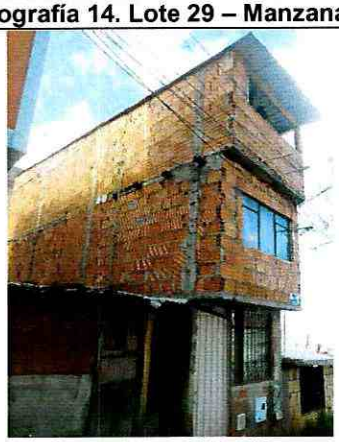
Fotografía 13. Lote 21 - Manzana 49



Fotografía 14. Lote 29 – Manzana 49



Fotografía 15. Lote 39A – Manzana 49



Fotografía 16. Lote 39B - Manzana 49

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

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

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 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

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

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.

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, 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 Predio La Toma (Alto la Toma Parte Restante) se tienen viviendas de aproximadamente 15 años de construcción.

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 Predio La Toma (Alto la Toma Parte Restante) 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 Predio La Toma (Alto la Toma Parte Restante) presenta en un 50% vulnerabilidad baja con respecto a las solicitaciones generadas por movimientos en masa.

Como resultado se obtuvo para la zona de estudio que la vulnerabilidad por movimientos en masa para falla superficial es baja en 10 edificaciones y media en 9. Por otra parte se pudo identificar 3 predios catastrales sin edificaciones, que no tiene zonificación por vulnerabilidad. La categorización de vulnerabilidad para los predios del desarrollo Predio La Toma (Alto la Toma Parte Restante), se presenta en la Tabla 10.

Tabla 10. Categorización de vulnerabilidad por movimientos en masa en el desarrollo Predio La Toma (Alto la Toma Parte Restante)

Manzana	Lote (Nomenclatura Concepto)	Vulnerabilidad Falla Superficial
049	016A, 019, 023, 025, 026, 028, 031, 034, 042	MEDIA
	016B, 020, 021, 027, 029, 032, 033, 039A, 039B, 040	BAJA

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 Predio La Toma (Alto de la Toma Parte Restante).

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 11 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 Predio La Toma (Alto la Toma Parte Restante).

Tabla 11. 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 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 Predio La Toma (Alto la Toma Parte Restante) cuentan a nivel predial con una categorización definitiva de RIESGO MEDIO y BAJO, tal como se señala en la Tabla 12.

Tabla 12. Zonas de Riesgo en el Desarrollo Predio La Toma (Alto la Toma Parte Restante)

Manzana	Lote (Nomenclatura Concepto)	Zona de Riesgo
049	016A, 016B,019, 020, 021, 023, 025, 026, 028, 029, 031, 032, 034, 039B, 042	MEDIO
	027, 033, 039A, 40	BAJO

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 13).

Tabla 13. Predios no construidos que no presentan condición de Riesgo en el desarrollo Predio La Toma (Alto la Toma Parte Restante)

ZONA	MANZANA	Lote (Nomenclatura Concepto)
Lotes Vacíos (LV)	049	022, 038, 041

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 Predio La Toma (Alto de La Toma Parte Restante), se encuentra en amenaza 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.

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

Los potenciales procesos de inestabilidad en el terreno, corresponden a flujos y deslizamientos 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 Predio La Toma (Alto de la Toma Parte Restante) son de tipo D (Estructuras con confinamiento deficiente), de tipo E (Estructuras ligeras) y de tipo F (Construcciones simples), las cuales representan un factor desfavorable en el análisis. En la zona se observaron viviendas de aproximadamente 15 años de edad 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, altura, edad) hacen que la mayoría de las viviendas de Predio La Toma (Alto de la Toma Parte Restante) 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 Predio La Toma (Alto de la Toma Parte Restante) 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 **Predio La Toma (Alto de La Toma Parte Restante)**, 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 **Predio La Toma (Alto de La Toma Parte Restante),** de la localidad de Suba 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).

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

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; dichas zonas fueron adecuadas localmente con rellenos antrópicos, sobre suelos residuales de la Formación Guaduas:

- 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 Predio La Toma (Alto de La Toma Parte Restante), 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 Predio La Toma (Alto de La Toma Parte Restante).**

Anexo 2. Mapa de amenaza por Movimientos en Masa **Desarrollo Predio La Toma (Alto de La Toma Parte Restante).**

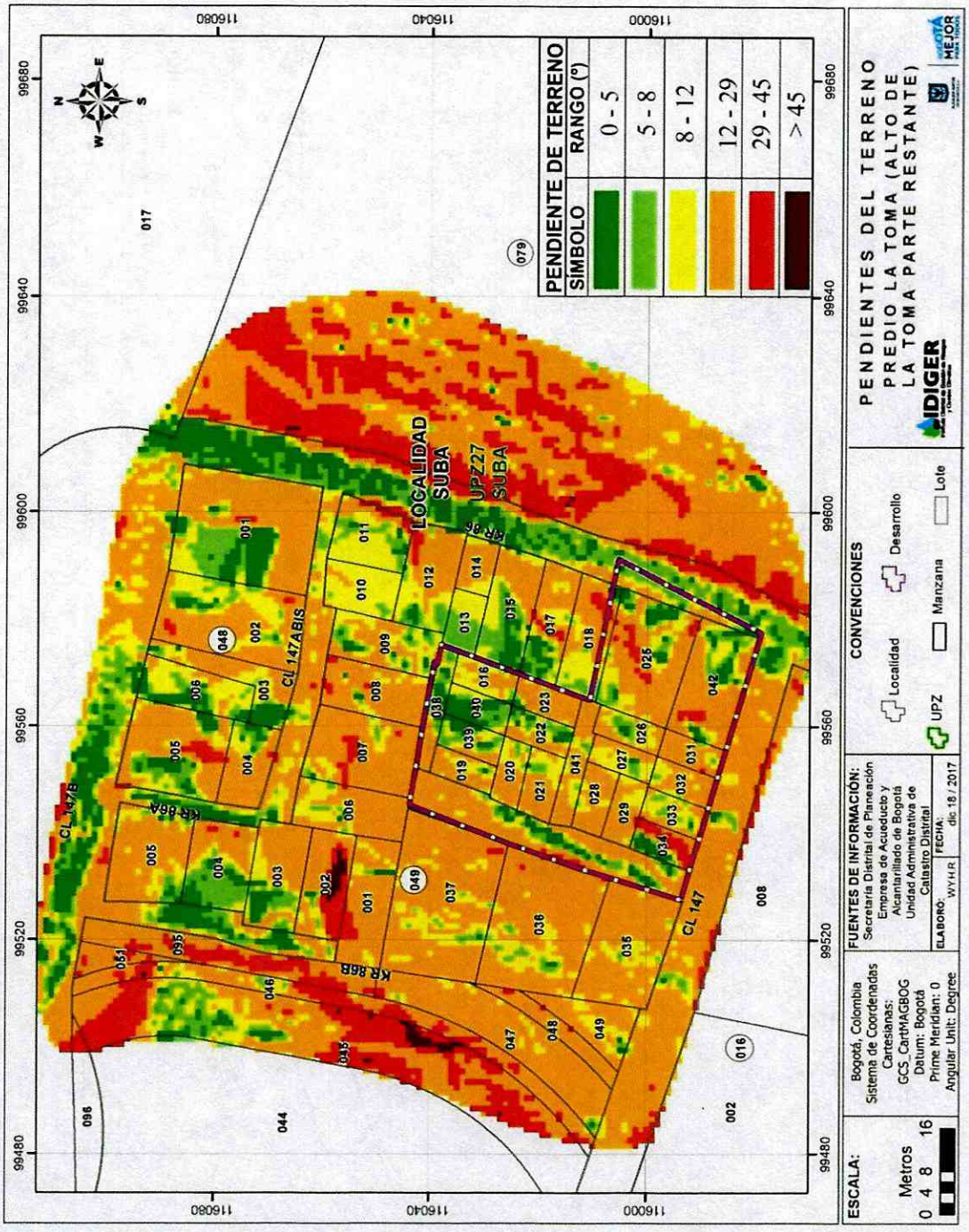
Anexo 3. Mapa de vulnerabilidad por Movimientos en Masa **Desarrollo Predio La Toma (Alto de La Toma Parte Restante).**

Anexo 4. Mapa de Riesgo por Movimientos en Masa, **Desarrollo Predio La Toma (Alto de La Toma Parte Restante).**

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 MP 17202225399 CLD	**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



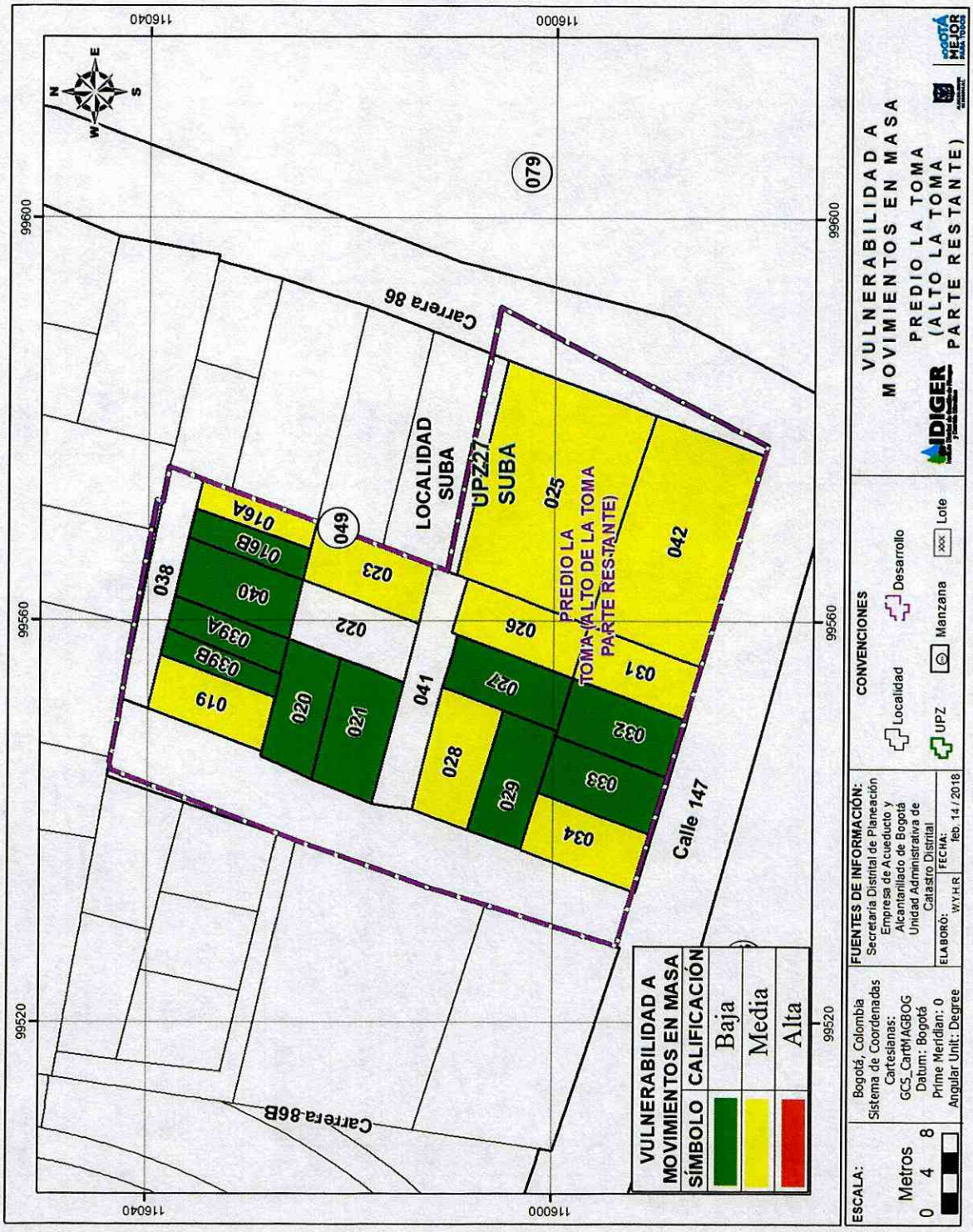
ANEXO 1. MAPA DE PENDIENTES DESARROLLO PREDIO LA TOMA (ALTO DE LA TOMA PARTE

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



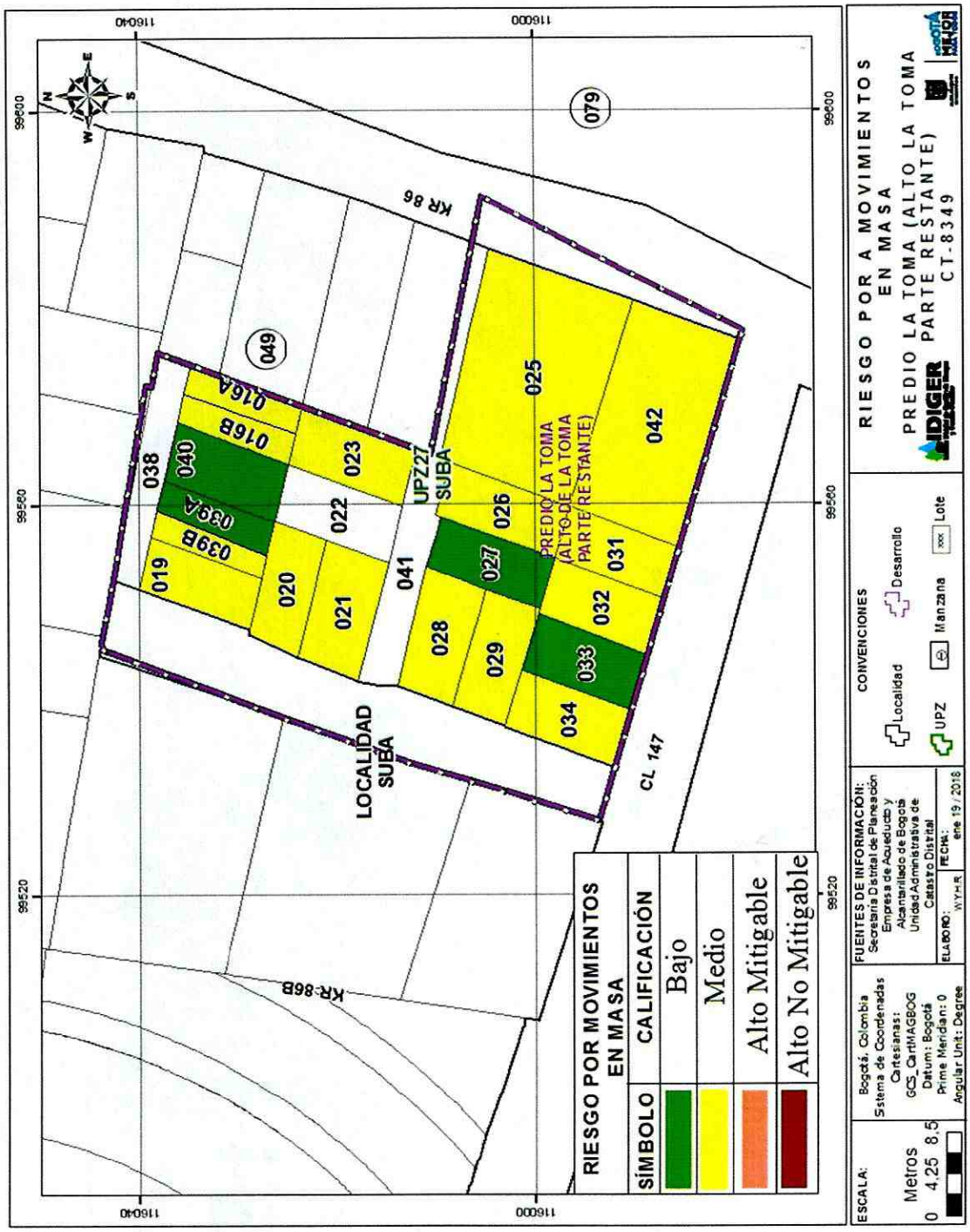
ANEXO 2. MAPA DE AMENAZA POR MOVIMIENTOS EN MASA DESARROLLO PREDIO LA TOMA (ALTO DE LA TOMA PARTE RESTANTE)

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 PREDIO LA TOMA (ALTO DE LA TOMA PARTE RESTANTE)

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 PREDIO LA TOMA (ALTO DE LA TOMA PARTE RESTANTE)

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