1 INFORMACIÓN DE REFERENCIA

1.1 CONCEPTO TÉCNICO No:	**CT-8507**
1.2 DEPENDENCIA:	Análisis de Riesgos y Efectos de Cambio Climático
1.3 ÁREA FUNCIONAL:	Conceptos Técnicos para Planificación Territorial
1.4 CARTA REMISORIA No.	RO-106545

2 INFORMACIÓN GENERAL

2.1 SOLICITANTE:	Secretaría Distrital del Hábitat – SDHT
2.2 LOCALIDAD:	11. Suba
2.3 UPZ / UPR:	23. Casa Blanca Suba y 27.Suba
2.4 ASENTAMIENTO:	Tuna Alta Campestre
2.5 ÁREA (Ha):	0,408 Ha
2.6 FECHA DE VISITA:	21 de diciembre de 2018
2.7 FECHA DE ELABORACIÓN	14 de Enero de 2019
2.8 TIPO DE RIESGO:	Movimientos en masa
2.9 VIGENCIA:	La vigencia del presente concepto está en función de las condiciones físicas del asentamiento que sirvieron para las evaluaciones de amenaza; 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 en el marco del cumplimiento del Decreto 476 de 2015[1] como parte de los instrumentos de gestión y estudios preliminares para adelantar el procedimiento de LEGALIZACIÓN del asentamiento Tuna Alta Campestre, conforme a la información recibida mediante comunicación de la secretaría SDHT 2-2018-49373 y radicado IDIGER 2018ER18613 del 16 de Octubre de 2018.

El Concepto Técnico se desarrolla para actualizar la información del proceso urbanístico articulando la evaluación de amenaza, vulnerabilidad y riesgo en aras de la reglamentación del asentamiento, y emitir un asesoramiento técnico en gestión del suelo a fin de establecer si es el caso, restricciones y/o condicionamientos para la ocupación y las recomendaciones concernientes como herramienta para la planificación del territorio y toma de decisiones sobre el uso del suelo.

[1] *Decreto 476 de 2015: Por medio del cual se adoptan medidas para articular las acciones de prevención y control, legalización urbanística, mejoramiento integral y disposiciones relativas al procedimiento.*

Se usa como base cartográfica y predial la suministrada por la SDHT y en virtud de la verificación de las condiciones físicas en campo se efectúa una valoración como insumo clasificador de la vulnerabilidad y de esta manera se asocia resultado de su convolución con la amenaza, el riesgo de sus elementos asociados.

4 ALCANCES Y LIMITACIONES

- Este concepto evalúa las condiciones de amenaza por movimientos en masa con base en las definiciones 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 morfo dinámicos que pudiesen afectar al asentamiento Tuna Alta Campestre, los resultados que condicionen o restrinjan el uso del suelo están limitados al área que encierra el polígono del mencionado barrio, suministrado por la SDHT, delimitado en la Figura 1.
- Este concepto evalúa las condiciones de riesgo por movimientos en masa con base en los procedimientos establecidos por el IDIGER para 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 las visitas realizadas al sector donde se localiza el desarrollo Tuna Alta Campestre, las cuales son necesariamente limitadas. Por lo tanto, pueden presentarse situaciones, condiciones o fenómenos no detectables que se escapen al alcance del mismo. Su vigencia es temporal, mientras no se modifiquen significativamente las condiciones del sector.

5 LOCALIZACIÓN Y LÍMITES

El desarrollo Tuna Alta Campestre se encuentra localizado al noroccidente de la ciudad de Bogotá en terrenos de la localidad de Suba, con un área de 0.408 ha concerniente a las dos manzanas que lo componen y que se encuentran separadas aproximadamente 400 m la una de la otra, de tal manera que la manzana 1 se localiza en el sector catastral Suba Cerros de la UPZ 23, Casa Blanca Suba, y la manzana 2 se localiza en el sector catastral Tuna Alta de la UPZ 27, Suba, como se aprecia en la Figura 1.

Al desarrollo Tuna Alta Campestre se accede inicialmente por la Av. Boyacá hasta la calle 129 donde se realiza un giro que descubre la Avenida Suba y se transita hasta encontrar la Carrera 80, vía que conduce hasta los dominios de la primera manzana. Transcurrido el primer acceso, para la manzana 2, se continúa por la carrera 80 hasta la diagonal 157, y finalmente se llega a la Transversal 88, en la que se vislumbra finalmente y solo a pocos metros el asentamiento. Se identificaron un total de 13 predios, edificaciones con estructuras confinadas y/o semiconfinadas y estructuras hibridas, como se describe con mayor detalle en el capítulo de vulnerabilidad física.

El desarrollo Tuna Alta Campestre se encuentra delimitado aproximadamente entre las siguientes coordenadas cartesianas (**Tabla 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 1. Coordenadas aproximadas para el desarrollo Tuna Alta Campestre

Manzana 1			
Norte:	116.770,00	a	116.838,00
Este:	100.200,00	a	100.250,00
Manzana 2			
Norte:	117.250,00	a	117.315,00
Este:	100.075,00	a	100.150,00

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

Los límites del desarrollo son los siguientes:

Manzana 1

Norte: Diagonal 157

Oriente: Colegio Religioso Alverne

Sur: Carrera 80

Occidente: Carrera 84

Manzana 2

Norte: Carrera 90

Oriente: Carrera 80 – Colegio Arca Internacional

Sur: Diagonal 157

Occidente: Diagonal 157

En la elaboración del presente concepto técnico se empleó la base cartográfica del desarrollo Tuna Alta Campestre suministrada por la SDHT para la legalización del desarrollo, según la cual, éste abarca dos (2) manzanas con trece (13) predios distribuidos como aparece en la Tabla 2. Las dos manzanas, se asientan sobre laderas modificadas por la intervención antrópica, cortes y rellenos para la construcción de viviendas.

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

Tabla 2. Predios por Manzana en el desarrollo Tuna Alta Campestre

Manzana*	Número de Predios	Predios*
01	6	1 – 6
02	7	1 – 7

(*) Basado en el Loteo suministrado por la SDHT, 2018

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

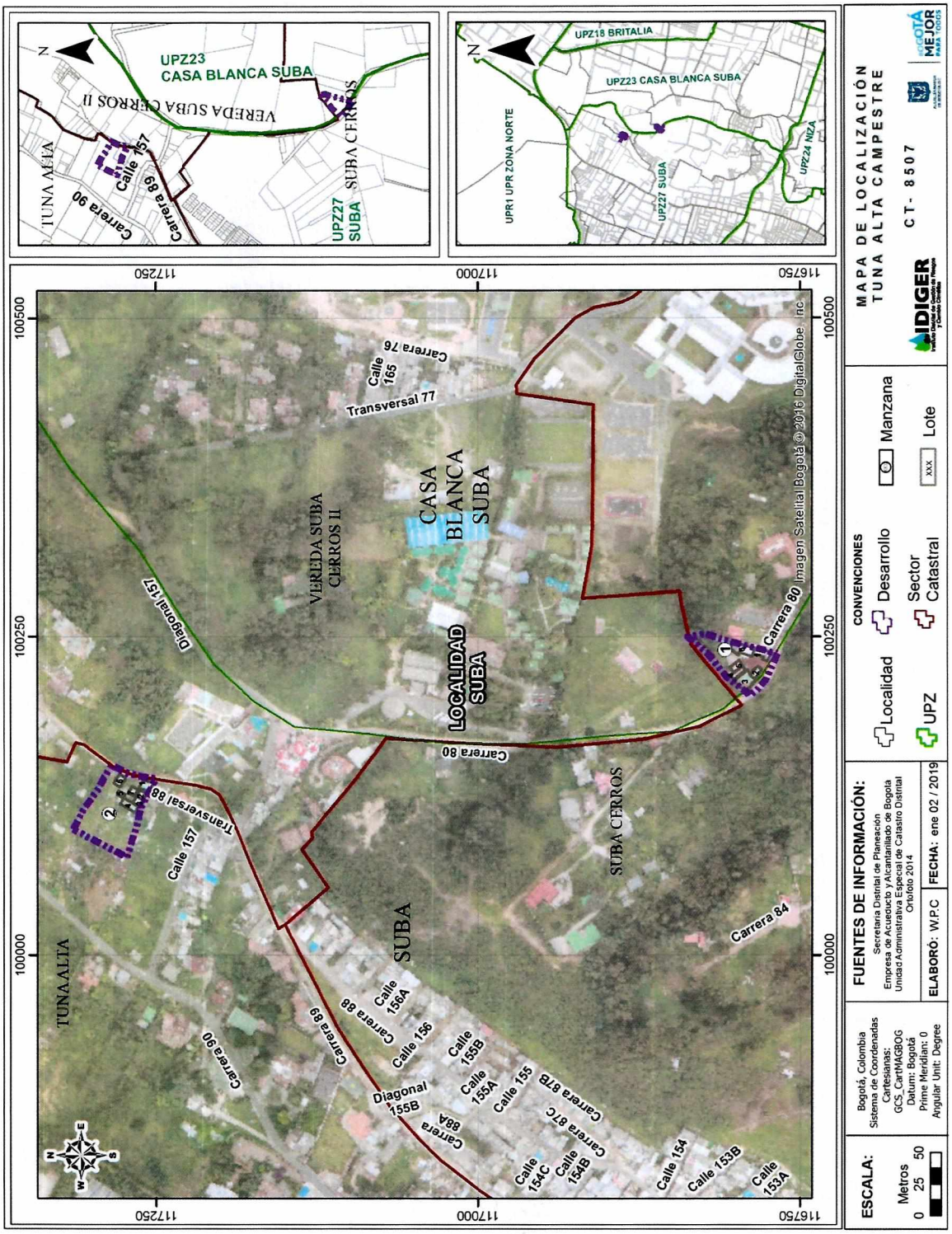


Figura 1.Mapa de localización del desarrollo Tuna Alta Campestre, Localidad de Suba

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

6 ANTECEDENTES

Para elaborar el presente documento se utilizó como fuente primaria de consulta el Plano Normativo "Amenaza por Remoción en Masa" de la Resolución 0751 de 2018 de la Secretaría Distrital de Planeación – SDP que Actualiza el Mapa N° 3 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), que define el asentamiento en zona de amenaza baja y media por movimientos en masa según el citado plano normativo (**Figura 2**), cuya escala de salida es 1:5.000.

Así mismo, se consultó el Plano Normativo de "Amenaza de Inundación por Desbordamiento", establecido en la Resolución 1060 de 2018- SDP que actualizó el plano del Decreto Distrital 190 de 2004, en el cual no se presenta clasificación de amenaza por inundación por desbordamiento, en particular para la corriente de agua en las inmediaciones de la Manzana 1.

Por otra parte, se revisaron los antecedentes dentro del perímetro y sectores aledaños al desarrollo Tuna Alta Campestre, manzana 1 y 2, en el Sistema de Información para la Gestión de Riesgos y Cambio Climático (SIRE), encontrándose que el IDIGER ha emitido documentos técnicos que se presentan a continuación. En los documentos de interés encontrados para el desarrollo en mención se describen las características físicas y de estabilidad, de donde resulta un análisis con miras a determinar las afectaciones relacionadas en el área y con el propósito final de mejorar las condiciones de estabilidad del terreno. La Tabla 3, Tabla 4, Tabla 5 y Tabla 6 describen en resumen los conceptos técnicos, diagnósticos, comunicaciones, cartas remisorias y estudios técnicos.

La Manzana 1, se ubica en una zona donde la entidad IDIGER no se ha pronunciado por alertas de ningún tipo, y el monitoreo es prácticamente nulo, de no ser por el diagnóstico técnico DI-5687, ubicado a menos de 300 m. De acuerdo a la Resolución 751 de 2018 de la Secretaría Distrital de Planeación – SDP, se asignó una amenaza media.

Los conceptos técnicos más cercanos corresponden al Programa de Legalización de Barrios en la localidad de Suba correspondiente al barrio Tuna Alta Sector el Rosal, y Tuna Alta Sector Bella Vista. Las fechas de emisión respectivamente son 24 de noviembre de 1999 con numeral CT-3457 y septiembre 14 de 2000 con el consecutivo CT-3524. Ambos se encuentran ubicados en la parte central de la Localidad de Suba, en el flanco occidental del Cerro La Conejera y Cerros de Suba. Se confirió en conjunto riesgo medio, excepto por tres predios en riesgo alto para el CT-3457 y uno para el CT-3524, con recomendaciones de mitigabilidad enfocadas en la implementación de medidas físicas para el control y manejo de aguas lluvias y servidas en los dos barrios, además de evitar la utilización de pozos sépticos que faciliten la infiltración y saturación del suelo. El lote en riesgo alto requiere de un estudio de detalle para su urbanización.

A pesar de que los conceptos que se enuncian, se encuentran alejados de las dos manzanas en estudio, son barrios urbanizados y de referencia para la localidad y se mencionan con el único fin de ser un aporte en la caracterización geológica, geomorfológica y geotécnica, sin embargo, no son determinantes de las condiciones de amenaza y por ende de riesgo del asentamiento evaluado en este concepto, debido a que su ubicación en el flanco contrario puede generar imprecisiones al asociarla con ámbitos distintos a los ya referidos.

Caso contrario ocurre en la manzana 2, cuya localización se precisa bajo las características heredadas de varios conceptos técnicos y diagnósticos sobre la misma ladera, y son base importante para la realización de este concepto.

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

La ubicación de estos documentos técnicos se georreferencian en la Figura 3 y Figura 4, y se incorporan en el informe los comunicados que ayudan en la determinación de la condición zonal referente a los procesos de remoción en masa.

Tabla 3 Listado de diagnósticos técnicos emitidos por el IDIGER dentro del perímetro y sectores aledaños del asentamiento Tuna Alta Campestre - Manzana 1

Documento técnico Fecha Lugar	Observaciones
DI-5687 22/Jul/2011 Transversal 77 No.162 – 55 – Colegio Alvernia	El evento se reportó a 300 m en la parte baja de la ladera del desarrollo en estudio; en las inmediaciones del Colegio Alvernia. En este sitio se presentó un proceso de remoción en masa local de carácter retrogresivo en una superficie de 10 m de longitud, 12 m de ancho y 4 m de altura produciendo pérdida parcial de la banca en la Tv 77, deprimido donde confluyen las aguas de escorrentía subsuperficial. El detonante se asocia a las fuertes lluvias de la segunda temporada invernal del año 2010 y la carencia de obras de drenaje.  Fuente: Figura de Localización del Proceso DI-5687 Recomendaciones: • De no implementarse las medidas que conlleven a la estabilización, protección y correcto manejo de aguas superficiales y subsuperficiales del talud en mención, la vía puede verse comprometida en su totalidad en el corto plazo ante cargas normales de servicio. La intervención para la mitigación se asigna a los propietarios del predio y se les solicita mantener la restricción y señalización parcial del sector mencionado.

Sobre la Transversal 77 se han presentado varios eventos que han llegado a afectar la banca y funcionalidad de la vía, asociados a filtración por averías en tubería y mal manejo de aguas servidas. En el polígono referido se observan dos áreas en color rojo y una en color verde que denotan procesos de erosión laminar y reptación respectivamente, sin afectar la estabilidad general de la ladera.

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 4 Listado de conceptos técnicos emitidos por el IDIGER dentro del perímetro y sectores aledaños del asentamiento Tuna Alta Campestre Manzana 2

Documento técnico Fecha Lugar	Observaciones
CT 4385 19/Abril/2006 Tuna Alta Sector el Bosque	El Barrio se ubica en la zona central de Suba, en la UPZ del mismo nombre, en un relieve ondulado de pendientes bajas a fuertes desarrollado sobre la cima y la vertiente occidental de los Cerros de Suba. En su conformación predominaron las diferencias socioeconómicas atribuidas a características diferenciales de las condiciones constructivas, desde aceptables a muy regulares (deficiencias estructurales) y la capacidad en la implementación de prácticas de cortes y rellenos, las obras de confinamiento: con y sin control geotécnico y obras de drenaje. Geológicamente está conformada por una sucesión correspondiente con las rocas de la Formación Guaduas. En el sector de Suba se presentan de Este a Oeste dos plegamientos paralelos importantes que se han denominado Anticlinal de La Conejera o Anticlinal de Suba. Respecto a la Geomorfología se diferencian zonas de pendiente media a alta, con laderas denudativas sobre suelo residual; y zonas de pendiente suave que denotan cimas onduladas que definen la divisoria de aguas de los cerros de Suba. Se clasificaron 7 predios y una zona verde como amenaza alta, y el polígono restante en media y baja. En relación a la vulnerabilidad se encontró una calidad constructiva regular a deficiente con un pequeño porcentaje de viviendas de excelente calidad confiriendo un índice de vulnerabilidad media al barrio. Las recomendaciones en general están dirigidas a la construcción de obras para el manejo de aguas lluvias y estructuras de protección que confinen los cortes realizados, adicionalmente se sugirió lo siguiente. <u>Recomendaciones</u>: • Condicionar la legalización de aquellos predios con alta amenaza por remoción en masa que en el momento no presenten condición de riesgo alto por no estar urbanizados. Reforzar estructuralmente la vivienda para disminuir la vulnerabilidad y estudios geotécnicos detallados para diseñar las obras más adecuadas para mitigar y estabilizar la ladera. • Definir las alternativas de solución para los predios con riesgo alto mitigable Implementar obras de infraestructura que contribuyan con el mejoramiento integral del sector, entre obras de pavimentación de vías y construcción de obras de drenaje. • La zona verde, además de restringir su uso urbano por presentar amenaza, debe ser destinada como zona de recreación pasiva.
CT-7967 15/May./2015 Calle 159 A Bis # 90 A -89 hasta carrera 90 # 157-25	El concepto técnico se emitió para el Plan Parcial Medrar en la localidad de Suba, polígono localizado en el sector occidental del cerro la conejera, que corresponde con los predios de la referencia y en proceso de consolidación urbana. Se presenta en el área un proceso de remoción en masa que se ha venido acrecentando desde sus inicios a 15 años de la emisión del concepto. Se entiende como de carácter lento con afectaciones sobre algunas construcciones emplazadas en el sector. Los principales antecedentes que esbozan el proceso se refieren en la Tabla 5. En la visita realizada para la emisión del concepto del Plan Parcial, se visualizó una zona con bastantes deformaciones sobre el terreno dividiendo el área en varios niveles, con obras legado del contrato de obra: CO-670-2005 en condiciones muy desfavorables, ya que las mismas colapsaron parcialmente por efecto del deslizamiento externo que se encuentra bordeando el flanco oriental. El avance del deslizamiento contra el Conjunto Residencial Aragón y el Colegio Militar Antonio Nariño es inminente y la afectación se alertó en el momento con consecuencias a corto plazo. A fin de iniciar las gestiones conducentes a la mitigación de riesgo del polígono de estudio por procesos de remoción en masa el IDIGER verificó y determinó la inclusión en la base de sitios de intervención con el identificador sire 11-002 " Tuna Alta Salitre" y con prioridad de ejecución 2. Y se emite CR-13970 con el fin de que sean adelantadas las acciones pertinentes para la

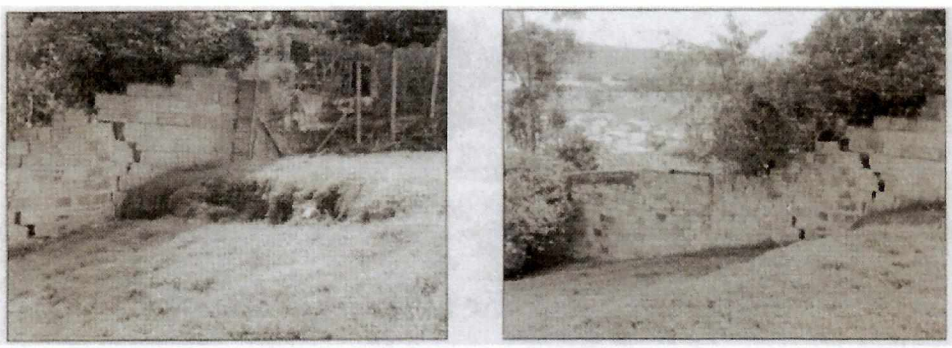
Diagonal 47 No. 77B -09 Interior 11 - Conmutador: 4292801 Fax. 4292833 - Bogotá D.C. - Colombia
Página Web: www.idiger.gov.co y www.sire.gov.co mail: idiger@idiger.gov.co

Documento técnico Fecha Lugar	Observaciones
	ejecución de estudios y obras de mitigación en el polígono anteriormente mencionado ya sea por el Fondo de desarrollo local o por el responsable de la ejecución de las mismas previa verificación predial. Se clasificó el polígono para Plan Parcial Medrar en amenaza alta por fenómenos de remoción en masa y se recomendó: Recomendaciones: • Acoger la normatividad vigente para adelantar actividades de construcción dentro del predio, en particular lo correspondiente a diseños estructurales, estudios de suelos y geotécnicos previstos por la NSR-10 • Revisar y consultar la delimitación, condicionamientos y restricciones establecidas por la autoridad ambiental competente para determinar las condiciones del Plan Parcial respecto a la zona de protección ambiental correspondiente con los Cerros de Suba y de esta manera garantizar que cualquier proyecto urbanístico que se realice en el polígono del plan parcial no afecte las condiciones ambientales del sector y que se traducen en la generación de fenómenos de inestabilidad del terreno.

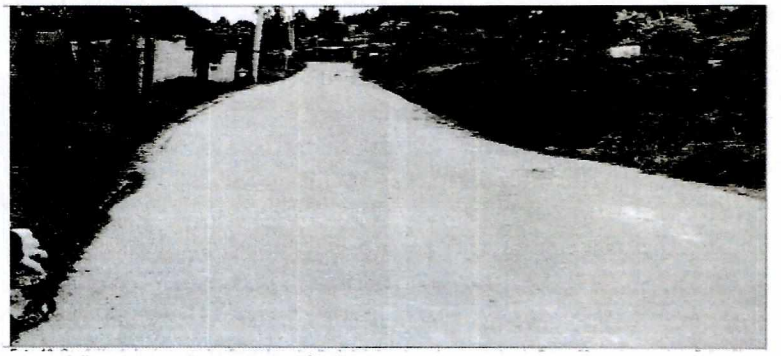
Tabla 5 Listado de diagnósticos técnicos, respuesta oficiales y oficios emitidos por el IDIGER dentro del perímetro y sectores aledaños del asentamiento Tuna Alta Campestre Manzana 2

Documento técnico Fecha Lugar	Observaciones
DI-896 02/Mar./2000 Entre Carrera 90 y Conjunto Residencial Aragón Tuna Alta	La ladera identificada bajo la carrera 90 es afectada por movimientos de reptación acelerados en algunos sectores por la saturación de la masa de suelo debido a la infiltración de aguas lluvias y servidas provenientes de las partes altas del barrio Tuna Alta Sector el Rosal. El área de afectación se reportó como de 900m^2. Localmente se identificó un deslizamiento de suelo residual arcilloso y la afectación de una vivienda debido al hundimiento súbito del terreno que sirve de fundación, lo cual ocasionó que la edificación de un piso se quedara sin apoyo en una de sus esquinas (suroriental). Se apreciaron algunas fisuras y grietas al interior de la vivienda en el sector mencionado y el terreno que lo rodea. En consecuencia los muros de cerramiento del predio se agrietaron y desplomaron parcialmente. Los agentes detonantes y contribuyentes se describieron como aguas lluvias, aguas negras y potables servidas, y en tal sentido señalan también las características geomecánicas del material que conforma la ladera, y la alta pendiente. Sobre las consideraciones anteriores se identificó una vivienda que se puede afectar estructuralmente por árboles que amenazan con caer sobre la edificación, debido a que por los hundimientos del terreno la estabilidad de estos fue afectada. Se establecieron obras inmediatas para la estabilización del polígono. Recomendaciones: • No habilitar el sector afectado; Sellar las grietas y recimentar la vivienda, además talar los árboles que amenazan con caer sobre la vivienda. • Continuamente se debe realizar un monitoreo del avance de los fenómenos de inestabilidad. • A Corto Plazo, se debe realizar un estudio detallado que proporcione diseños de obras correctivas en el área del polígono, consistentes principalmente en obras de manejo de aguas subsuperficiales y superficiales y de estabilización de los sectores donde ya se han presentado deslizamientos y hundimientos en el 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

Documento técnico Fecha Lugar	Observaciones
	• Pavimentar la Cra 90 y construir las respectivas cunetas perimetrales para impermeabilizar esta área, captar y conducir las aguas de escorrentía a alcantarillas cercanas.
AR-1440-00	Se informó a la Junta Administradora Local de Suba (JAL) la necesidad de realizar un estudio detallado del Barrio Tuna Alta y el conjunto residencial Aragón para la implementación de las medidas de mitigación, así como gestionar la construcción de las redes de acueducto y alcantarillado.
RO-6447 (AR-0891-01) 23/Oct./2001 Carrera 90 No 160 – 31 Tuna Alta Sector El Rosal	Se informó a la Subsecretaría de Control y Vivienda sobre la condición de amenaza por fenómenos de reptación ocurridos en el talud oriental del Conjunto Aragón, identificados por movimientos superficiales a baja velocidad y elementos del paisaje con inclinación. El detonante principal se asocia con las aguas servidas o de escorrentía provenientes de la parte alta del barrio. El movimiento ejerce empujes sobre las estructuras y por esta razón la entidad solicitó la evacuación preventiva de una vivienda y la tala de árboles que representaban una amenaza además del recalce de los cimientos y reparación de los muros de cerramiento. La estabilización requiere en primera instancia la recolección de las aguas libres, inclusión de obras de drenaje y mejoramiento de la carrera 90, aunado a la reparación de los cimientos de las casas averiadas y tala de árboles.
DI-2107 3/Sep./2004 Entre Carrera. 90 a 92 entre Calle 156 y 162 Tuna Alta Sector el Rosal y El Salitre	El polígono del evento se encuentra ubicado en la parte oriental de la localidad de Suba. Los fenómenos de inestabilidad se advierten como hundimientos en la zona aferente al canal de drenaje que discurre a la altura de la Calle 161. Se exhiben sucesivas grietas de tracción en la parte frontal del talud, inmediatamente al sur del canal de drenaje, en conjunto con escarpes más antiguos que tienen una altura mayor a 2.0 m y se encuentran recubiertos por vegetación. Se considera que la reducción del confinamiento lateral y el sobre empinamiento de la ladera debido a los cortes realizados en la base, causan el agrietamiento del terreno con un patrón que progresivamente define una franja de afectación de 25.0 m de ancho aproximadamente, medidos desde el borde superior del talud hacia el oriente.  Fuente: Escarpe principal y detalle del hundimiento identificado en el DI-2107 <u>Conclusión</u> • La actividad del movimiento en masa se ha incrementado notoriamente en lo corrido del año 2004, asociado con los periodos de lluvia intensos y a pesar de la construcción de un tramo parcial de red de alcantarillado en la parte alta del barrio Tuna alta sector el Rosal. • Se recomienda acometer un estudio de riesgos por fenómenos de remoción en masa, evaluación de alternativas de mitigación, seleccionar la opción técnica, social y ambientalmente óptima y obtener los diseños detallados de las medidas y obras de mitigación, planos, especificaciones, cantidades de obra entre otros con el fin de tener la información suficiente y debidamente sustentada para la implementación de un plan de acción particular que beneficie a la comunidad 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

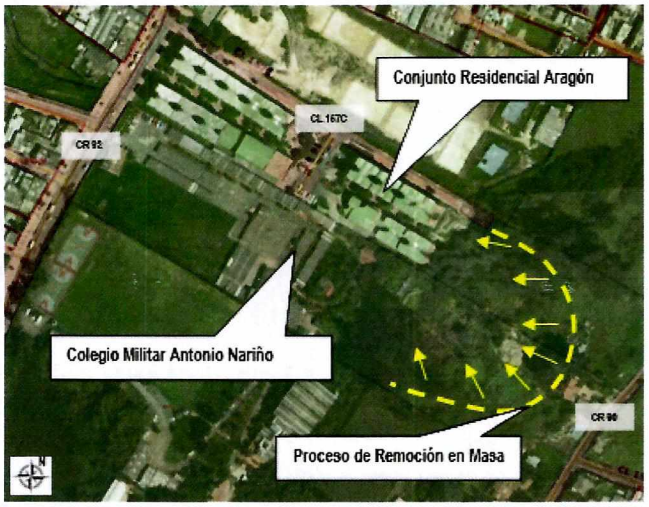
Documento técnico Fecha Lugar	Observaciones
DI-4652 25/May./2010 Carrera 91# 157B-082 Tuna Alta	Se presentó un proceso de remoción en masa tipo desprendimiento (Volumen $1m^3$), proveniente de un talud de corte realizado para el emplazamiento del Conjunto Residencial Aragón, el cual tiene una geometría aproximada de 4m de altura, tendencia vertical y longitud cercana a los 10 m, el talud cuenta con un muro de gaviones que cubre cerca del 80% de la longitud. El material desprendido se depositó en el costado sur de la torre 5, sin generar ninguna afectación sobre la estructura, pero causando pérdida del suelo de soporte en cerca de 0.5 m de longitud del cerramiento del predio. En el costado afectado se realizó restricción parcial de uso de suelo. Recomendación a los Propietarios del Conjunto Aragón • Implementar las medidas necesarias que permitan garantizar la estabilidad de los taludes de corte afectados, en la totalidad de su longitud, con el apoyo de personal idóneo y garantizando que se cumplan los requerimientos establecidos en el Decreto No 926 de 2010, reglamento colombiano NSR-10, de acuerdo con la normatividad vigente para el barrio, para lo cual se deben tramitar los permisos y licencias respectivos.
DI-4657 22/Jun/2010 Carrera 92 No 157-44 Carrera 90 No 157B – 82 Límite de los Barrios Tuna Alta y Salitre	Con CR-9207 se emite el diagnóstico de la referencia. Se presentó un avance retrogresivo del proceso de remoción en masa identificado en la ladera desde el año 2000 involucrando para el momento un área cercana a las 5 Ha. La pendiente media es del orden de 35°. La ladera se encuentra cubierta por gramíneas, vegetación nativa, arbustos y algunos árboles de altura de hasta 6 m de la especie eucalipto, ladera que según lo observado no cuenta con edificaciones en su parte media. En la visita se observó un movimiento con nuevos escarpes sucesivos de altura de hasta dos metros y longitud entre los 5m y 60 m principalmente localizados hacia la parte alta de la ladera, los cuales por la carencia de vegetación en sus caras y presencia de material disgregado en su pata, indican actividad reciente en el movimiento, se identificó además que la mayor actividad ocurre en la parte media y alta, situación que puede cambiar en temporada invernal. Se identificó individuos arbóreos que recientemente, por pérdida de soporte a nivel radicular, han presentado colapso y algunos otros que pese a que no se han colapsado ni presentan quebranto de verticalidad, si han disminuido los volúmenes de suelo hacia su base. Hacia la parte alta de la ladera se identificaron flujos de agua provenientes de la vivienda allí emplazadas posiblemente generadas por el mal manejo de aguas lluvias y aguas negras al interior de las viviendas. Adicionalmente, dado que se evidenció hacia la parte alta de la ladera el desarrollo de actividades agrícolas y pastoreo, los sistemas de riego implementados para dichas labores han venido realizando entregas permanentes de agua de escorrentía sobre la zona donde actualmente se presentan los procesos favoreciendo la situación de los mismos.  Fuente: Vista a la altura de la Carrera 90 sin obras de drenaje en el DI-4657

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

Documento técnico Fecha Lugar	Observaciones
	La carrera 90 carece de obras para la captación y manejo de aguas lluvias, por dicha razón debido a la falta de manejo de las mismas se acumulan. En la parte oriental de la vía se evidenció un posible proceso de reptación con deformaciones leves en la misma ocasionando una mínima invasión de la calzada oriental situación que en la fecha no comprometió la transitabilidad y funcionalidad de la vía. Se enuncia dentro de los antecedentes de este Diagnóstico, que mediante contrato de obra FOPAE No 670-2005 se instaló una malla eslabonada sobre un dique en tierra la cual corresponde a una medida de mitigación temporal de aislamiento del movimiento, dicha malla y la cuneta en comento, de acuerdo a la inspección visual realizada, ha resultado afectada por el avance en el proceso de remoción en masa recientemente identificado. En la parte baja de la ladera se localiza un área de aproximadamente 100 m por un ancho entre 15 y 20 m la cual en un eventual avance en el movimiento actuaría como zona de amortiguamiento. Causas: • Dentro de las principales causas por las cuales se reactivó el proceso se encuentra la carencia actual de medidas para el manejo de aguas lluvias y la susceptibilidad de los materiales que conforman la ladera a fluir lentamente por procesos de reptación y su posterior evolución a procesos masivos de remoción como los identificados. Conclusión: • El entorpecimiento al avance de las obras se debe a que no se tiene claridad en si los predios son públicos o privados, sin embargo de acuerdo a lo informado por el área de gestión del riesgo Local de la DPAE al parecer la Alcaldía Local de Suba no ha ejecutado las obras de estabilización en el sector debido a que manifiesta que los predios son privados, situación que no se ha podido esclarecer.
DI-5577 15 Mayo de 2011 Carrera 90 a Carrera 92 entre Calles 157 y 157C	La zona evaluada para el diagnóstico técnico se encuentra limitada por las Carreras 90 y 92 entre las Calles 157C y 157, dicha zona corresponde a los límites de los barrios Tuna Alta El Rosal y El Salitre. Se presentó un avance retrogresivo del proceso de remoción en masa identificado en la ladera desde el año 2000, es así como la actividad del proceso ha involucrado una mayor área afectada, debido al incremento del material que se deposita en las zonas inferiores adyacentes a los predios del Colegio Militar Antonio Nariño y del Conjunto Residencial Aragón. El proceso de remoción en masa, es de carácter lento y afecta una extensa área, que no presenta gran densidad poblacional, el material movilizado tiene un volumen de más de 20000 m3, principalmente material arcilloso y limoso, gran parte de este se ha acumulado en la parte oriental de los predios de la Carrera 92 # 157 – 44 y Carrera 91 # 157B – 82. En la parte media y superior del proceso se evidencian escarpes de altura variable entre 1m y 2m, y longitudes entre 10 y 50m aproximadamente. Los nuevos escarpes sucesivos han alcanzado la zona donde se emplaza la vivienda con dirección Carrera 90 # 157 – 25, la cual está construida en mampostería simple en el 50% del área y en material de recuperación el otro 50%. La estructura presenta algunas grietas y fisuras en muros de carga, muros divisorios y en pisos, las cuales se caracterizan principalmente por ser perpendiculares a la dirección del movimiento, y a pesar de las deficiencias constructivas que presenta la construcción, estas grietas se deben al proceso de remoción en masa que se identificó. Se identificaron sectores donde se evidencian vertimientos de aguas servidas y aguas lluvias, las cuales provienen de las viviendas allí emplazadas; las tuberías de conducción seguramente han sufrido fracturas o desacoples que generan el vertimiento directo de estas aguas e incrementa la saturación de los materiales. Además, se presentan filtraciones de

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

Documento técnico Fecha Lugar	Observaciones
	agua por actividades agrícolas y de pastoreo, lo cual contribuye al aumento de las entregas permanentes de agua de escorrentía superficial y subsuperficial al talud.



Fuente: Localización de procesos retrogresión en el DI-5577



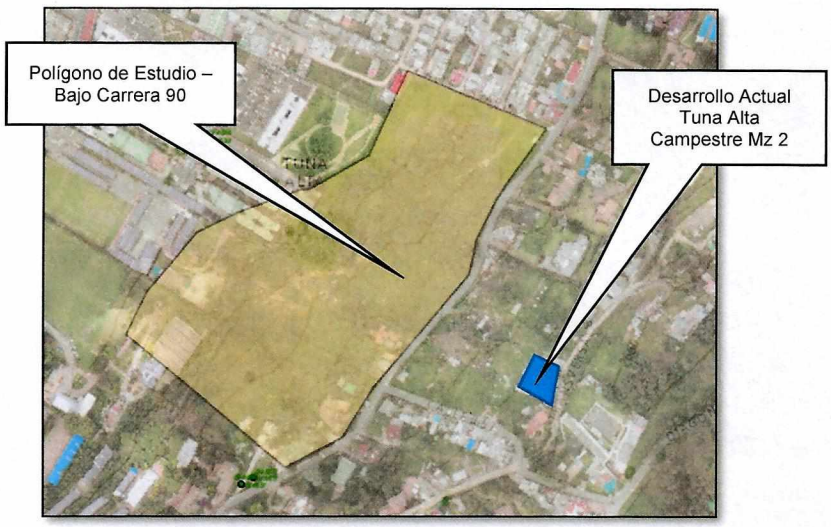
Fuente: De izquierda a derecha: Escarpes en zona de hortalizas; Inclinación de la malla por la presión de tierras y Escarpes en parte media y alta de la ladera en el DI-5577

Conclusión:
De no adelantarse las recomendaciones contenidas de los estudios previos que existen para el sector y/o de ser necesario adelantar la actualización de los mismos con el fin de determinar las medidas que garanticen la estabilidad de la ladera evaluada en el largo plazo, es posible que las aguas de escorrentía no controlados provenientes de la parte alta de la ladera, generen una reactivación parcial o total del proceso de remoción en masa identificado, lo cual podría ocasionar compromiso en la estabilidad y funcionalidad de las edificaciones cercanas y en los demás equipamientos públicos y privados aledaños.

Recomendaciones:
Al responsable y/o responsables del predio ubicado en la Carrera 90 # 157 – 25, mantener la evacuación del predio hasta que se garanticen las condiciones de estabilidad del talud de corte en el cual se está presentando el proceso de remoción 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

Tabla 6 Listado de Estudios Técnicos emitidos por el IDIGER dentro del perímetro y sectores aledaños del asentamiento Tuna Alta Campestre Manzana 2

Estudio de riesgo por remoción en masa, evaluación alternativas de mitigación y diseños detallados de las obras recomendadas para estabilizar el sector que separa los barrios Tuna Alta y el Salitre de la Localidad de Suba en la Ciudad de Bogotá D.C FOPAE y Consorcio PI-LAMBDA 2005	Se desarrolla en límites de los barrios Tuna Alta, el Rosal y El Salitre y abarca la parte media y baja de la falda occidental del cerro la Conejera, entre la Av cra 90 a la Carrera 93 y entre las calles 156 C a 158 B. La pendiente media del sector es del orden del 25 al 40% compuesta por rocas blandas; arcillolitas y limolitas de la formación Guaduas  Fuente: Polígono con estudio detallado FOPAE-CONSORCIO PI LAMBDA 2005 Se encontraron varios niveles de escarpes visibles desde la parte baja, cerca de la carrera 90 se encuentran unos rellenos antrópicos recientes, de baja calidad como construcción de cimentación. De acuerdo al análisis de los diagnósticos efectuados con antelación por el DPAE, se asocia como primera media que las causas de los problemas de estabilidad están relacionadas con problemas de saturación del suelo, atribuidas a la infiltración de aguas lluvias y negras. Geológicamente se evidenció en pequeños cortes, afloramientos de areniscas con buzamiento en la misma dirección de la ladera, aunado a condiciones geotécnicas precarias por depósitos coluviales matriz soportados que dejaron como conclusión en el diagnóstico que la zona no es apta para construcción de viviendas y requiere de obras correctivas de drenaje superficial y subsuperficial, para su mejora y aptitud de uso urbano. El deslizamiento para la fecha de la referencia presenta zonas con varios flujos de lodos producto de la saturación del suelo, su desembocadura generó la caída de varios árboles y el carácter retrogresivo ha generado la presencia de cuatro escarpes visibles. La zonificación geotécnica realizada para el estudio, divide tres áreas que describen procesos en mayor y menor magnitud. Siendo la de mayor afectación la denominada como 2 que pertenece a la zona central que además presenta antecedentes por saturaciones al suelo, posible rompimiento de redes y la inasistencia de acueducto y alcantarillado. Los procesos en esta zona han sido los que mayor avance han registrado. La zona 3 que cubre la última franja hacia la carrera 90 presenta reptación y pequeños flujos de lodo por saturación del suelo en la parte alta. Las acciones a emprender se describen a continuación: <u>Obras a Corto Plazo</u>: • La alternativa elegida para intervención de la zona 2 involucra la construcción de una pantalla drenante al borde de la carrera 90 que entregaría sus aguas a un descole en sacos de suelo cemento, y conectarlo a la red de acueducto o alcantarillado. Adicionalmente un terraceo de la zona con la realización de un drenaje profundo.

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 fin de aumentar el factor de seguridad, se planteó la construcción de una fila de anclajes en la primera terraza y desde la parte baja del talud. Esta zona se encuentra a aproximadamente 30 m de la carrera 90. Medida preventiva: • Construcción de un dique y malla de cerramiento en la parte inferior del deslizamiento. Obras a Largo Plazo: • Corresponden a obras de drenaje subsuperficial (trincheras y cunetas).
CO-670-2005 Contrato de Obra 24/Ene./ 2006 CONSORCIO ALMA Tuna Alta Sector el Rosal y el Salitre	De acuerdo con la información recopilada en campo y los análisis elaborados se establecieron las recomendaciones necesarias para la primera etapa de ejecución de las obras en la zona, consistentes en la construcción de dos (2) diques de suelo cemento, columnetas de anclaje y cerramiento en malla eslabonada, en los barrios Tuna Alta Sector el Rosal y el Salitre de la Localidad de Suba, en la ciudad de Bogotá D.C. Fecha de iniciación: 24 de Enero de 2006, Fecha de finalización: 22 de Febrero de 2006 Cto Interventoría: INT-675-2005. El objeto de las obras fue el de ejecutar un cerramiento que tuviera por característica no permitir el paso de personas del Sector de Tuna Alta hacia El Sector El Rosal – Salitre. Dentro del contrato se ejecutaron medidas de emergencia inmediatas recomendadas en el diseño del contrato de consultoría 377 de 2005 Recomendaciones: • Verificar la información del "Estudio de Riesgo por Remoción en masa, evaluación de alternativas de mitigación y diseños detallados de las obras recomendadas para estabilizar el sector que separa los barrios tuna alta y el salitre de la localidad de suba en la Ciudad de Bogotá D.C "y analizar si es necesario requerir nuevos estudios por los cambios dinámicos del estado del suelo y/o retomar las obras del estudio anteriormente mencionado. El 28 de junio de 2010, se realizó la solicitud al Consorcio Alma por medio de Oficio **CR-8936 de la Entidad IDIGER**, para efectuar la visita técnica al sitio de las obras, dicha visita se realizó el 2 de julio de 2010 y de la cual el Contratista presenta un informe mediante el que informa: • "La obra presenta condiciones muy desfavorables, ya que las mismas han COLAPSADO parcialmente por efecto del deslizamiento externo que se encuentra bordeando el flanco oriental. El avance del deslizamiento contra el Conjunto Residencial Aragón y el Colegio militar Antonio Nariño es inminente y la afectación se verá reflejada a corto plazo. Analizando que las actividades constructivas de la obra finalizaron en FEBRERO DEL AÑO 2006, se puede deducir que de acuerdo a las referencias obtenidas inicialmente en la etapa constructiva, se observa que el deslizamiento tiene una rata de avance de 11.32 cm por mes, para un total de 135.84 cm por año (1.35 m por año), aproximadamente lo que indica que el Deslizamiento es considerado como un movimiento dinámico, continuo y activo". • Es de anotar y tal como se explicó anteriormente que en caso de que el deslizamiento avance hasta el sitio de construcción de la malla eslabonada, esta se romperá por la presión ejercida por el material de arrastre o deslizamiento que avanza rápidamente hacia ella, ya sea volcándose o rompiéndose lateralmente por los efectos del esfuerzo cortante que allí se generará.

El asentamiento Tuna Alta Campestre, no ha presentado eventos de emergencia directamente, y no ha sido afectado por procesos de remoción en masa, ni históricamente ni actualmente en ninguna de sus dos manzanas. Sin embargo, se exponen procesos de remoción en masa bajo las laderas de cada una de las manzanas, eventos retrogresivos que para la manzana 1 no confieren una alerta significativa, ya que solo se cuenta con el diagnóstico técnico DI-5687 cerca de la Transversal 77, causado aparentemente por confluencia de aguas de escorrentía y carencia de obras de drenaje, sin embargo para la emisión de este Concepto Técnico se verificó la zona limítrofe entre el desarrollo y el Colegio Liceo Boston, con el fin de generar recomendaciones en uso de suelo.

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

Para la manzana 2, se tiene una mayor complejidad, ya que se presenta desde hace cerca de 20 años procesos de avance retrogresivo hacia la Carrera 90, dejando algunos reasentamientos, y el estudio detallado para un polígono de afectación entre la Avenida Carrera 90 a la Carrera 93 y entre las calles 156 C a 158 B. Las obras no se han realizado en su totalidad, lo que implica que el proceso está avanzando, tal como se expresó por parte del Consorcio Alma en su comunicado luego de la inspección visual en el mes de Julio de 2006, además en el DI-4657 se enuncia por vez primera una afectación al costado Oriental de la carrera 90, describiendo un proceso de reptación.

El Costado Oriental de la Carrera 90 hace parte de la ladera del desarrollo en la Manzana 2, y es de reconocer que se deben adelantar las recomendaciones contenidas en los estudios previos, conceptos técnicos y diagnósticos que han estado monitoreando la zona, para contener el proceso y evitar que se comprometa un área mayor de afectación.

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

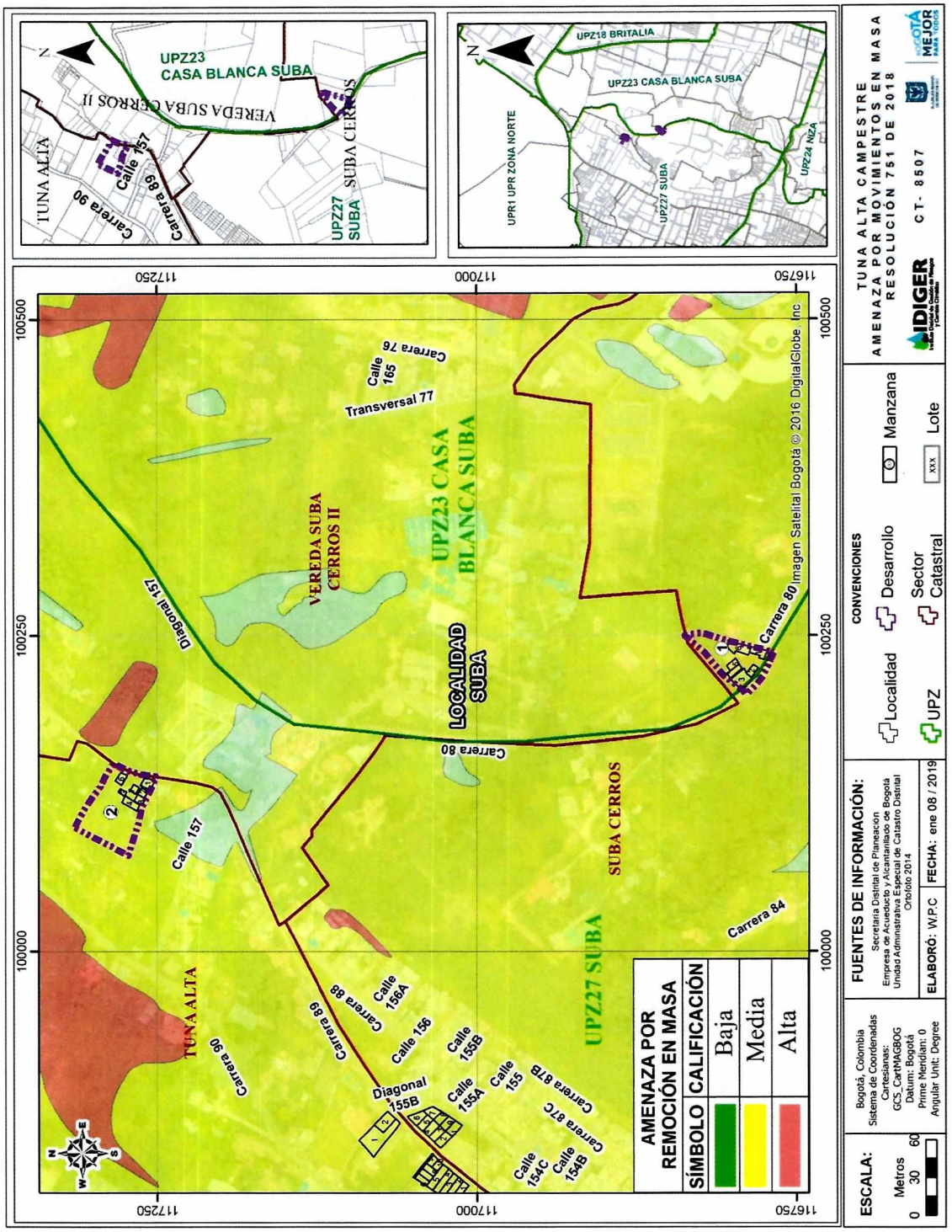


Figura 2 Zonificación de Amenaza por Movimientos en Masa de acuerdo con la Resolución 0751 de 2018.

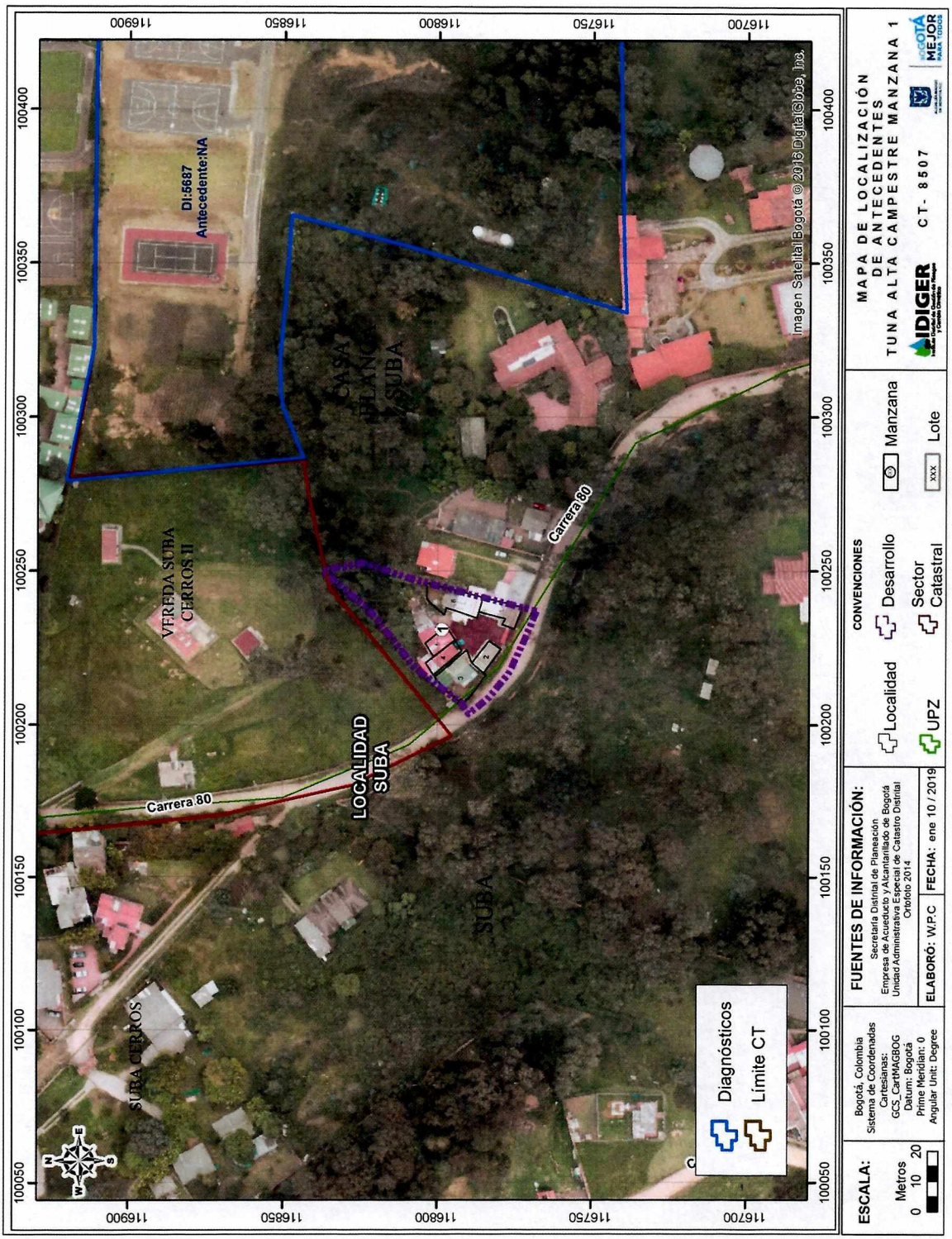


Figura 3. Localización de los documentos técnicos emitidos por IDIGER en cercanías del asentamiento Tuna Alta Campestre Manzana 1

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

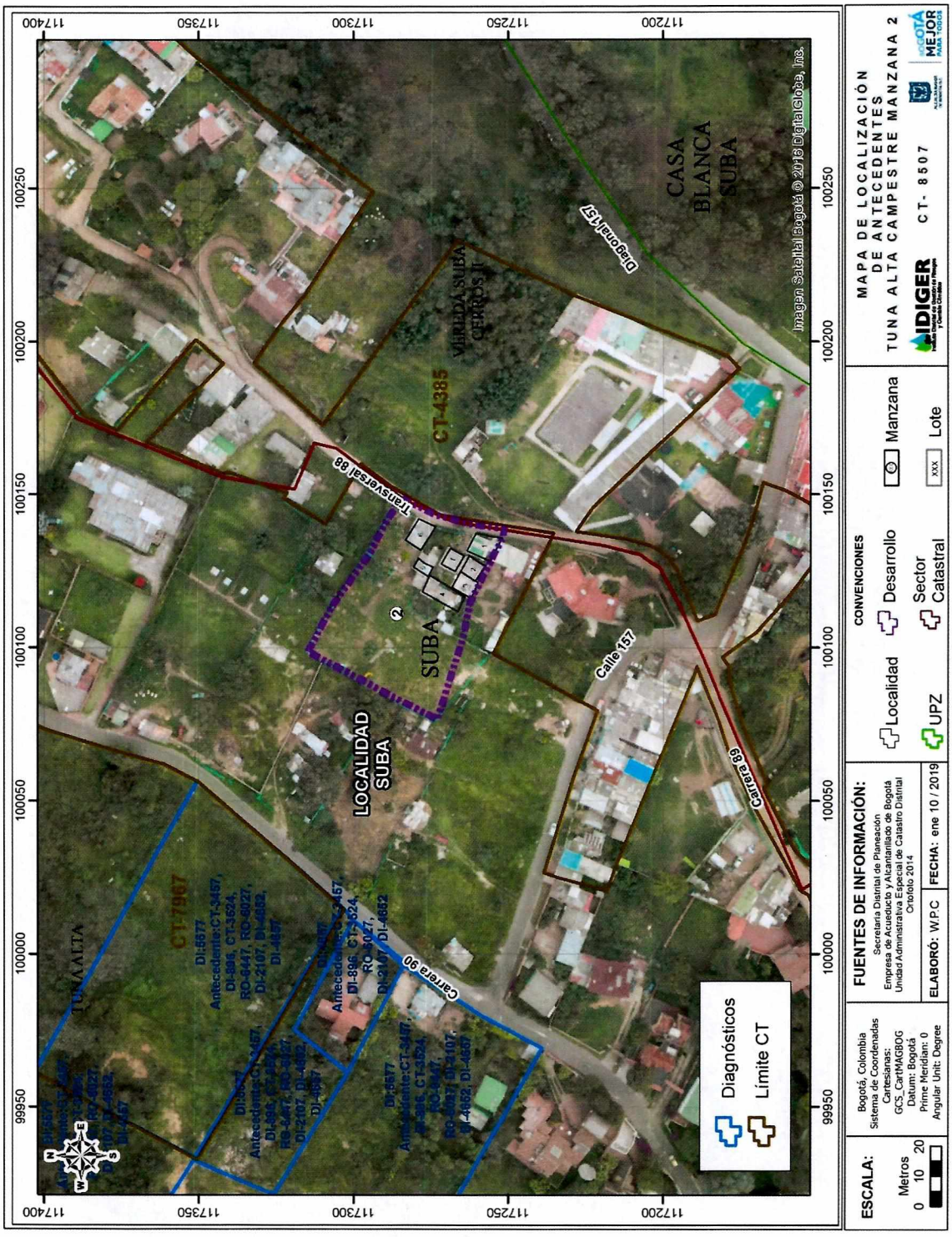


Figura 4. Localización de los documentos técnicos emitidos por IDIGER en cercanías del asentamiento Tuna Alta Campestre Manzana 2

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

7 CONDICIONES FÍSICAS DE LA ZONA

La Unidad de Planeamiento Zonal (UPZ) No 23, Casa Blanca Suba, es una de las doce (12) que conforman la localidad de Suba con una participación del 6.81% de la superficie; se localiza en la parte central de la localidad de Suba y a esta pertenece la manzana 1. Por consiguiente, la manzana 2 hace parte de la Unidad de Planeamiento Zonal (UPZ) No 27, Suba, la cual tiene una participación del 11.7% de la superficie y se localiza al oriente de la localidad.

El desarrollo Tuna Alta Campestre cuenta principalmente con la vía pavimentada de la diagonal 157 la cual bisecta las vías de ingreso hacia las dos manzanas de tal manera que, para acceder a la manzana 1 se interna en la vía Carrera 80 y en la Transversal 88 para el ingreso a la Manzana 2.

La carrera 80 a la altura de la Manzana 1, se compone de una vía en afirmado con un trazado ligado a un corte topográfico planificado y que facilita la circulación en los dos sentidos. Se refleja sobre su superficie algunos baches producidos por la dinámica del tránsito bajo la acción erosiva del agua. La acumulación de material, saturación y falta de drenaje perimetral en la vía puede ser un generador de infiltración y daños mayores. **Fotografía 1**

En el talud superior se observa un poste con una leve inclinación, sin conexión con los demás elementos que en el momento de la inspección se encuentran verticales, como es el caso del árbol frente al desarrollo de la Manzana 1.

Es prudencial realizar las adecuaciones y mejoramientos sobre todo respecto a obras de drenaje que mejoren las condiciones viales. No se observaron fisuras, pero si hundimientos y acumulación de agua a pesar de que el flujo vehicular es bajo, y el desgaste por este motivo es mínimo.



Fotografía 1. Erosión Laminar y estado vial de la Carrera 80

El muro en el talud superior frente a la manzana 1 del desarrollo está hecho en material de adobe el cual se extiende por toda la carrera 80, implantado a solo unos centímetros en la zona superior de la banca. Se encuentra agrietado por las presiones laterales de la ladera, en su área central se desplomó y como medida de remediación se tiene un remplazo con sacos de suelo, con el fin principal de mantener un cerramiento, lo cual se identifica en la **Fotografía 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

Las grietas evidenciadas son gruesas y mayoritariamente verticales, encontrándose rellenas con material orgánico y facilitando el crecimiento de vegetación, además se han visto fisuras longitudinales proporcionando una lesión severa en el muro y pérdida total de su soporte.

Hacia la entrada del predio, se tiene un muro de cerca de 2 m de altura diseñado en módulos de concreto con columnas y vigas al parecer reforzadas, exhiben mohosidad en su parte superior y acumulación de basura en su piso.



Fotografía 2. Muros de Cerramiento en la parte alta y baja de la Carrera 80

El ingreso a la manzana 1, se hace por un portón metálico confinado por dos columnas, que a su vez se une a un cerramiento en malla eslabonada que se encuentra entrelazada con maleza.

En relación a la vía se tiene un desnivel que permite el avance de las aguas transportadas por el acceso (sin estructuras de drenaje), al interior de la manzana.



Fotografía 3. Acceso por Portón Metálico a la Manzana 1

Los predios de la manzana comparten una única placa que se muestra en la **Fotografía 3** identificada como Cra 80 No 152-88.

Al interior de la Manzana 2, se tiene un patio común ubicado en la zona central del desarrollo, que reparte su funcionalidad entre parqueadero y acceso a los predios perimetrales. Se implanta sobre suelo natural mediante explanación sin nivelar y de manera insuficiente para la fundación. Sobre este se han dispuesto escombros provenientes de la construcción, y se han tapado con retazos de alfombra, donde el acople imperfecto descubre con algunas aberturas suelo mixto entre afirmado y vegetación. **Fotografía 4**



Fotografía 4. Parqueadero interno con alfombra en retazos; escombros de la construcción

El desarrollo hace parte de un asentamiento familiar, con diferencias constructivas en los seis predios que componen la Manzana. El material usado para la construcción varía entre madera y concreto, para viviendas con altura de hasta dos pisos, por lo tanto difieren en su condición estructural y algunas de ellas utilizan como cimentación pilotes en madera que conducen la carga a lo que se supone es una viga de amarre, no se pudo realizar esta comprobación por dificultades en el ingreso.

En el costado norte de la Manzana se halló un área de disposición de basura y escombros, terreno que se encuentra sostenido por sacos de suelo. Limítrofe al Colegio Liceo de Boston, se divisa un muro de cerramiento escalonado hecho en mampostería y al parecer con columnas de concreto separando los módulos que lo componen. En su área cercana hay una mayor densidad de vegetación y mayor cantidad de humedad. En la **Fotografía 5** se muestra la concentración vegetativa desde afuera del muro y dentro del muro, sin evidencias de deformaciones o inclinaciones en sus fustes.



Fotografía 5. Muro de Cerramiento limítrofe de la Manzana 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

Manzana 2

Respecto a la Manzana 2, sobre la Transversal 88, la vía de acceso y la forma de implantación de la zona urbanizada es similar a la de la Manzana 1, a pesar de su distancia de separación. Presenta un muro de cerramiento en la parte alta hecho en mampostería con columnas estructurales intermedias con una altura aproximada de 3 m. La vía no posee cunetas perimetrales o manejo de aguas de escorrentía.

La porción de la ladera bajo el Muro de cerramiento, presenta un ligero movimiento denotado por la inclinación en los dos postes marcados en la **Fotografía 6** con círculo amarillo.



Fotografía 6. Vista de la vía Transversal 88 en inmediaciones con la Manzana 2 del desarrollo Tuna Alta Campestre.

Dicha porción se ha vegetalizado y presenta aberturas concernientes a flujos y drenajes provenientes de la ladera superior. Sobre la vía se observan ahuellamientos producto de la erosión y que marca una dirección de flujo del agua superficial. Hay diferencias notables de nivel en el afirmado por desgaste de la superficie.



Fotografía 7. Pequeños flujos, desgaste y ahuellamiento del tramo vial frente a la Manzana 2

La Manzana 2 se ha construido de manera escalonada con angostos tramos peatonales que funcionan como separadores entre los predios y que se han ido adaptando a la topografía abrupta mediante cortes deficientes. Estos pequeños corredores tienen un solado de cemento sobre la tierra natural, descubriendo por franjas el desgaste y deterioro del material.

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

Al final de los predios en el costado noroccidental, se tiene como límite un cerramiento en lona y tejas con maleza y escombros que truncan la visibilidad.

El sector se compone por una ladera estructural receptora de humedad. Al tratarse de material matriz soportado suelto, en pendientes abruptas, la recarga hídrica configura un escenario notorio de vegetación.



Fotografía 8. Implantación de las viviendas en la manzana 2. Corredores internos sobre coluvión, cubiertos parcialmente con solado de limpieza (Imagen-izquierda).

8 EVALUACIÓN DE LA AMENAZA POR MOVIMIENTOS EN MASA

8.1 METODOLOGÍA

En el año 1989 se presentó el Sistema Cuantitativo de Evaluación para Zonas Homogéneas SES (Ramírez, 1989; Ramírez y González, 1989) usado en Colombia para zonificaciones de amenaza por deslizamiento a escala intermedia[2] y que se constituye como herramienta de análisis para evaluar y zonificar el nivel de amenaza relativa a los procesos de remoción en masa.

Para realizar la evaluación de la amenaza se tomó como referencia la establecida en el Plano Normativo "Amenaza por Remoción en Masa" de la Resolución 0751 de 2018 de la Secretaría Distrital de Planeación – SDP; el plano mencionado fue ajustado a un nivel de mayor detalle y actualizado mediante el reconocimiento de campo y la incorporación de nueva información existente (**Figura 2**).

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

[2] *SCG-Sociedad Colombiana de Geotecnia, ISBN 958-33-9676-1; Artículo: Ecuaciones del Sistema Semicuantitativo de Evaluación de Estabilidad de Zonas Homogéneas (SES) para su uso en SIG, Alvaro J. González García.2006*

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

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

Tabla 7 Criterios de evaluación de estabilidad

Zonas Homogéneas	Detonantes
Tipo de Material (M): Rocas, depósitos y materiales intermedios. Influencia de discontinuidades y estructuras, analizados como Geología.	Factor Antrópico (A): Sobre carga, descargas, infiltración de aguas y manejo de aguas servidas, intervención del drenaje, explotaciones mineras.
Relieve (R), analizado como Geomorfología.	Clima (C)
Drenaje (D), analizado como Hidrografía	Sismicidad (S)
Uso del suelo y cobertura vegetal (U)	Erosión (E)
Procesos dinámicos, como criterio para calibración en campo	

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

La cobertura de procesos dinámicos se emplea como parámetro de calibración; en consecuencia, se cartografían estrictamente en campo, procesos activos o potenciales en los que se considera la tendencia a la propagación y grado de actividad.

Partiendo de lo anterior y teniendo en cuenta la calificación de amenaza con base en el Plano Normativo, la información disponible, así como la escala y finalidad de este concepto, para realizar la evaluación de la amenaza se siguió el proceso metodológico que se describe a continuación:

- Se realizó la revisión de antecedentes que ya fueron presentados, particularmente en lo que tiene que ver con la existencia de estudios precedentes, conceptos técnicos de riesgo y diagnósticos técnicos existentes dentro del asentamiento o su área de influencia directa.

- Se consultó la cartografía básica buscando la identificación de unidades geológicas superficiales, geomorfología y procesos morfo dinámicos activos o potenciales, pendientes, posibles zonas homogéneas, mecanismos de falla y caracterización del drenaje.

- Se consultó la información temática complementaria como cobertura y usos del suelo, así como identificación de los potenciales factores detonantes: precipitaciones, factor antrópico (cortes, rellenos, manejo de aguas de escorrentía y superficiales) y, eventualmente, la sismicidad.

- Se llevó a cabo el respectivo control de campo para realizar el ajuste de la información a la escala del presente concepto y a las condiciones físicas actualmente existentes.

A partir del cruce de la información anterior se delimitaron zonas susceptibles a la generación de fenómenos de remoción en masa y los factores detonantes con los que se definió la amenaza ante dicho evento para el asentamiento Tuna Alta Campestre de la 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

8.2 EVALUACIÓN DE LA SUSCEPTIBILIDAD

La susceptibilidad a los procesos de remoción en masa del desarrollo consolidado Tuna Alta Campestre, se obtuvo a partir de evaluar los factores que intrínsecamente forman parte de las propiedades y comportamiento del medio como: la geología (tipo de material y estructuras geológicas como fallamiento regional y local), la geomorfología (pendientes y geoformas de las laderas) y la cobertura y uso del suelo. A continuación, se presenta con mayor detalle cada uno de los parámetros evaluados:

8.2.1 TIPO DE MATERIAL (M)

Para la realización de la cartografía detallada de este concepto se utilizó como insumo base la cobertura de Geología generada por el proyecto POT, la cual se hizo a una escala 1:5000 y fue utilizada en la actualización de mapa de amenaza por movimientos en masa de Bogotá, y el estudio de detalle realizado por FOPAE-PI LAMBDA 2005.

La Localidad de Suba se encuentra al norte de Bogotá y la zona de estudio en los cerros de Suba y de la Conejera donde aflora la secuencia sedimentaria de edad Cretácico – Terciario denominada Formación Guaduas, y al mismo tiempo se encuentran hacia los quiebres de pendientes de las laderas, depósitos coluviales. Las estructuras predominantes son el Anticlinal de Suba al norte y el Sinclinal de Suba al sur, hacia el costado occidental se infiere la Falla de la Conejera que es de tipo inverso al parecer buzando hacia el oriente.

En consecuencia el sector Tuna Alta Campestre en las dos manzanas se encuentra sobre la Formación Guaduas sobre el flanco oeste del Sinclinal de Suba. En el área de influencia se presentan rellenos antrópicos para la conformación de las viviendas y vías de acceso.

- **Formación Guaduas, (KPgg):**

Definida por Hettner en 1.892, presenta un espesor variable que fluctúa entre 700 y 1000 m; presenta geoformas onduladas de suave pendiente contrastando con las formaciones Labor Tierna y Cacho, que la infrayacen y suprayacen respectivamente. Se le ha asignado una edad Maestrichtiano Superior – Paleoceno. Los depósitos de esta formación ocurrieron en un ambiente marino para la parte inferior y un ambiente transicional y aluvial para la parte media y superior (Estudio de Microzonificación Sísmica de Bogotá, Ingeominas, 1.995).

Por consiguiente, se caracteriza por las 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. Esta unidad presenta un fracturamiento moderado. En el polígono se presenta un pequeño afloramiento donde se observa una limolita arcillosa de color gris, la cual se encuentra muy alterada producto de la percolación de agua a través de este material. El talud expuesto, es susceptible a procesos de inestabilidad si no se realiza un manejo adecuado en la tala de árboles y captación de las aguas servidas por el desarrollo.

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 9. Imagen de la Formación Guaduas muy alterada y percolada, con capa de suelo orgánico en Manzana 1.

Rellenos Antrópicos (Qra):

Son depósitos conformados por la actividad humana con fines constructivos, donde se busca nivelar el terreno y estructurar los cimientos ya sea para la construcción de viviendas o para la construcción de vías. Esencialmente los rellenos son materiales del mismo suelo, de escombros de construcción, de la formación geológica y de basuras que ocasionalmente son almacenados en sacos y compactados sobre el terreno.

Para Tuna Alta Campestre los rellenos son una mezcla desordenada de material desechado con suelo natural del sitio, con imposibilidad de prever su comportamiento frente a las acciones de una cimentación, del agua, de movimientos, entre otros factores. En el caso particular de la manzana 2, es posible determinar que hay rellenos hetereogéneos visibles en los espacios comunes entre las viviendas, llegando a integrar un terraplén de entre 1 y 2 metros débilmente consolidado y dispuesto a favor de la pendiente. **Fotografía 10**

La manzana 1, presenta para su conformación una explanación más homogénea, y un relleno uniforme al parecer bien compactado. En el costado norte limítrofe al lindero del Colegio Liceo de Boston, el depósito corresponde a los rellenos descritos anteriormente con mayor cantidad de basura y desechos de la construcción y sin ninguna disposición 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



Fotografía 10. Relleno Antrópico entre Predios Manzana 2.

Estructura Geológica

Estructuralmente el desarrollo Tuna Alta Campestre se encuentra en el flanco occidental del anticlinal que conforma el cerro Suba - La Conejera, que según algunos autores podría corresponder al flanco occidental del Sinclinal de Usme, cubierto en este sector por sedimentos cuaternarios de la sabana.

Hacia el costado occidental el área del desarrollo en sus dos manzanas está influenciada por la falla de La Conejera, que corresponde a una estructura de dirección general NNE-SSW que rompe el flanco occidental del anticlinal de La Conejera y posiblemente continua hacia el Sur por el frente occidental de los Cerros de Suba, donde forma contacto abrupto entre el relleno cuaternario y rocas del cretácico. Esta falla tiene el flanco occidental hundido (Estudio PI-Lambda 2005).

En el año 1994 Lobo Guerrero concluye para el estudio del Plan de Manejo Ambiental del Humedal la Conejera que también se presenta la falla del boquerón del Carbón, la cual es una falla de rumbo que se cruza con el fallamiento principal de la formación Guadalupe (Kgu) y la Falla de Suba, que parece ser la definida como Falla de la Conejera en el estudio PI-Lambda en el 2005.

En el año 1997 en un estudio del Ingeominas y la Universidad de los andes se señala la presencia de la falla de Usaquén transversal a las estructuras de la Sabana. La fractura dirige el curso del río Juan Amarillo y corta los Cerros Orientales a la altura de Usaquén. Como elementos que explican esta fractura se citan: la culminación hacia el sur, de los anticlinales de Suba, Cota –

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

Chía y Tabio – Tenjo; la dirección del Río Juan Amarillo y la disminución de altura de los Cerros al norte de Usaquén lo cual indicaría que este bloque norte se hundiría con relación al bloque de los Cerros al sur de la falla. (Estudio PI-Lambda 2005)

- **Sinclinal de Suba**

La estructura constituye un pliegue de la formación Guaduas, asimétrico. Se desconoce la posición del eje sinclinal, pero de acuerdo con el sistema de fallamiento de la zona se estima que es cercano del flanco occidental.

- **Anticlinal de Suba**

El cerro de Suba es un islote que se eleva sobre el plano de la Sabana de Bogotá. Su dirección general es norte con ligera desviación oriental en la parte media; tiene una longitud de 10 km y 1 km de ancho aproximadamente (Deeb Asociados, 1995).

El reconocimiento de las estructuras tectónicas en el sector le confiere a la manzana 2, un estado de susceptibilidad mayor, respecto de la manzana 1 por el paso de la falla la conejera y la bifurcación con la falla el boquerón, sin embargo éstas se encuentran a unos 500 m del desarrollo. No se conoce estado de actividad de la falla, y no presenta eventos sísmicos ni de alerta que se deban tener en cuenta para el presente concepto.

8.2.2 RELIEVE (R)

El énfasis geomorfológico para la determinación de la susceptibilidad a los movimientos en masa en el desarrollo Tuna Alta Campestre está dado en la Morfometría, con base en las características del terreno relacionadas con las pendientes y con las geoformas 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.

- **Tabla 8. 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 clasificación de pendientes utilizada para el análisis fue adaptada de van Zuidam (1985), como se observa en la **Tabla 8**. Para efectos de ubicación de acuerdo al Proyecto de actualización del componente de Gestión del Riesgo para la revisión ordinaria y actualización del Plan de Ordenamiento Territorial del año 2016 el asentamiento obedece a la unidad geomorfológica: Superficie de erosión o aplanamiento (Dsa) para la manzana 1 y a la Unidad Superficies de Aplanamiento o Peneplanicie (Dlpda) para la manzana 2. Se describen de la siguiente manera:

Superficie de erosión o aplanamiento (Dsa): Es la Subunidad asociada a laderas que han sido sometidas a procesos de aplanamiento relatico por diversos agentes degradacionales. Hacen parte de la Unidad Geomorfológica Sierra Anticlinal Denudada y Residual, con forma elongada y de morfología fisiográficamente denominada montañosa o colinada, con crestas agudas o redondeadas. La pendiente suele ser cóncava y convexa.

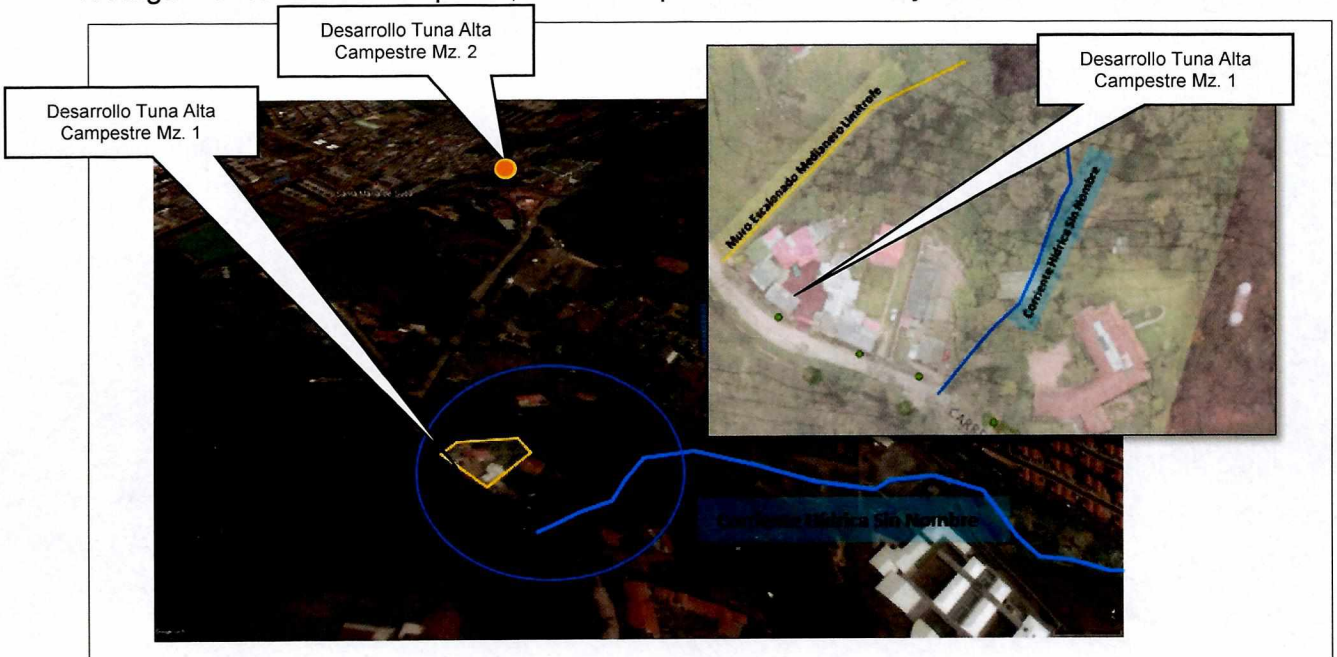
Diagonal 47 No. 77B -09 Interior 11 - Conmutador: 4292801 Fax. 4292833 - Bogotá D.C. - Colombia
Página Web: www.idiger.gov.co y www.sire.gov.co mail: idiger@idiger.gov.co

Superficies de Aplanamiento o Peneplanicies (Dlpda): Superficies de cimas agudas y de morfología alomada, constituida por estratos blandos y duros disectados. Hacen parte de Laderas Estructurales Denudados y Residuales. La pendiente puede ser abrupta.

Para el desarrollo Tuna Alta Campestre se observó que las pendientes que predominan son pendientes moderadas a altas es decir entre 12° y 45°, condición que le atribuye a los desarrollos una susceptibilidad al movimiento expuesta en la migración y transporte de finos, y la acción erosiva que se complementa con el flujo de agua. En cuanto a las características morfodinámicas se presentan algunos procesos de reptación y erosión laminar, sobre todo en los accesos viales, que en general no compromenten la estabilidad de las manzanas en estudio.

8.2.3 DRENAJE (D)

Al costado suroriental del asentamiento Tuna Alta Campestre y a aproximadamente 45 m se encuentra un drenaje natural identificado en un levantamiento que al parecer realizó el Acueducto y Planeación, información oficial suministrada a la Entidad IDIGER. El drenaje se ha marcado en una base cartográfica a escala mayor, por lo cual se ajusta con las curvas de nivel en relación a la densidad de vegetación e individuos arbóreos antiguos que se observan mediante la imagen satelital. El asentamiento colinda con el drenaje pero por la parcelación y levantamiento de muros de separación, no fue posible realizar una verificación al cuerpo de agua. En la zona norte del asentamiento, se observa el muro de cerramiento que se describe en el Item de Caracterización física del presente documento, y que se escalona de acuerdo a la superficie topográfica separando el Colegio Liceo de Boston de la Manzana 1. Entre el muro y los cortes inadecuados del material meteorizado se observa una zona de alta vegetación, por la que aparentemente no transcurre agua, sin embargo, si se le confiere una característica de: zona de alta humedad y de recarga hídrica del talud superior, la cual se puede unir al drenaje identificado sin nombre.



Fuente: Imágenes de Google Earth

Figura 5 Drenaje natural

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 corriente presenta una longitud aproximada de 600 m cuyo paso bordea varios predios hasta atravesar la carrera 90 y desembocar en el colector de la calle 163, no hay cuenca asociada, pero hasta la corona del cerro se tienen aproximadamente 200 m, lo que sugiere una recarga de baja magnitud.

Esta quebrada no se encuentra cubierta por los estudios básicos que ha venido adelantando el IDIGER en el marco del proyecto de actualización del componente de gestión del Riesgo para la revisión ordinaria y actualización del Plan de Ordenamiento Territorial, en lo referente al mapa de amenaza por avenidas torrenciales.

No se evidencia en el cruce material fluviotorrencial reciente en la zona de deposición y de acuerdo al análisis de la estación climatológica Bilbao Maximo Poti del IDEAM, la precipitación media anual es menor a 1149 mm, pero dada la escala del estudio no se puede afirmar que sea una zona de lluvias de alta intensidad.

8.2.4 USO DEL SUELO Y COBERTURA VEGETAL (U)

El uso del suelo hace referencia a las actividades humanas o a las funciones económicas sobre un área específica de forma cíclica o permanente. Por su parte, la cobertura comprende todos los aspectos que hacen parte del recubrimiento de la superficie terrestre, comprendiendo tanto la capa de vegetación natural como los elementos antrópicos.

Es preciso resaltar que la cobertura vegetal influye en la estabilidad de los depósitos de suelos y macizos rocosos a través de efectos que pueden clasificarse como hidrológicos y mecánicos. A este respecto, los hidrológicos comprenden efectos sobre la capacidad de infiltración, la humedad y la evapotranspiración; mientras que dentro de los efectos mecánicos se encuentran el incremento de la resistencia que le proporcionan las raíces al suelo, la protección frente a la erosión o la sobrecarga que los árboles pueden generar sobre las laderas.

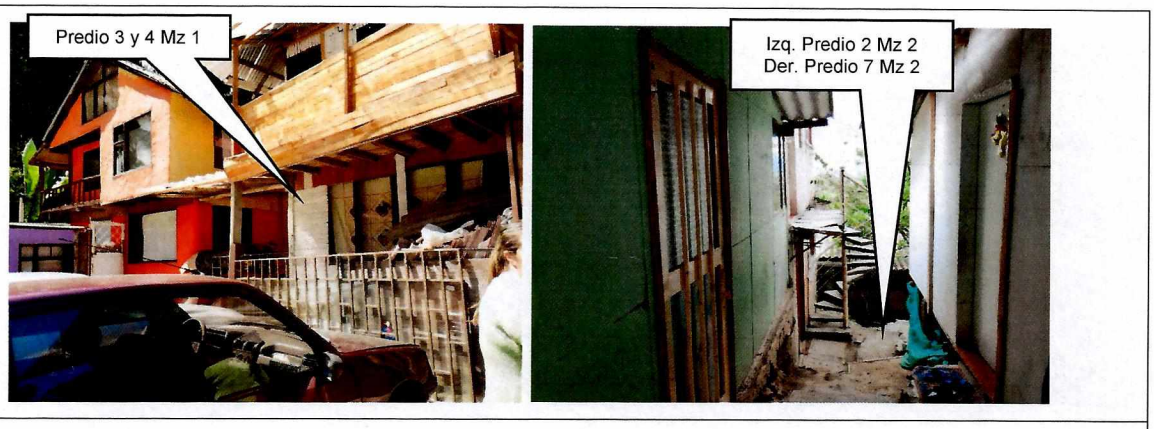
Tanto la localidad como el asentamiento muestran a la vivienda como el mayor número de unidades de uso; a continuación se realiza una descripción de las unidades más relevantes para el desarrollo.

Áreas residenciales

Son las áreas cuyo uso de suelo está destinado como lugar de habitación, para proporcionar alojamiento permanente a las personas. Las viviendas son de 1 a 2 pisos de altura; para la manzana 1 se tienen predios construidos en mampostería, concreto y madera, y en la manzana 2 predios que en su mayoría están construidos en mampostería, ambas presentan condiciones regulares en términos estructurales.

Lo anterior es visible en la **Fotografía 11**.

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. Cobertura y uso del suelo Tuna Alta Campestre. Áreas residenciales.

Acceso vial o peatonal en afirmado.

Corresponde al espacio destinado a la circulación o desplazamiento de personas que no cuenta con una estructura de pavimento y su superficie está conformada por gravas o afirmado. Esta unidad es susceptible a la erosión laminar y a la infiltración de aguas en el terreno, para la manzana 1 corresponde a la Carrera 80 y patio central compartido entre predios (Garaje), y para la manzana 2 corresponde a la Transversal 88.



Fotografía 12. Cobertura y uso del suelo Tuna Alta Campestre. Acceso vial o peatonal.

Áreas de cobertura vegetal

Comprende aquellas áreas que se encuentran cubiertas por pasto. En el desarrollo objeto de estudio el polígono presenta varias áreas con una cobertura de pasto y sin intervención antrópica, por lo tanto las zonas cubiertas por esta unidad son poco susceptibles a la erosión y a la infiltración de agua.

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 13. Cobertura y uso del suelo Tuna Alta Campestre. Área de cobertura vegetal

En las Fotografías 11 ,12 y 13 se muestra la cobertura y uso del suelo del desarrollo Tuna Alta Campestre, para las Manzanas 1 y 2.

8.3 EVALUACIÓN DE LOS DETONANTES

8.3.1 FACTOR ANTRÓPICO (A)

La intervención antrópica del desarrollo Tuna Alta Campestre en definitiva ha transformado el suelo con la tendencia al crecimiento del asentamiento. Las dos manzanas están inmersas en un sistema natural detonando una fragmentación ecológica, con el desarrollo irregular de la urbanización.

La implantación de las viviendas de entre uno y dos pisos abarca procesos de autoconstrucción, como de planificación estructural no técnica, que han requerido en conjunto la configuración de taludes de corte y excavaciones que han modificado la superficie original, utilizando como ayuda la cimentación con ciclópeo, pilotes en madera, rellenos confinados y en algunos casos la utilización de sacos de suelo.

Entre las actividades que actúan como detonantes se encuentran la deforestación, cambios morfológicos del terreno, y sobrecargas de las laderas.

Explanación: Comprende a las áreas que han tenido actividades de remodelación del terreno natural para conseguir una superficie deseada. Estas operaciones pueden incluir excavaciones, retiro del terreno natural, extensión y compactación de materiales inapropiados. En la manzana 1 se cuenta con parqueadero y patio trasero, y en la manzana 2, una intervención escalonada con cortes, rellenos y un patio trasero.

Zonas urbanas de uso principalmente residencial, con vías sin pavimentar: Representa los accesos peatonales no pavimentados. Este factor antrópico está relacionado con el volumen de aguas lluvias que se infiltra en el terreno; resaltándose a este respecto que el mayor volumen de infiltración se presenta en las áreas donde cambia la pendiente topográfica, mientras que en las zonas de mayor pendiente el agua se escurre sobre las superficies de la vía generando erosión laminar.

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

8.3.2 CLIMA (C)

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 DC por IDIGER 2016, el territorio se zonifica en función de la relación lluvia – deslizamiento, para lo cual, se adquiere información, cuando es posible, de las lluvias antecedentes acumuladas en las estaciones pluviométricas cercanas a los desarrollos. En este ítem se pretende analizar datos meteorológicos para identificar el comportamiento de variables físicas de relevancia.

De acuerdo a los escenarios de cambio climático para la ciudad de Bogotá, en los próximos años se espera un incremento de la temperatura entre 0.8 °C y 2.2 °C y un incremento de la precipitación media de hasta un 10%. Estos cambios proyectados traerán consigo el aumento de la intensidad, la duración y la frecuencia de los fenómenos meteorológicos (lluvia intensa – tormenta), descarga eléctrica (rayo), granizo (vendaval), así como hidroclimáticos extremos (crecientes y desbordamientos súbitos, inundaciones súbitas), los cuales pueden generar impactos importantes. De igual forma los efectos del cambio climático sobre el ciclo hidrológico y el ciclo de los sedimentos podrían generar alteraciones en la disponibilidad del agua para los diferentes usos y modificaciones importantes en la escorrentía, entre otros.

Los fenómenos de variabilidad climática (El Niño y La Niña) ocurridos en los últimos años tienen incidencia en la generación de movimientos en masa en la medida en que el contenido de humedad del suelo varía con la estacionalidad de los periodos húmedos y secos, representados en cambios en su intensidad, duración y/o frecuencia, dando lugar a la modificación de los parámetros de resistencia de los materiales con la posibilidad de reactivación de antiguos procesos o de la generación de otros nuevos.

Según el documento "*Estudio de la Caracterización Climática de Bogotá y Cuenca Alta del Río Tunjuelo*" adelantado por el FOPAE y el Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales – IDEAM, 2007, se consideró dentro del presente concepto técnico la información correspondiente a la caracterización climatológica del área de estudio.

Tabla 9 Caracterización climática

PARÁMETRO	VALORES IDEAM 2007
Temperatura media anual:	15 a 16 ºC
Distribución espacio-temporal de precipitación	De tipo bimodal (lluvia entre febrero a mayo y septiembre a noviembre).
Precipitación media anual:	800 - 900 mm
Precipitación mensual máxima:	100 - 110 mm
Brillo Solar medio mensual:	1.400 – 1.500 horas
Clasificación climática:	B1: Ligeramente húmedo

A continuación se presenta en la Figura 6 los datos de precipitación mensual recopilados para los años con registro en la estación Bilbao Máximo Poti (IDEAM) contrastados con un promedio histórico.

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

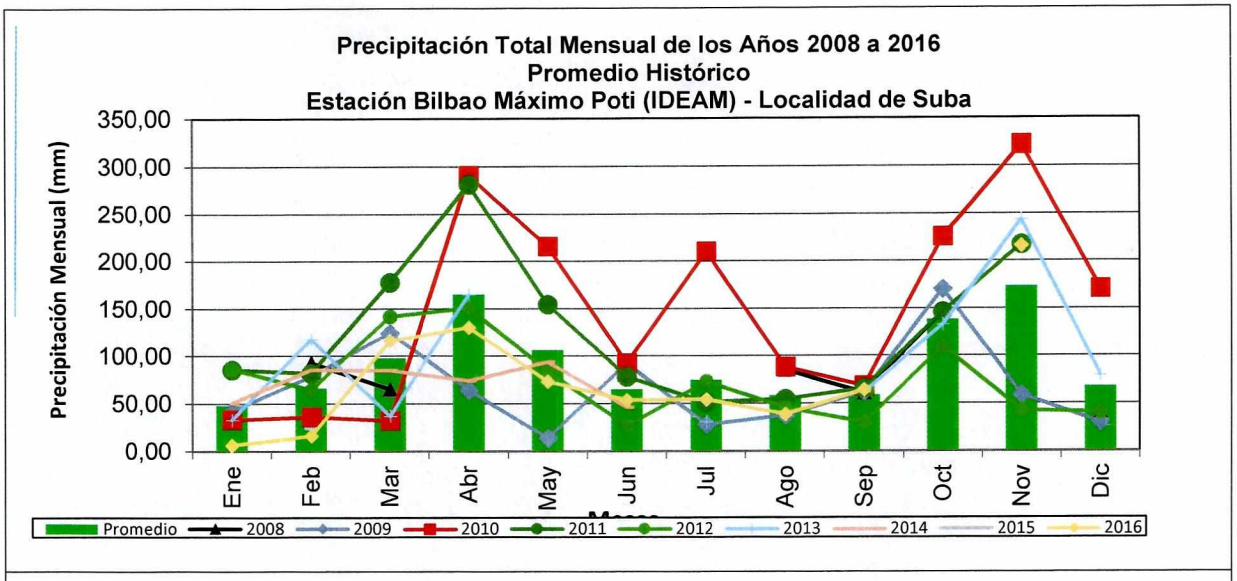


Figura 6 Precipitación mensual 2008 a 2016

La estación BILBAO MÁXIMO POTI perteneciente al IDEAM, de la localidad de Suba tiene registro pluviométrico desde el año 2001 y dejó de estar activa en abril del 2018. Para el desarrollo Tuna Alta Campestre la precipitación es alta, y en efecto la planificación y control adecuado de la infraestructura para garantizar una vida útil significativa en el asentamiento está intrínsecamente relacionado con la precipitación analizada.

De acuerdo al Estudio de Detalle realizado por PI-LAMBDA (2005), se analizó y consultó la información encontrada en la estación instalada en la Escuela Colombiana de Ingeniería, en el año 1.986. Como se deduce de ésta información, la temperatura promedio de la ciudad de Bogotá es de unos 14°C, con variaciones entre 11 y 17 °C. Con respecto a la evaporación, se encuentra una tendencia más o menos uniforme a lo largo del año con valores medios entre 90 y 100 mm, exceptuando los meses de enero, febrero y marzo, en donde se registran valores extremos mayores a 250 mm.

Debido a que no se obtuvieron registros diarios de la Estación Bilbao Máximo Poti, ni mensuales antes del año 2008, se realizará una relación de la incidencia de las lluvias en los procesos de acuerdo a los valores totales mensuales en los que se encuentran los diagnósticos DI-5687, DI-4652, DI 4657, y DI-5577 ocurridos entre los años 2010 y 2011.

- La Estación BILBAO MÁXIMO POTI reportó para el año 2010 en el mes de mayo, una precipitación total mensual de 215.8 mm que corresponde al dato más alto para el mes de mayo en comparación a los demás años del registro (2008 a 2016) y al cuarto mayor para el año 2010. Es difícil concluir una relación detonante de las lluvias y el evento DI-4652 ocurrido el 22 de mayo de 2010, sin embargo el valor de la precipitación puede ser considerado como alto, y sus características descriptivas asocian la falta de drenaje para su ocurrencia. Caso similar al evento DI-4657 del 22 de Junio de 2010, cuyo valor total es de 92.3 mm, que a pesar de disminuir su lámina de agua evaluada sigue siendo el mayor valor comparado con los años de registro.
- De acuerdo al análisis anterior, se analiza el DI-5577 del 15 de mayo de 2011 y el DI-5687 del 22 de julio de 2011. La Estación BILBAO MÁXIMO POTI para los meses concernientes

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

tiene valores de 154.2 mm y 51 mm respectivamente. Para la fecha de mayo, se registra el segundo valor máximo en el historial de registros entre el 2008 y 2016, y supera el valor medio del año 2011, lo cual podría relacionarse como un detonante del evento ocurrido en el DI-5577. Por otro lado, en julio, se presenta una precipitación muy inferior tanto para el año como para el registro histórico, por tanto se desvincula el factor detonante al evento DI-5687.

La precipitación es el factor que comúnmente se asocia con los fenómenos de remoción en masa, debido a que la mayoría de los deslizamientos ocurren después de aguaceros de gran magnitud, o durante los periodos lluviosos, ya que al producirse la precipitación, el agua puede ser conducida por la superficie en forma de escorrentía o puede filtrarse a través de ella. El primero de estos dos fenómenos ocasiona problemas de erosión, principalmente en zonas donde no hay cobertura vegetal, donde la presencia de surcos y cárcavas puede hacer al talud susceptible al deslizamiento por medio de la infiltración, el agua procedente de la lluvia puede actuar en el talud o ladera de varias formas.

8.3.3 SISMICIDAD (S)

El Estudio para la estimación de la Amenaza sísmica efectuado por el Servicio Geológico Colombiano y la Asociación Colombiana Ingeniería Sísmica presentado en La Norma Sismo Resistente (NSR-10) clasifica a la ciudad de Bogotá dentro de una zona de amenaza sísmica intermedia, para los que espera un coeficiente de aceleración horizontal pico efectiva (Aa) igual a 0.16g en superficie. Por su parte, el área de estudio se encuentra en zona de respuesta sísmica "Cerros", según lo dispuesto por la microzonificación sísmica adoptada mediante Decreto Distrital 523 de 2010 (ver Tabla 10) que corresponde con valores de aceleración pico efectivo en superficie del terreno cercanas a los 220 gales.

Tabla 10 coeficientes sísmicos de diseño Manzana 1 y Manzana 2

Parámetro	Unidad	Valor
Zona de respuesta (Decreto 523 de 2010)	N.A.	Cerros
A_0 - Aceleración horizontal pico en superficie (g)	g	0.18
Coeficiente de sitio Fa Tr- 475 años	Adim	1.35
Coeficiente de sitio Fv Tr- 475 años	Adim	1.30
T_L - tiempo de caída periodos largos	Segundos	3.0

De acuerdo al literal H.5.2.5 de la NSR-10, el coeficiente sísmico de diseño para análisis seudoestático de taludes KST tiene valor inferior o igual a de la aceleración máxima para periodo cero, se admiten por consiguiente valores mínimos de Kst/amax, dependiendo del material y del tipo de análisis.

Una vez consultado el SIRE de IDIGER, dentro del registro histórico de eventos de movimientos en masa para el sector no se han reportado eventos cuyo detonante principal o contribuyente sea el sismo.

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

8.3.4 EROSIÓN (E)

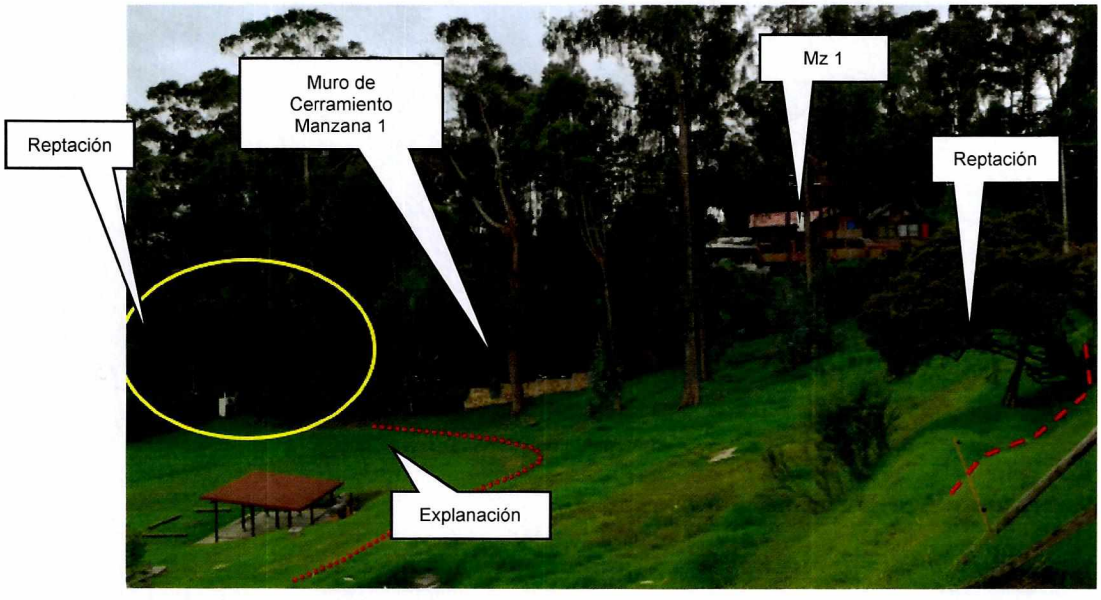
En consideración a que el asentamiento Tuna Alta Campestre se encuentra altamente consolidado y con áreas abiertas, durante la inspección visual realizada en la visita de campo, se evidenció que los cortes en los depósitos recientes realizados sin control generan inestabilidades puntuales, relacionadas con eventos erosivos superficiales que se deben a causantes como la intervención antrópica, la pérdida de cobertura y la falta de control de aguas.

8.4 PROCESOS MORFODINÁMICOS

Para la clasificación de los Procesos Morfodinámicos presentes en el área se empleó La Propuesta Metodológica para el Desarrollo de la Cartografía Geomorfológica para la Zonificación Geomecánica del Servicio Geológico Colombiano (2004), de lo cual se tiene que en el sector de asentamiento del desarrollo Tuna Alta Campestre se presentan en pequeños grados de magnitud: Reptación, Erosión y Explanación.

- **Reptación**

La reptación se refiere a un movimiento lento del terreno en donde no se distingue una superficie de falla. La reptación en este sector se observa por la Inclinación del árbol en la parte superior de la ladera, sin representar una separación de material en el desplazamiento que realiza. (**Fotografía 14**).



Fotografía 14. Reptación en la parte superior de la ladera en el Colegio Liceo de Boston

El movimiento es puntual, y no compromete la estabilidad general de la ladera, sin embargo, por el tipo de pendientes en el sector, se sugiere realizar un monitoreo visual con el fin de evitar movimientos fluidos. Con círculo amarillo, y en el costado inferior bordeando el muro de cerramiento de mampostería, se inicia un movimiento de reptación perceptible por una leve inclinación de los árboles de gran altura que conforman la ladera.

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

- **Reptación y rellenos artificiales**

En la manzana 2, y en el patio trasero de la zona común, hay un terreno deprimido que presenta un relleno con material de excavación, y sin una adecuada protección del talud conformado. Limítrofe se encuentra una zona de pastos con una invasión reciente que hacia el occidente se confina con el paso de la Cra 90.

El material dispuesto de manera antitécnica permite mayor grado de infiltración de agua en el terreno, y tal como se observan en la **Fotografía 15**, el relleno se encuentra desconfinado y sobrecargado en pequeñas zonas, mostrando una inclinación en algunos árboles.



Fotografía 15. Inclinación de árboles recientes en el talud de corte Manzana 2

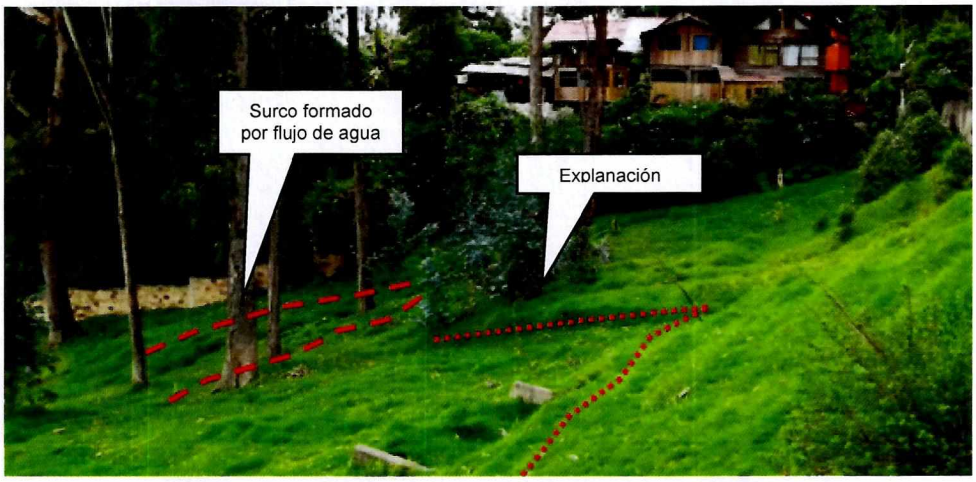
- **Superficie de Explanación:**

La explanación es un plano de allanamiento hecho en laderas con pendientes irregulares y que se acondicionan en el terreno con fines constructivos, y en este caso como funcionamiento de un campo deportivo y zona verde del colegio Liceo de Boston. Una segunda superficie se observa en la zona central con huella de corte viejo posiblemente para la implantación de la obra en concreto que parece ser un drenaje sin funcionamiento. La superficie se marca con un talud de corte perimetral como se observa en la **Fotografía 14**

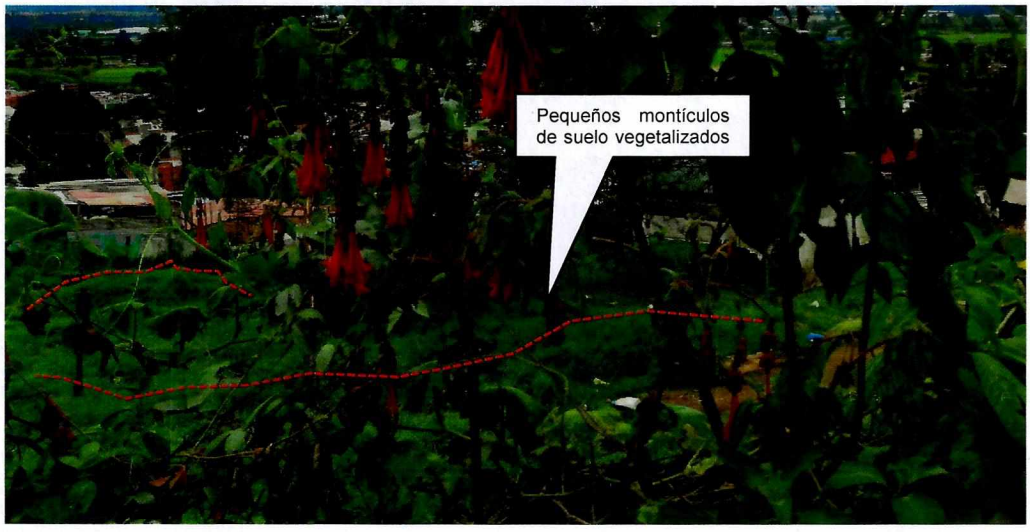
- **Erosión en surco:**

Corresponde a suelo superficial desconfinado que ayudado por la saturación y recarga hídrica arrastra y lleva consigo material, profundizando a su paso y conformando una especie de canaleta natural, este material pierde la capacidad de soporte y es acumulado de manera irregular en montículos ladera debajo, generando cargas y presiones no previstas. La Manzana 1, en inmediaciones del colegio Liceo de Boston, presenta surcos poco profundos limítrofes a las zonas de explanación como se observa en la **Fotografía 16**. La Manzana 2, por su lado, en sus terrenos colindantes, presenta pequeños montículos vegetalizados como se observan en la **Fotografía 17**

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 16. Explanación y surcos de material en la ladera del Colegio Liceo Boston



Fotografía 17. Montículos de pequeños movimientos puntuales en la ladera bajo la Mz 2

Los procesos que se relacionan son limítrofes y es conveniente que tengan un monitoreo visual, sobre todo por la acumulación de agua en temporada de lluvias, sin embargo ninguno confiere inestabilidad general a la ladera.

8.5 ANÁLISIS DE LA AMENAZA POR MOVIMIENTOS EN MASA

Considerando la metodología descrita en el Numeral 8 de este documento y todos los parámetros mencionados en los Numerales precedentes (8.1 a 8.4), se realizó la categorización de la amenaza por movimientos en masa, para los predios del desarrollo Tuna Alta Campestre, como se muestra en el mapa de Amenaza (Anexo 1 y Anexo 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

Así, se determina que la susceptibilidad de las laderas a los movimientos en masa del asentamiento Tuna Alta Campestre, es de nivel medio y bajo, asociado a las pendientes del terreno y la implantación en cortes sin diagnóstico técnico del asentamiento urbanístico.

Para que el desarrollo en estudio genere movimientos en masa debe materializar la acción conjunta de los factores geológicos, hidrológicos y geomorfológicos y la interacción de estos entre la susceptibilidad de los materiales del sector y los detonantes que actúan allí.

La actividad antrópica en el sector es un acelerador de los agentes naturales para la activación de los movimientos en masa; se ha generado un incremento de cargas consecuencia de la reconformación del terreno modificando las condiciones de esfuerzos a los que se encuentra sometido el suelo. La zonificación sísmica define un valor de aceleración sísmica considerable, al igual que la precipitación media anual, por lo cual no se descarta que los sismos, la precipitación o infiltración de agua al suelo, puedan contribuir como detonantes de movimientos en masa, especialmente el agua actuando como agente de meteorización.

A continuación se presenta la descripción del resultado de la zonificación de amenaza del asentamiento, que se puede apreciar en el Anexo 1 Mapa de zonificación de amenaza por movimientos en masa del Tuna Alta Campestre Manzana 1 y Manzana 2.

ZONA DE AMENAZA MEDIA POR MOVIMIENTOS EN MASA:

El análisis de los antecedentes, reconocimiento de campo, características geológicas, geomorfológicas y procesos morfodinámicos relacionados con movimientos en masa locales corresponden a movimientos muy lentos sin superficie de falla en zonas con alta humedad y taludes expuestos a filtración. La amenaza por movimientos en masa se determina con la interacción entre la susceptibilidad de los materiales del sector y los detonantes que actúan allí. Las áreas para el desarrollo Tuna Alta Campestre se categorizan en Amenaza Media por Movimientos en Masa y corresponden a laderas que localmente presentan una pendiente 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. Si en consecuencia el material que conforma el talud es saturado por aguas de escorrentía o servidas de los predios de las manzanas, se genera un aumento de presión de poros disminuyendo el esfuerzo efectivo y facilitando el proceso de remoción, además las arcillolitas con intercalaciones de arenisca presentes buzan en dirección de la pendiente, de tal forma que los procesos reptativos en esta zona deben ser monitoreados.

Adicionalmente, los rellenos antrópicos sobre los que se han construido algunas viviendas no presentan espesores considerablemente grandes, por lo cual, se estima que de presentarse falla de estos materiales, ésta tendería a ser superficial.

Para el desarrollo Tuna Alta Campestre la amenaza Media por Movimientos en Masa abarca el 100% del polígono, debido a que no se le cambió la condición de amenaza, al no presentar procesos morfodinámicos relevantes en el polígono (Véase la Tabla 11 y Tabla 12).

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 11 Predios que presentan cobertura en amenaza media en el asentamiento Tuna Alta Campestre, Manzana 1

Manzana	Predios
1	1 a 6
Acceso vehicular Carrera 80	

Tabla 12 Predios que presentan cobertura en amenaza media en el asentamiento Tuna Alta Campestre

Manzana	Predios
2	1 a 7
Acceso vehicular Transversal 88	

9 EVALUACIÓN DE AMENAZA DE INUNDACIÓN POR DESBORDAMIENTO

En el asentamiento sólo la manzana 1 presenta una corriente de agua menor, que no se considera pueda generar eventos de inundación por desbordamiento. Se encuentra con un nivel de amenaza considerado inferior al bajo señalado el Plano Normativo de "Amenaza de Inundación por Desbordamiento" (Resolución 1060 de 2018)

10 EVALUACIÓN DE VULNERABILIDAD

La vulnerabilidad se puede expresar como la relación entre la exposición y la resistencia al fenómeno amenazante, donde la exposición es el grado en el que un sistema o sus elementos componentes están sometidos a la acción de un fenómeno potencialmente peligroso (solicitación) y la resistencia es la capacidad de los elementos expuestos para enfrentar y amortiguar los efectos de su acción (fragilidad).

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

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

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

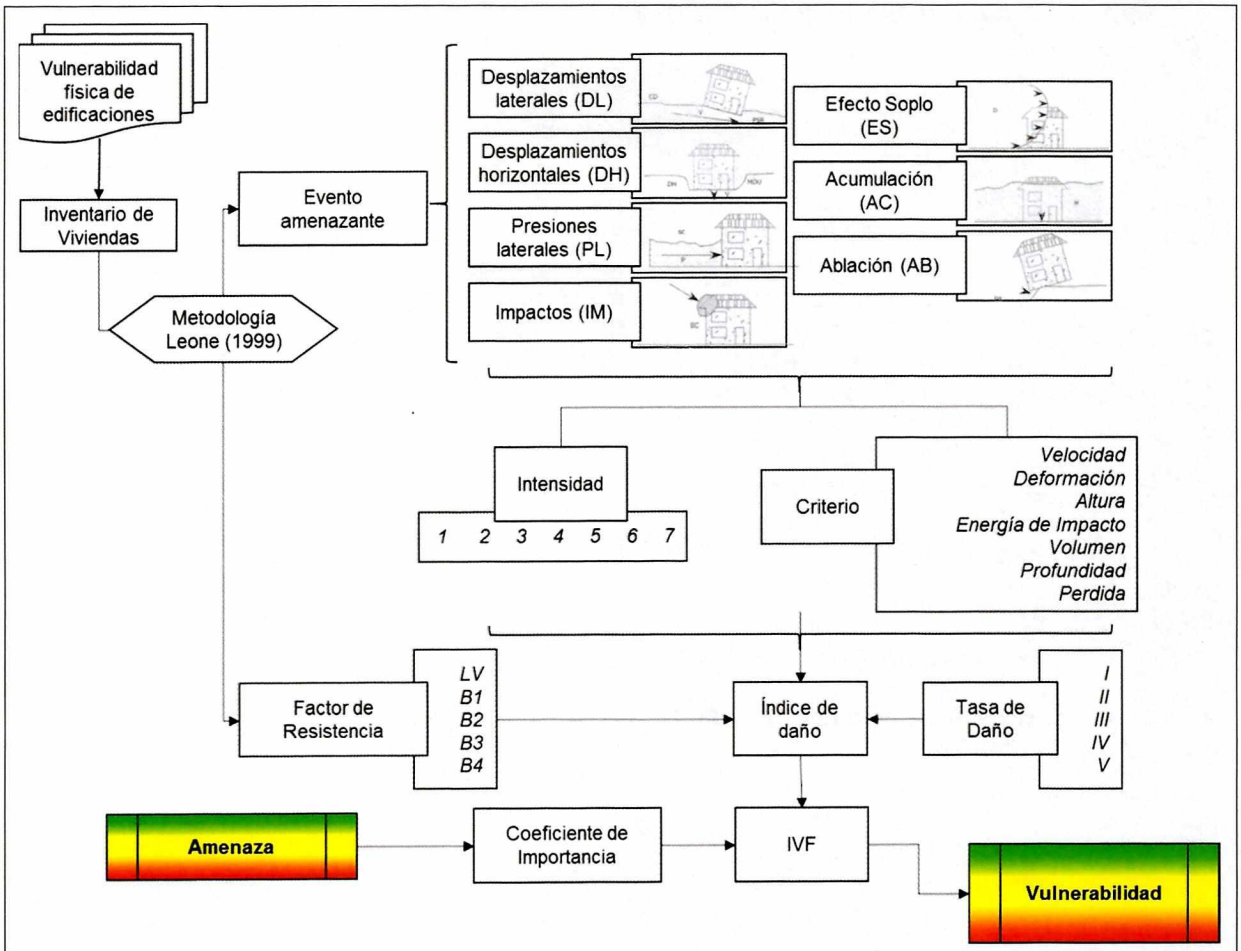


Figura 7 Flujo de trabajo para determinar la vulnerabilidad física de las edificaciones

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.

TIPIFICACIÓN DE VIVIENDAS

Para la determinación de la resistencia del elemento expuesto, se obtuvo la tipificación de las viviendas según el criterio de Leone[3] (Tabla 13)

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

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 13. Clasificación utilizada en el sector para determinar la tipología de vivienda.

TIPO DE EDIFICACIÓN	DESCRIPCIÓN
LV	Corresponde a lotes vacíos
B1	Construcciones de muy mala calidad, sin fundación ni ligazón estructural. En nuestro medio se les denomina tugurios o ranchos.
B2	Construcciones de calidad regular o mala. No tienen refuerzo estructural ni fundación adecuados. Para la zona de estudio, se pueden catalogar dentro de este grupo las casas en mampostería no reforzada o prefabricadas simples.
B3	Construcciones de calidad regular o buena, realizadas con materiales tradicionales (concreto, mampostería, hierro, etc.), de hasta tres niveles.
B4	Construcciones de muy buena calidad, con refuerzo estructural y adecuada cimentación, de más de dos niveles.

Para la evaluación de la vulnerabilidad de las viviendas se determinó la tasa de daño de acuerdo tanto al tipo de solicitud (magnitud del evento) como a la tipología de la vivienda (resistencia del elemento expuesto); en la Tabla 14 se presenta la matriz de daño utilizada.

Tabla 14 Matriz de daño utilizada (Tomada de Leone 1996). Relación solicitación, tipología y tasa de daño

	Clase de solicitación	Tipología de vivienda			
		B1	B2	B3	B4
ACUMULACIÓN (AC)	AC1	0,05	0,05	0,05	0,01
	AC2	0,1	0,1	0,1	0,05
	AC3	1	1	1	0,5
	AC4	1	1	1	1
PRESIÓN LATERAL CONTINUA (PL)	SC1	0,6	0,6	0,6	0,6
	SC2	0,7	0,7	0,7	0,7
	SC3	1	1	1	1
DESPLAZAMIENTOS LATERALES DOMINANTES (DL)	VL1	0,3	0,2	0,1	0,1
	VL2	0,4	0,3	0,2	0,2
	VL3	0,6	0,5	0,4	0,3
	VL4	1	0,9	0,8	0,7
	VL5	1	1	1	1

De acuerdo con los parámetros verificados y la caracterización de amenaza, se tiene que en las viviendas que conforman el asentamiento Tuna Alta Campestre se presentan las siguientes solicitaciones:

- El predio 1 de la Manzana 1 pueden estar sometido a presiones de tierra (empujes - PL) en caso de materializarse un movimiento en masa, que se reflejaría en daños ligeros a medios en los muros de cerramiento de las estructuras. Lo anterior considerando que la ladera superior atravesando la vía ejerce una carga con muy poca influencia en predios enunciados. Respecto a la Manzana 2 la presión lateral se considera en los predios 2, 3 y 7 que por sus condiciones de corte reciben la presión del predio 1 y su talud de conformación, caso similar para el predio 3 y 7.

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 3 a 6 pueden estar sometidos a desplazamientos laterales (DL), producidos esencialmente por gravedad y peso liberado en los procesos de desconfinamiento para la implantación de la urbanización en la parte alta. Se prevé en este caso deformación en el terreno y por ende asentamientos con afectación en muros y estructura de confinamiento de las viviendas. Los predios 3, 4 y 5 presentan una irregularidad en la pendiente y un marcado desnivel del Colegio Liceo de Boston respecto a La Manzana 1 del desarrollo en estudio. La manzana 2 con los predios 1, 4, 5 y 6 pueden presentar un desplazamiento lateral materializado en asentamientos y desplazamientos para los que se ubican cerca a la ladera.
- El predio 2 de la Manzana 2 presenta Desplazamiento Vertical (DV), caracterizado en el lote por un asentamiento diferencial con movimiento dominante en el eje vertical en caso de fallos en la estructura de cimentación.

Se identificó en la visita a Campo, para el desarrollo Tuna Alta Campestre que en los 13 predios se encuentran edificaciones. En las Fotografías 18 a 21 pueden verse algunos de los predios del sector en donde se evidencia una tipología típica de edificaciones. En general se presentan viviendas de hasta dos pisos en las que no se evidencian daños o deformaciones asociados a movimientos en masa, pero si un estado irregular de construcción de la edificación.



Fotografía 18. Manzana 1 Predios. 3,4 y 5



Fotografía 19. Manzana 1 Predios 1 y 6



Fotografía 20. Manzana 2 – Predios 7, 2 y 3



Fotografía 21. Manzana 2 – Predio 4

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

En la Figura 8 se puede observar para las edificaciones del asentamiento Tuna Alta Campestre el porcentaje de predios en función de cada tipología, así como del número de pisos. Esta información es producto de la visita de campo realizada al desarrollo en mención.

De acuerdo a la revisión adelantada durante la visita de campo, se determinó un predominio de viviendas con calidad regular (B2 ≈ 85%) que corresponde a construcciones de calidad regular o mala. No tienen refuerzo estructural ni fundación adecuada. Para la zona de estudio, se pueden catalogar dentro de este grupo las casas en mampostería no reforzada o prefabricadas simples y construcciones tradicionales, o en mampostería sin confinar o con confinamiento deficiente, compuestas principalmente por estructuras de dos (2) pisos, un 15% fue catalogado como B1, por ser viviendas en madera y con un proceso de cimentación muy deficiente.

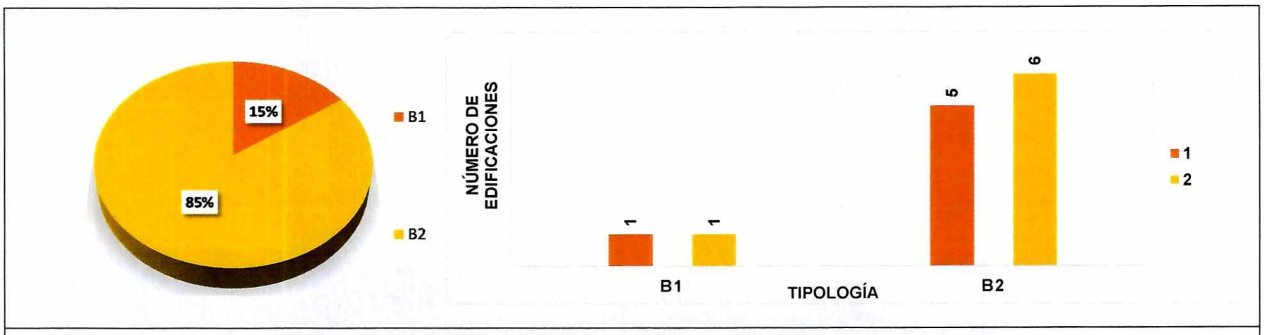


Figura 8 Número de pisos de las edificaciones en el desarrollo Tuna Alta Campestre

La probabilidad de ocurrencia de los procesos potenciales y su naturaleza demandan resistencias diferentes ante cada tipo de solicitación. Por tales razones y por las características estructurales que presentan las viviendas en el desarrollo, ofrecen una moderada resistencia ante las eventuales solicitaciones. A continuación se define la condición de vulnerabilidad física del asentamiento Tuna Alta Campestre:

- **Vulnerabilidad Media**: Abarcan el 92% de las edificaciones, se caracterizan por estar sometidas a impactos provenientes de presiones laterales y desplazamientos horizontales, con velocidades de movimiento del orden del centímetro al año. Las viviendas en su mayoría presentan estado completo de construcción sin supervisión, con tipología de mampostería mal confinada y cuya cimentación es concreto ciclópeo o pilotes de madera amarrados a viga cimentante. Ver Anexo 3, Anexo 4 y Figura 9

- **Vulnerabilidad Baja**: Abarcan el 8% de las edificaciones, presentan construcciones semiconfinadas y confinadas con sistema de cimentación en ciclópeo en los lugares donde fue posible identificar. La edificación con vulnerabilidad baja no se encuentra sometida a procesos de inestabilidad, y se encuentra en una zona de explanación, sin recibir solicitaciones en su estructura. Ver Anexo 4 y Figura 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

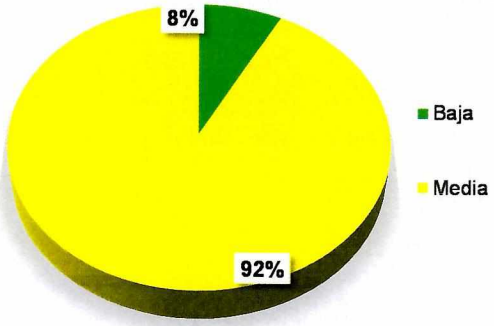


Figura 9 Condiciones de vulnerabilidad física de las edificaciones en el asentamiento Tuna Alta Campestre

11 EVALUACIÓN DE RIESGO

Teniendo en cuenta que el riesgo está en función de la amenaza y la vulnerabilidad, y que éste solamente se puede determinar en los sectores en los que se encuentren elementos expuestos, en este caso las edificaciones, y considerando la zonificación de amenaza presentada previamente, se realiza la evaluación del riesgo.

El riesgo corresponde a la estimación cualitativa de las consecuencias físicas, representadas por las posibles pérdidas de las edificaciones debido a los procesos de remoción en masa que se presenten en el sitio estudiado, para ello se utilizó una matriz de doble entrada: "Matriz de Amenaza y Vulnerabilidad mostrada a continuación:

Tabla 15 Clasificación del riesgo

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

11.1 RIESGO ANTE LA AMENAZA POR MOVIMIENTOS EN MASA

Como conclusión del análisis de riesgo llevado a cabo dentro del presente concepto técnico, se define que las edificaciones del desarrollo Tuna Alta Campestre cuenta a nivel predial con una categorización de riesgo medio, como se presenta en la Tabla 16

Tabla 16 Condición de riesgo en el asentamiento Tuna Alta Campestre

Riesgo	Manzana	Predios	Número de predios
Medio	1	1 a 6	6
Medio	1	1 a 7	7

El resultado se puede apreciar en el Anexo 5 y Anexo 6.

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

11.2 RIESGO ANTE LA INUNDACIÓN POR DESBORDAMIENTO

Teniendo en cuenta que el riesgo está en función de la amenaza y la vulnerabilidad, y que éste solamente se puede determinar en los sectores en los que se encuentren elementos expuestos, se considera que el riesgo, es de un nivel inferior al riesgo bajo ante eventos de inundación por desbordamiento.

11.3 OTRAS CONDICIONES DE RIESGO

11.3.1 RIESGO SÍSMICO

El riesgo sísmico se asocia a la probabilidad de que ocurra un fenómeno físico como consecuencia de un movimiento dinámico en el terreno generando un efecto colateral. Teniendo en cuenta el origen informal de las edificaciones existentes en el desarrollo, y la aceleración sísmica máxima en superficie hay incertidumbre por la actividad sísmica esporádica en relación con la vulnerabilidad estructural de las viviendas; por lo anterior, el objetivo de estas directrices es asegurar que los predios tengan un comportamiento adecuado ante la ocurrencia de por ejemplo un terremoto, además de dar la máxima protección a las personas después de una crisis sísmica. Se trata finalmente de minimizar el riesgo de los edificios existentes utilizando métodos y estrategias de diseño sismo resistente y de mitigación.

Es conveniente que los propietarios adelanten los actos de reconocimiento de edificaciones ante las autoridades competentes y así garantizar que las edificaciones se lleven al cumplimiento de las normas urbanísticas y de construcción vigentes y presenten un comportamiento adecuado frente a las cargas que se puedan originar por movimientos sísmicos.

Para nuevas construcciones en el desarrollo, el propietario deberá solicitar la licencia de construcción conforme la normatividad vigente, con el fin de garantizar que todas las edificaciones del desarrollo estén en condiciones óptimas de estabilidad, en cumplimiento del actual Reglamento Colombiano de Construcción Sismo resistente NSR-10 o la norma que la actualice o modifique.

12 ANÁLISIS DE RESULTADOS

Teniendo en cuenta la Zonificación de Amenaza 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 asentamiento Tuna Alta Campestre de la Localidad de Suba.

En la categorización de la Amenaza por movimientos en masa se tuvieron en cuenta los materiales geológicos que conforman las laderas, su relieve, la cobertura y uso del suelo y las condiciones del drenaje para determinar la susceptibilidad a presentar movimientos en masa. Esta susceptibilidad se combinó con los detonantes factor antrópico, clima, sismicidad y erosión, obteniendo una zonificación preliminar de amenaza, la cual es calibrada con los procesos morfodinámicos. Luego de la evaluación de los anteriores aspectos, se considera que el asentamiento Tuna Alta Campestre, se encuentra en amenaza media por movimientos en masa.

La amenaza media por movimientos en masa está asociada a la suceptibilidad a la generación de movimientos en masa, con pendientes moderadas a altas.

Respecto al análisis de Vulnerabilidad, el asentamiento presenta una tipificación de viviendas B1 en un 15% del polígono y de B2 en el 85% restante. Las solicitaciones comprenden la exposición

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 desplazamiento lateral (DL), presiones de tierra (PL) y desplazamientos verticales (DV) clasificando los predios en vulnerabilidad media que abarca el 92% de las edificaciones y baja con un 8%.

Así, teniendo en cuenta la evaluación de amenaza y la evaluación de vulnerabilidad el barrio Tuna Alta Campestre, éste cuenta a nivel predial con una categorización de riesgo medio y bajo.

13 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

El IDIGER realizó la revisión de las condiciones de amenaza por movimientos en masa y por inundación por desbordamiento del asentamiento Tuna Alta Campestre, requerido para el procedimiento de Legalización establecido por el decreto 476 de 2015, encontrando que desde el punto de vista de amenaza y riesgo se considera factible proceder con la LEGALIZACIÓN, sin embargo se recomienda a los propietarios del desarrollo realizar un acondicionamiento a nivel hidráulico para aquellos predios con amenaza media y riesgo medio por remoción en masa, con el fin de controlar un deterioro en las condiciones físicas del sector.

El desarrollo Tuna Alta Campestre de la localidad de Suba se encuentra localizado en una zona categorizada en amenaza media por movimientos en masa, tal como se presenta en el Anexo 1 y Anexo 2 (Mapa de Amenaza); la manzana 1 conformada por los predios 1 a 7 y la manzana 2 por los predios 1 a 7, tienen en su totalidad amenaza media por remoción en masa.

De igual manera, los predios de las manzana 1 y 2 presentan vulnerabilidad media que corresponde al 92% del polígono con viviendas de 1 y 2 pisos, exceptuando el predio 2 de la manzana 1 clasificados como de vulnerabilidad baja y al que le corresponde un 8% respecto al polígono total. Lo anterior se presenta en el Anexo 3 y Anexo 4 (Mapa de Vulnerabilidad)

Los predios construidos dentro del desarrollo se encuentran en una zona categorizada en riesgo medio (100%) por movimientos en masa, tal como se presenta en el Anexo 5 y Anexo 6 (Mapa de Riesgo).

En la Tabla 17 se presenta una recomendación para las viviendas categorizadas como de riesgo medio.

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

Tabla 17 Predios en riesgo medio en el asentamiento Tuna Alta Campestre

Manzana	Predios	Observaciones y Recomendaciones
1	1 a 6	Se identificó una corriente de agua cerca de la manzana y que se conduce transversalmente hasta bordear el colegio Alverne, recibiendo al parecer flujos de baja envergadura colindantes con la manzana 1 del desarrollo. Teniendo en cuenta además que se observó alta densidad en la vegetación y pendientes moderadas a altas aunque sin evidencias de inestabilidad, se tiene la posibilidad de presentar procesos erosivos de baja a mediana intensidad, además se presentan detonantes antrópicos y climáticos importantes y a tener en cuenta para la estructuración adecuada de la urbanización. Se recomienda reforzar estructuralmente las viviendas, los confinamientos de los rellenos de cimentación para implantación, en función de los criterios de la NSR-10 y construir con especificaciones técnicas acordes a las condiciones del terreno. Se recomienda un manejo de las aguas tanto de escorrentía como de las servidas hacia los taludes bajos, con una identificación detallada de los flujos naturales en el área.
2	1 a 7	El proceso retrogresivo bajo la Cra 90 catalogado en sus inicios como de reptación, se ha prolongado por un mal manejo de las aguas de precipitación y acumulación de las mismas. Para evitar que se facilite el inicio de un proceso similar, dado que se tienen los detonantes de material, sísmicos, antrópicos y climáticos se requiere un manejo de aguas desde la captación de la escorrentía en la Tv 88, y un proceso de monitoreo visual en la parte baja de la ladera ocupada actualmente por un asentamiento invasor. Se recomienda reforzar estructuralmente las viviendas, los confinamientos de los rellenos de cimentación para implantación, en función de los criterios de la NSR-10 y construir con especificaciones técnicas acordes a las condiciones del terreno.

Las recomendaciones consignadas deben ser acatadas por las diferentes entidades responsables en el menor tiempo posible dentro del proceso de mejoramiento integral de barrios, sobre los espacios legalizados y una vez formalizada la cesión del espacio público al Distrito Capital.

- Todos los predios del desarrollo Tuna Alta Campestre, deben acoger por parte de los propietarios, la normatividad vigente, en cuanto a trámite de las licencias de construcción o de reconocimiento, en particular lo correspondiente a diseños estructurales y estudios geotécnicos previstos por la Ley 400 de 1997 (Decreto 926 de 2010 – Reglamento Colombiano de Construcción Sismo Resistente NSR-10) o la normatividad que se encuentra vigente; igualmente, se debe tener en cuenta los espectros de diseño incluidos

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 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 continuar con la pavimentación de vías, la construcción de andenes y obras de drenaje para el manejo de aguas de escorrentía superficial; todo esto con el fin de mejorar las condiciones de estabilidad geotécnica del desarrollo.
- Se recomienda a la Alcaldía Local de Suba en el marco de lo señalado en el numeral 9º artículo 86 de Decreto 1421 de 1993, lo normado en el artículo 135 de la Ley 1801 de 2016, modificado por el artículo 10 del Decreto 555 de 2017, artículo 2.2.6.1.4.11 del Decreto 1203 de 2017, realizar desde de sus competencias el correspondiente control urbanístico e impedir la ocupación indebida y por ende deterioro de las condiciones física del terreno.
- A los propietarios de los predios, garantizar el adecuado manejo, conducción del agua potable y entrega de las aguas sanitarias, lluvias y superficiales a las redes públicas, ya que pueden deteriorar las condiciones de estabilidad del terreno. Igualmente, adecuar las correspondientes instalaciones interiores, para evitar su infiltración al terreno y conectarlas a las redes públicas.
- Se recomienda a los propietarios de los predios, en general, llevar a cabo un mejoramiento en la calidad de las viviendas en cuanto a material de construcción y método constructivo de la cimentación.
- A la Empresa de Acueducto de Bogotá - EAB realizar el mantenimiento preventivo y/o correctivo de las redes oficiales de acueducto y alcantarillados sanitario y pluvial, así como de las obras de captación de aguas superficiales, además verificar la adecuada conexión de las correspondientes instalaciones de las viviendas a dichas redes oficiales, especialmente en el área del polígono de la Manzana 2.
- A los propietarios y en consecuencia a que la probabilidad de falla de taludes es media debido a que algunas zonas del suelo se encuentran en estado de reptación, es necesario efectuar obras de drenaje superficial en las zonas más húmedas (Manzana 1 y Manzana 2).
- A la alcaldía de Suba, realizar el control urbanístico en el Sector e impedir la ocupación indebida y por ende deterioro de las condiciones físicas del terreno.

14 OBSERVACIONES

Los resultados y recomendaciones incluidas en el presente concepto técnico se realizaron para el proceso de Legalización del asentamiento Tuna Alta Campestre 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 la visita 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.

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

El alcance del concepto técnico emitido por el IDIGER en cumplimiento de sus funciones, da como resultado una zonificación de amenaza y riesgo para el asentamiento Tuna Alta Campestre, pero no emiten un juicio de causalidad, toda vez que las verificaciones se realizan a través de inspecciones visuales, con las limitaciones propias de este tipo de actuaciones, que en todo caso están orientadas a identificar la posibilidad de la ocurrencia de daños graves o irreversibles a las vidas, a los bienes y derechos de las personas.

El concepto es de carácter temporal, ya que el factor antrópico es una variable determinante en el sector y este es dinámico y muy sensible al cambio, adicional a lo anterior en algunos sectores los procesos de urbanismo enmascaran los posibles procesos de remoción en masa.

15 ANEXOS

Los siguientes anexos se incluyen en el presente concepto técnico para la Legalización del asentamiento Tuna Alta Campestre:

- Anexo 1 Mapa de zonificación de amenaza por movimientos en masa del asentamiento Tuna Alta Campestre Manzana 1
- Anexo 2 Mapa de zonificación de amenaza por movimientos en masa del asentamiento Tuna Alta Campestre Manzana 2
- Anexo 3 Mapa de Vulnerabilidad por remoción en masa del asentamiento Tuna Alta Campestre Manzana 1
- Anexo 4 Mapa de Vulnerabilidad por remoción en masa del asentamiento Tuna Alta Campestre Manzana 2
- Anexo 5 Mapa de Riesgo por remoción en masa del asentamiento Tuna Alta Campestre Manzana 1
- Anexo 6 Mapa de Riesgo por remoción en masa del asentamiento Tuna Alta Campestre Manzana 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

16 APROBACIONES

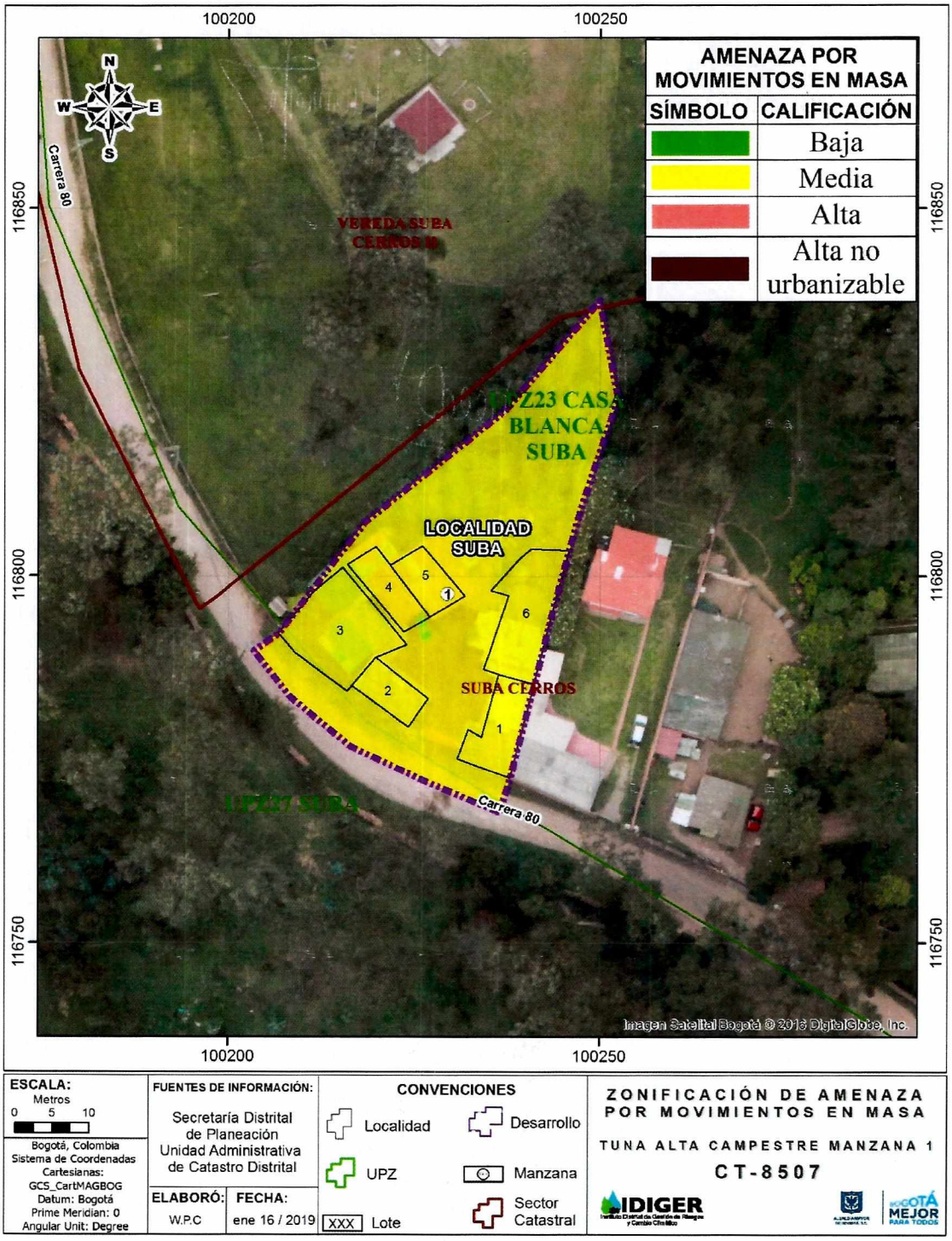
16.1 Elaboró:	16.2 Revisó:
DIANA KATTERINNE ROJAS DUEÑAS Ingeniera Civil 25202-224859 CND ***Profesional especializado de Conceptos para Planificación Territorial***	**LUIS ERNESTO MONTAÑEZ DÍAZ** Profesional Especializado 222 Grado 23 ***Profesional especializado de Conceptos para Planificación Territorial***

16.3 Revisó y Avaló:

JESÚS GABRIEL DELGADO SEQUEDA
Profesional Especializado 222 Grado 29
Profesional especializado de Conceptos para Planificación Territorial

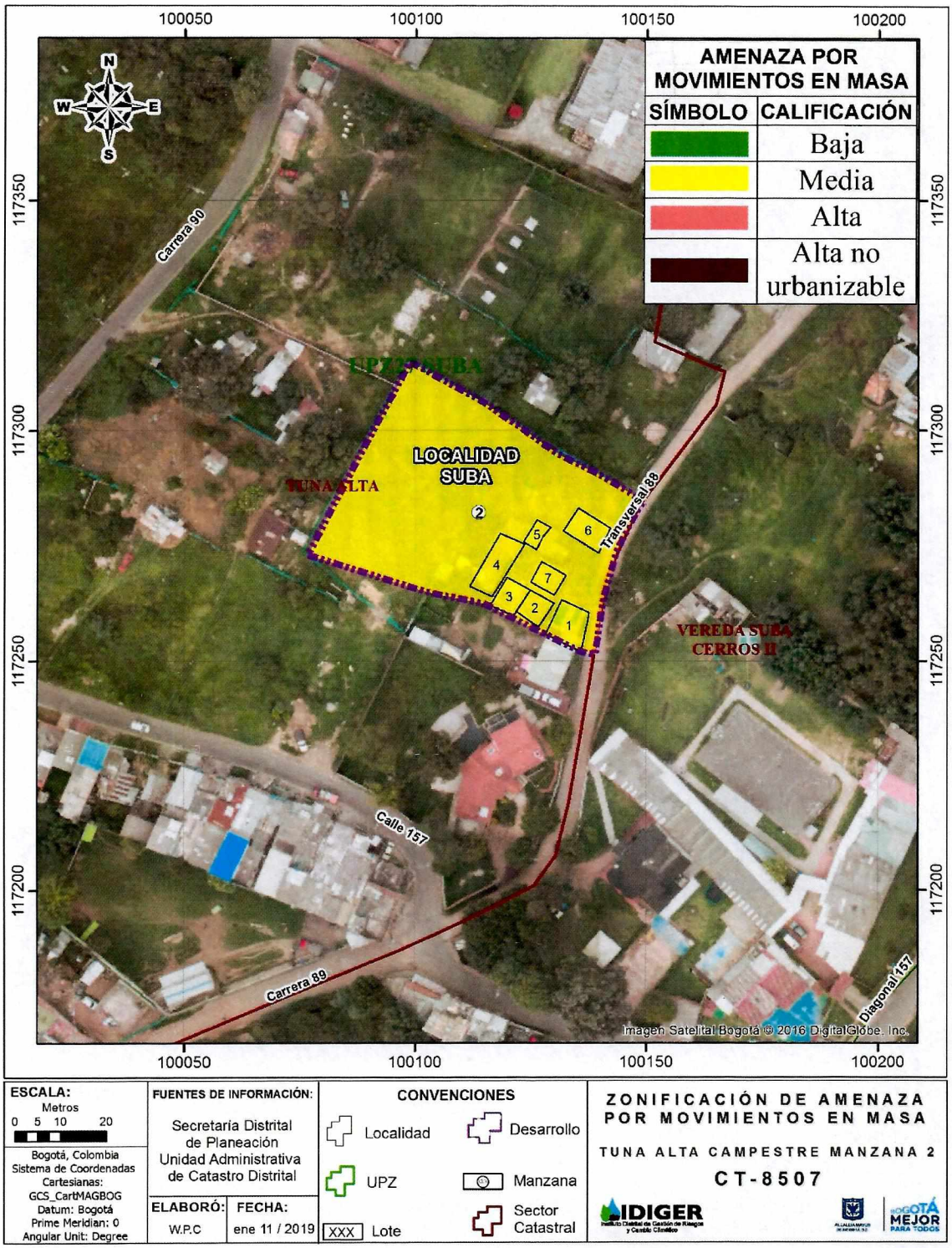
Diagonal 47 No. 77B -09 Interior 11 - Conmutador: 4292801 Fax. 4292833 - Bogotá D.C. - Colombia
Página Web: www.idiger.gov.co y www.sire.gov.co mail: idiger@idiger.gov.co

Anexo 1. Mapa de zonificación de amenaza por movimientos en masa del asentamiento Tuna Alta Campestre Manzana 1



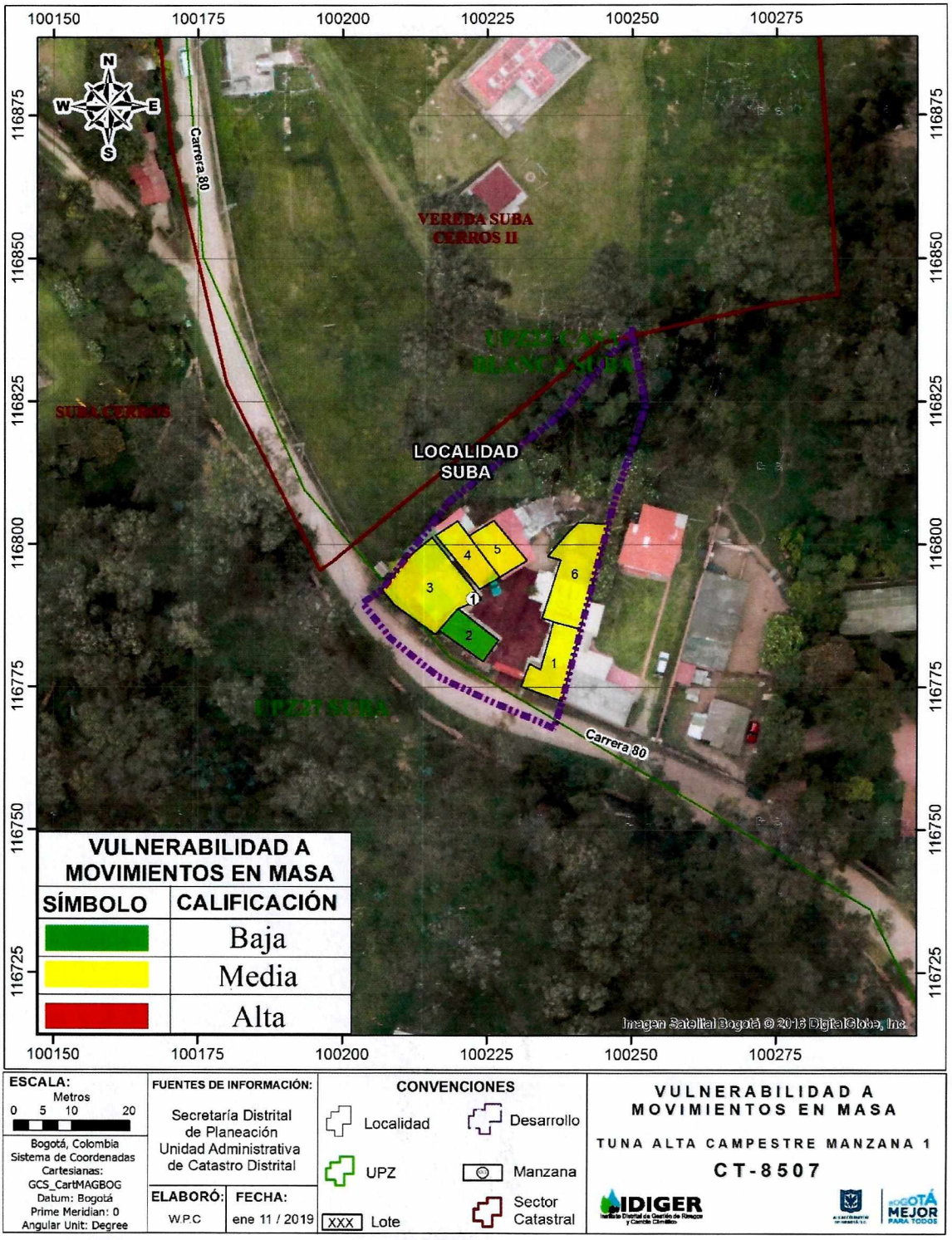
Diagonal 47 No. 77B -09 Interior 11 - Conmutador: 4292801 Fax. 4292833 - Bogotá D.C. - Colombia
Página Web: www.idiger.gov.co y www.sire.gov.co mail: idiger@idiger.gov.co

Anexo 2. Mapa de zonificación de amenaza por movimientos en masa del asentamiento Tuna Alta Campestre Manzana 2



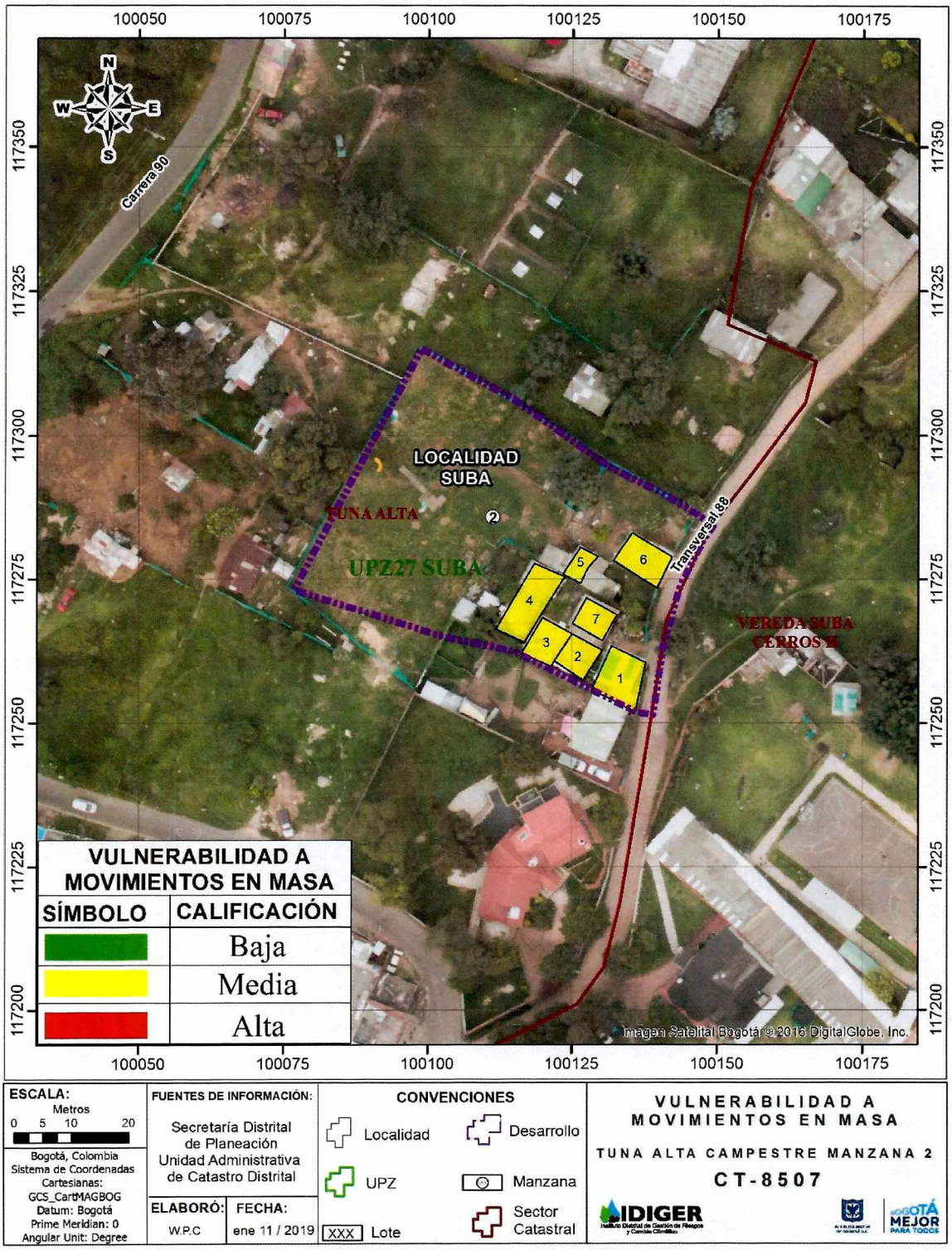
Diagonal 47 No. 77B -09 Interior 11 - Conmutador: 4292801 Fax. 4292833 - Bogotá D.C. - Colombia
Página Web: www.idiger.gov.co y www.sire.gov.co mail: idiger@idiger.gov.co

Anexo 3. Mapa de Vulnerabilidad por remoción en masa del asentamiento Tuna Alta Campestre Manzana 1



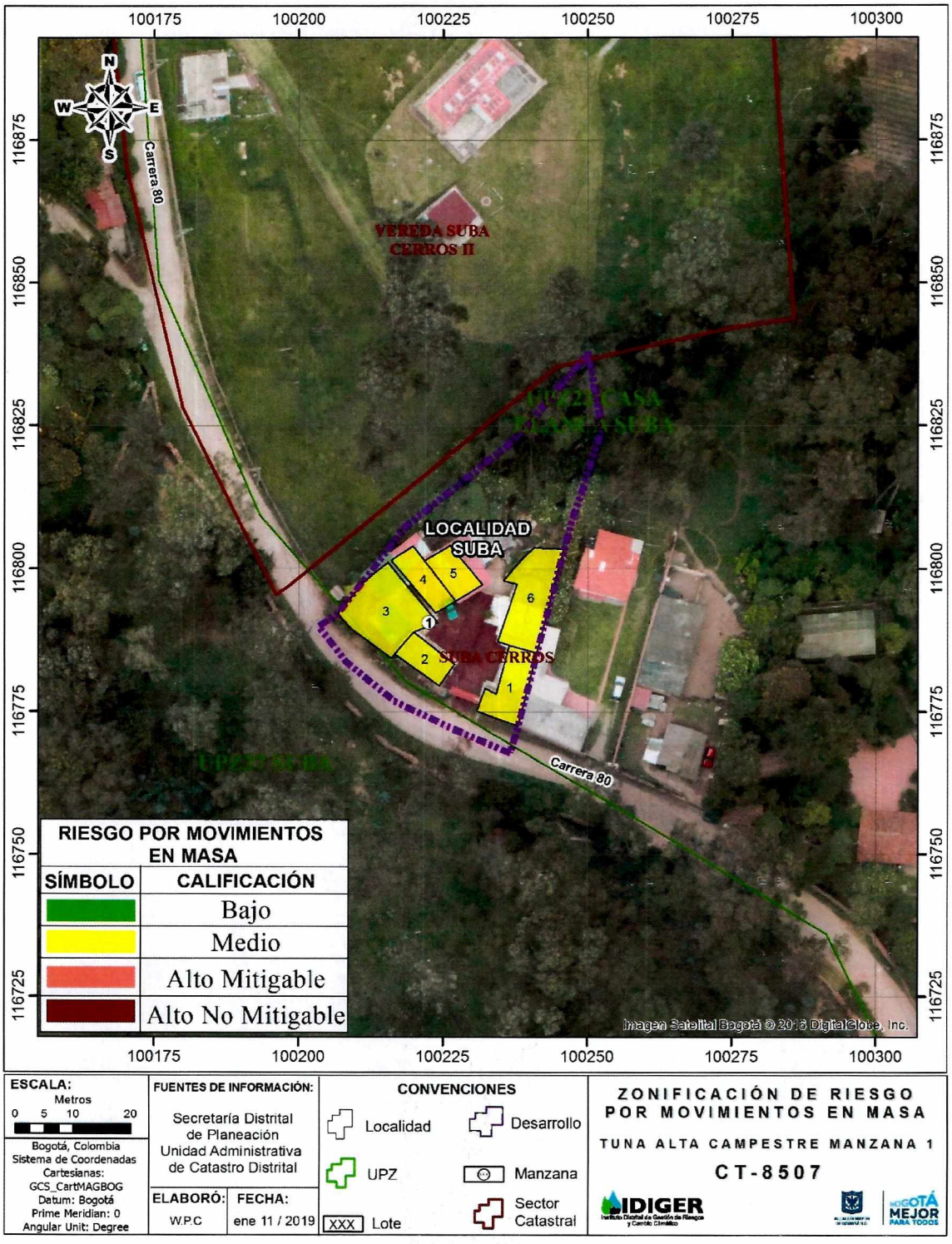
Diagonal 47 No. 77B -09 Interior 11 - Conmutador: 4292801 Fax. 4292833 - Bogotá D.C. - Colombia
Página Web: www.idiger.gov.co y www.sire.gov.co mail: idiger@idiger.gov.co

Anexo 4. Mapa de Vulnerabilidad por remoción en masa del asentamiento Tuna Alta Campestre Manzana 2



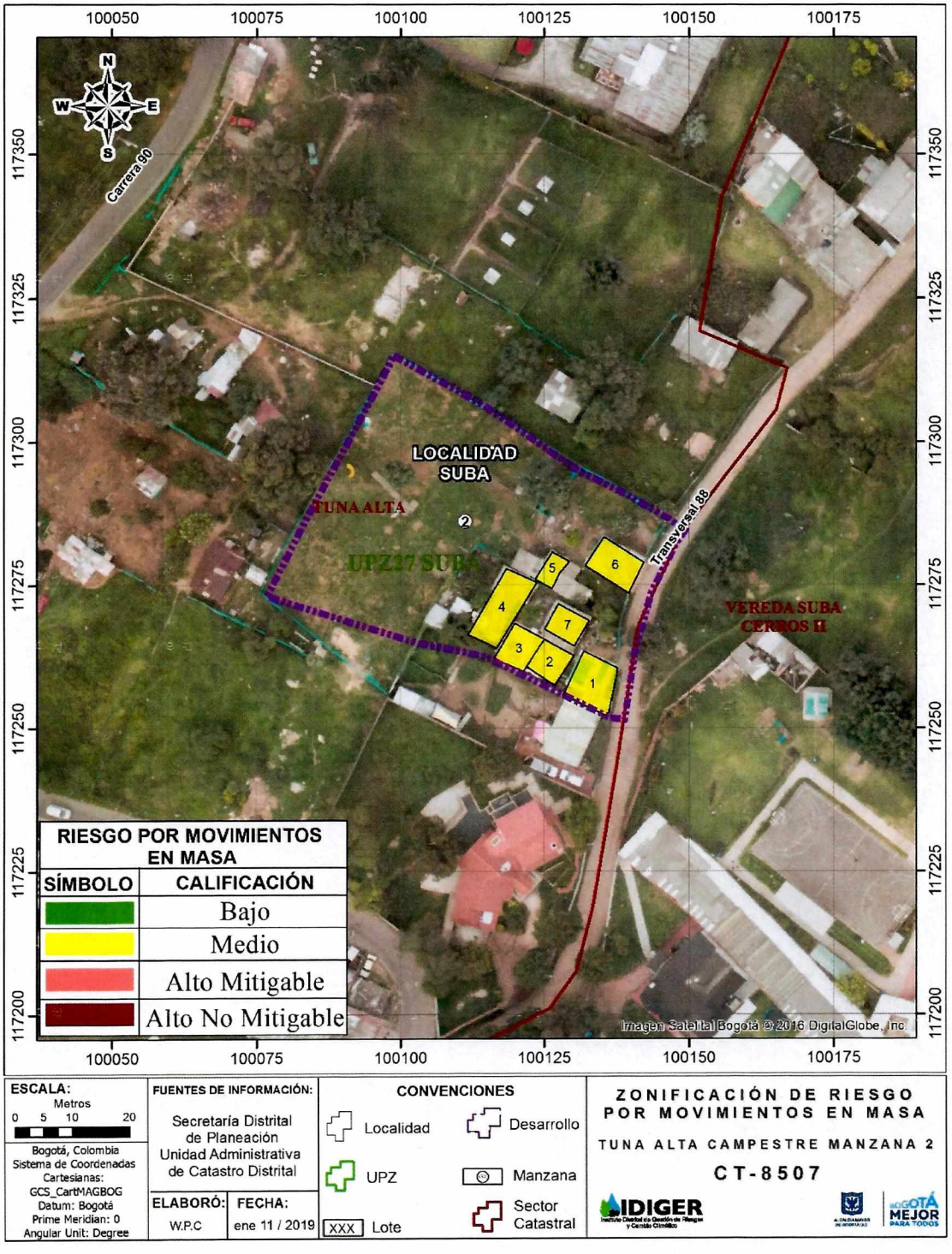
Diagonal 47 No. 77B -09 Interior 11 - Conmutador: 4292801 Fax. 4292833 - Bogotá D.C. - Colombia
Página Web: www.idiger.gov.co y www.sire.gov.co mail: idiger@idiger.gov.co

Anexo 5. Mapa de Riesgo por remoción en masa del asentamiento Tuna Alta Campestre Manzana 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

Anexo 6. Mapa de Riesgo por remoción en masa del asentamiento Tuna Alta Campestre Manzana 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