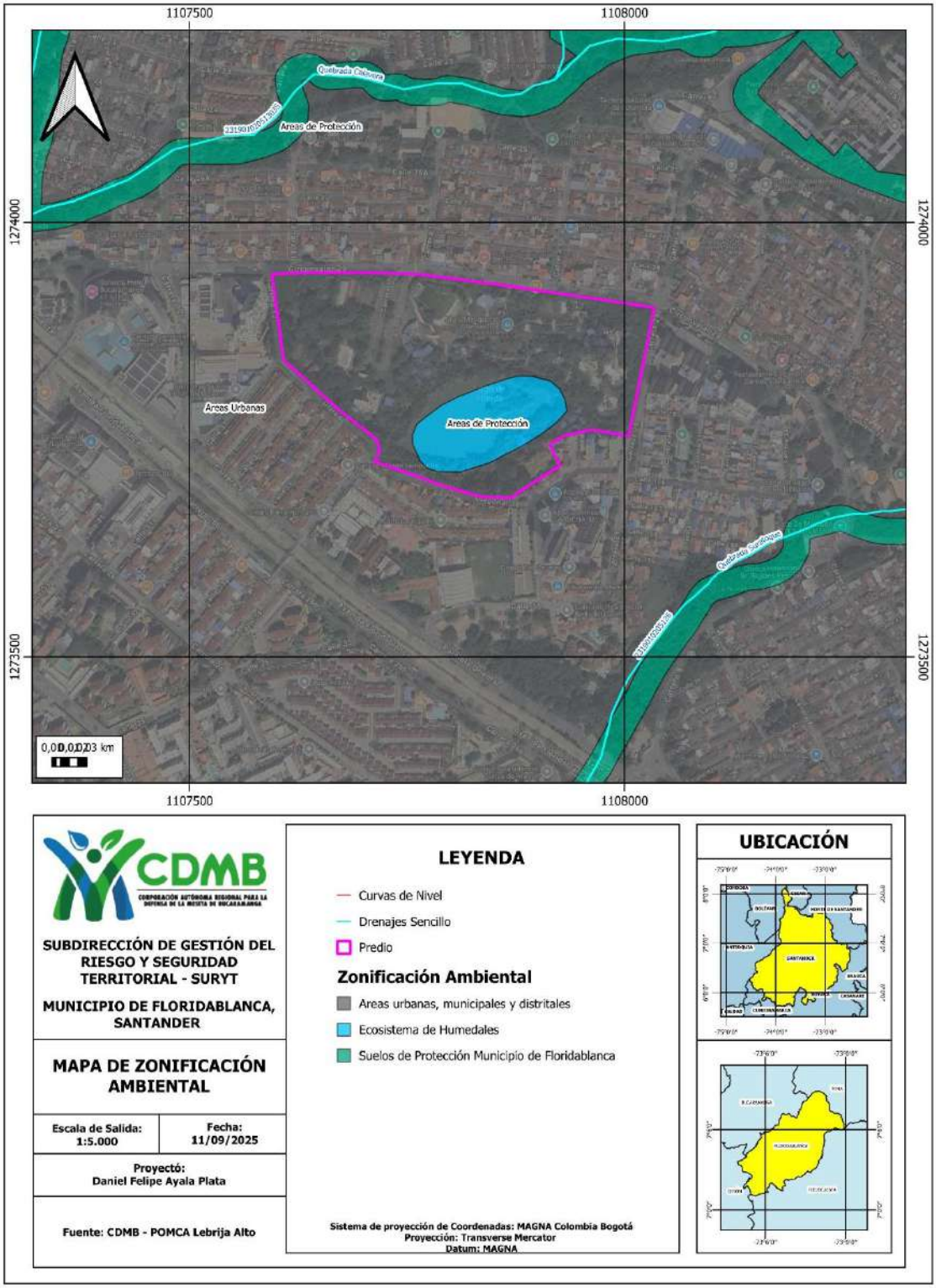
SECTOR ACUALAGO – FLORIDA



BARRIO ALFONSO LOPEZ – BUCARAMANGA

CARACTERIZACIÓN GEOLÓGICA

El lugar objeto de estudio en el sector de interés ubicado en el barrio Alfonso López del Municipio de Bucaramanga, presenta las siguientes unidades geológicas (*Ward, et al (1977)*) (Figura 2):

Formación Bucaramanga.

Se trata de un importante depósito sedimentario de edad Cuaternaria que morfológicamente corresponde a un abanico aluvial erosionado, posiblemente asociado en su mayor parte al río Suratá, acumulado sobre una depresión de origen tectónico. Este abanico limita al nororiente y oriente con el Macizo de Santander, al noroccidente y occidente con el Cerro de Palonegro y el Río de Oro, y al sur con la Mesa de Ruitoque. Presenta una superficie suavemente ondulada, con pendiente ligeramente inclinada al occidente, entre 2º y 7º, y una extensión aproximada de 60 a 80 km².

La Formación Bucaramanga es disectada por varias quebradas, la mayoría afluentes del Río de Oro, conformando un drenaje dendrítico subparalelo. El espesor del depósito aumenta de oriente a occidente y aunque el valor real de éste se desconoce, siendo actualmente motivo de investigación, algunos cortes geológicos permiten estimar, en los sectores más profundos, valores promedios cercanos a los 250 m. De acuerdo con la granulometría, morfología, agentes de transporte y fuentes de los materiales, esta unidad se acumuló en un ambiente típicamente fluvial, donde alternan materiales de origen aluvial tipo cono de deyección, flujos de escombro, canal y lagunar (INGEOMINAS - CDMB, 2001).

Considerando algunos trabajos recientes dentro de los cuales se encuentran las clasificaciones hechas por Hubach (1952) y Niño & Vargas (1993), se propuso dividir la formación Bucaramanga, de base a techo, en los siguientes miembros: Miembro Organos (Qbo), Miembro Finos (Qbf), Miembro Gravoso (Qbg) y Miembro Limos Rojos (Qblr).

- *Miembro Gravoso (Qbg)*

Presenta niveles gravosos, gravoarenosos y gravolodosos. Los cantos son, en su mayor parte, tamaño grava de diámetro promedio 15 centímetros y bloques de roca, en menor cantidad, hasta de 0.8 metros de diámetro, subangulares a subredondeados, en matriz areno-lodosa, color pardo rojizo, rojizo y ocre pálido.

Los depósitos que conforman el Miembro Gravoso (Qbg) presentan un grado de meteorización medio a alto. Los bajos porcentajes de humedad natural (W< 15%), el predominio granular y el grado de meteorización sugiere que, al menos la parte superficial de este miembro tiene poca compactación y buena permeabilidad.

- *Miembro Limos Rojos (Qblr)*

Constituye geomorfológicamente lo que anteriormente se denominaba como “Meseta de Bucaramanga”, con relieve semiplano y pendientes entre 2 y 7%. Está constituido por arenas arcillosas gravosas y limos de colores rojizos, amarillentos y naranjas.

La parte más superficial de este miembro se encuentra altamente meteorizada, formándose en algunos sectores niveles de oxidación que le ayudan a incrementar su compactación y resistencia a la erosión.

CARACTERÍSTICAS GEOTÉCNICAS

ZONA 3B Escarpes de la Meseta de Bucaramanga

Descripción General

La zona se encuentra localizada en la corona de los escarpes del abanico de Bucaramanga, siguiendo una línea continua a lo largo del perímetro de la zona 3A e incluye las áreas junto al escarpe occidental de Bucaramanga y los sectores de los barrios localizados sobre éste. El ancho de esta franja es de mínimo 100 metros medidos desde la cabeza de los taludes perimetrales del abanico.

La morfología de la zona corresponde en la parte más superior a una zona plana, inclinada de baja pendiente, que hacia el sector más inferior pasa a escarpes semiverticales o taludes de alta pendiente. Geológicamente la zona 3B está conformada por una parte de los miembros Limos Rojos (Qblr) y Gravoso (Qbg) pertenecientes a la formación Bucaramanga.

Características geotécnicas

Los suelos subsuperficiales corresponden a arenas gravo-arcillosas, cementadas por óxidos de hierro sobre mantos gravosos y algo conglomeráticos. En razón a la morfología de los escarpes, estos suelos presentan una alta susceptibilidad al agrietamiento cosísmico. En el pié de los taludes verticales se presentan afloramientos de agua de los niveles freáticos del abanico sobre los mantos arcillosos o finos.

Problemas geotécnicos

En la zona escarpada se presentan problemas geotécnicos de gran magnitud, entre los cuales se incluyen las siguientes:

- Agrietamiento cosísmico de la superficie del suelo.
- Deslizamientos de tierra.
- Avance de las cárcavas de erosión.

Observaciones Especiales

Las características geológicas, geotécnicas y morfológicas de estas áreas no permiten garantizar la estabilidad de proyectos de desarrollo urbano. Por lo tanto, cualquier edificación u obra de infraestructura que se localice en esta área, estará en grave peligro de ser afectada severamente por procesos de inestabilidad del terreno.

- Se recomienda continuar con el programa iniciado por la CDMB de conformación de una zona de amortiguación a los procesos de erosión en todo el perímetro del escarpe vertical de la meseta de Bucaramanga.
- Se recomienda realizar estudios tendientes a determinar las zonas amenazadas por deslizamientos y diseñar y construir las obras de estabilización y control. El programa del plan maestro de control de erosión debe continuar hasta lograr la estabilización de los taludes que representen peligro para los asentamientos humanos localizados en las áreas cercanas a los escarpes.

AMENAZAS POR FENÓMENOS NATURALES

Con base en el estudio denominado como *"Zonificación de Amenaza por movimientos en masa en algunas laderas de los Municipios de Bucaramanga, Floridablanca, Girón"* realizado por la CDMB y el Servicio Geológico Colombiano (2009), la zona objeto de visita se encuentra catalogada entre las categorías de amenaza media a alta relacionado con fenómenos de remoción o movimiento en masa.

Amenaza Alta (Zona III) : incluye áreas con alta probabilidad a los movimientos en masa de magnitud importante tipo deslizamiento traslacional en suelos y caídas, falla en cuña y fallas planares en rocas, que implicarían en términos generales daños severos en las zonas involucradas, relacionados con destrucción de total o parcial de viviendas, caminos, carreteables, vías principales, redes de alcantarillado y acueducto, sistemas de drenajes, canales y alcantarillas y en general afectación de la infraestructura asociada. En la actualidad estas zonas se encuentran afectadas por flujos superficiales y evidencias de agrietamientos que pueden ser asociados a movimientos en masa y en general presentan una alta intervención antrópica. En zonas habitadas se recomienda su intervención mediante obras de control y mitigación definidas a partir de estudios detallados de estabilidad, con el fin de minimizar los daños asociados a la ocurrencia de eventos. Para las zonas afectadas por procesos erosivos se recomienda ejecutar procesos de recuperación de suelos. En zonas no habitadas se deberá exigir la ejecución de estudios de estabilidad y definición de obras de mitigación para autorizar nuevos desarrollos urbanísticos y de infraestructura.

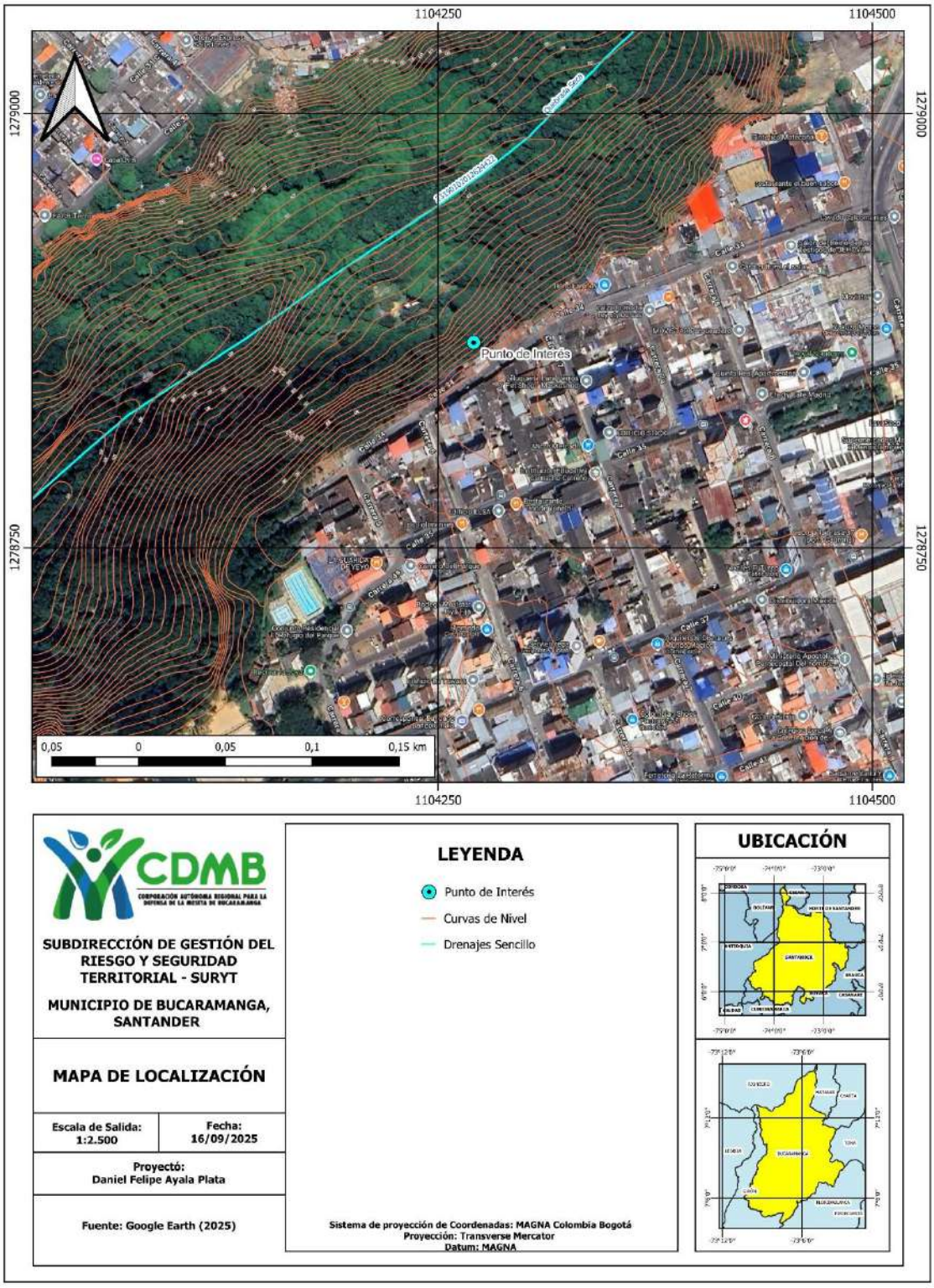


Figura 1. *Mapa Localización del Barrio Alfonso López del Municipio de Bucaramanga*. Fuente: Google Earth (2024).

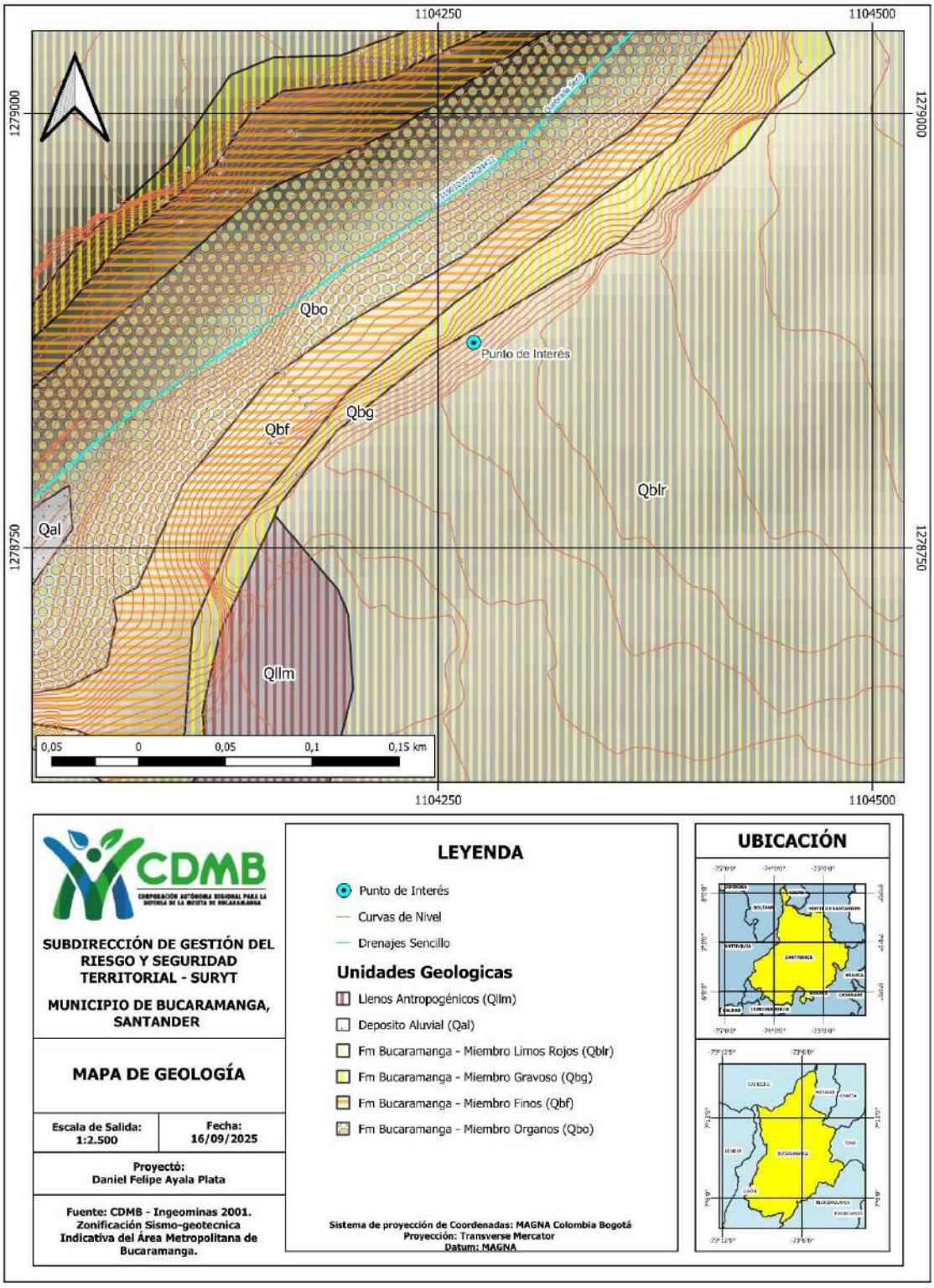


Figura 2. *Mapa de Geología del Barrio Alfonso López del Municipio de Bucaramanga – Escala 1:25.000*. Fuente: CDMB – INGEOMINAS, 2001.

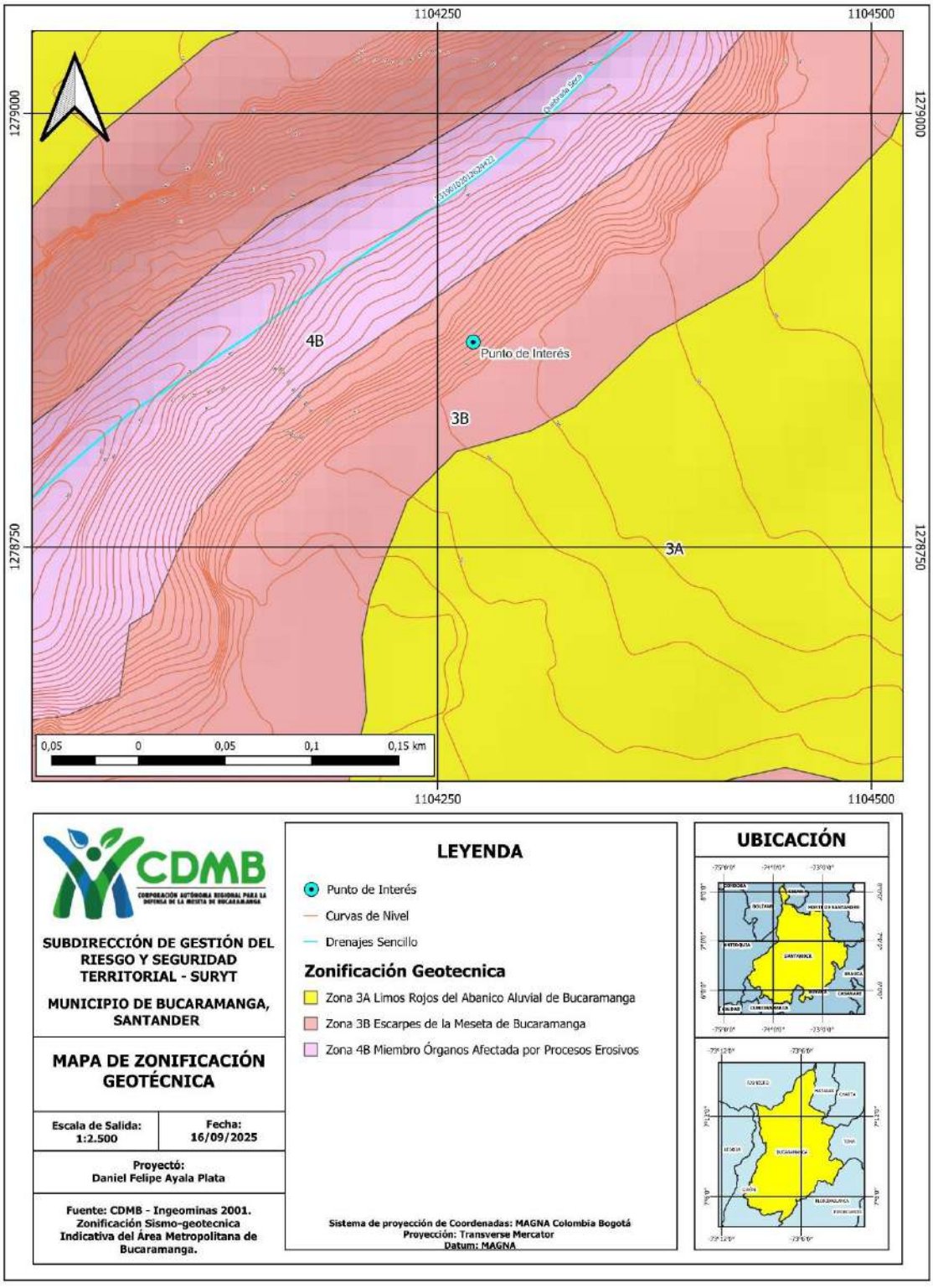


Figura 3. *Mapa de Zonificación geotécnica del Barrio Alfonso López del Municipio de Bucaramanga – Escala 1:25.000*. Fuente: CDMB – INGEOMINAS 2001. Zonificación Sismo Geotécnica Indicativa del Área Metropolitana de Bucaramanga.

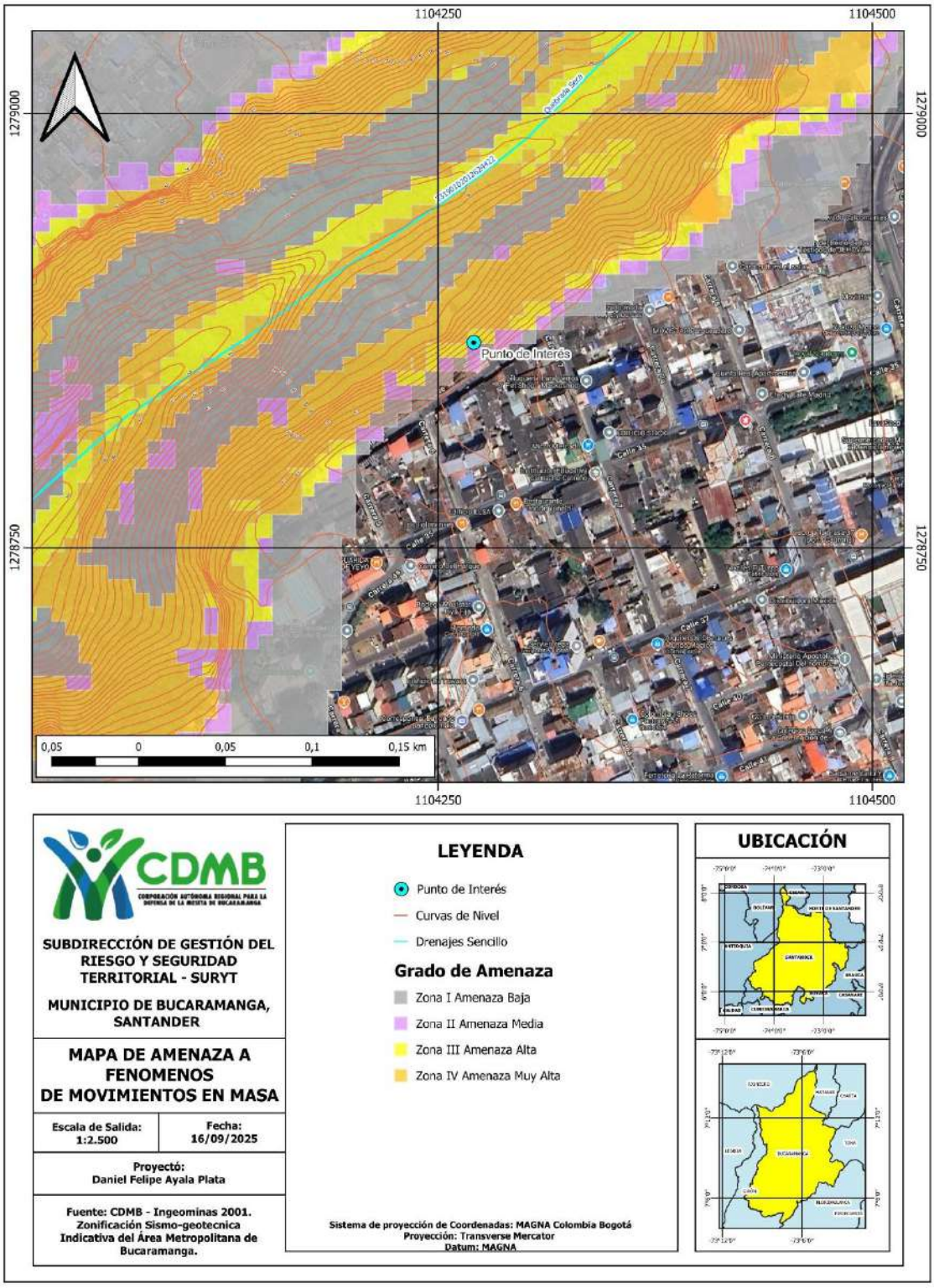


Figura 4. *Mapa de Amenaza por fenómenos de movimientos en masa del Barrio Alfonso López del Municipio de Bucaramanga – Escala 1:5.000.* Fuente: CDMB – SGC, 2009. Zonificación de Amenaza por Movimientos en Masa en algunas laderas de los Municipios de Bucaramanga, Floridablanca, Girón.

BARRIO ANGELINOS – BUCARAMANGA

CARACTERIZACIÓN GEOLÓGICA

Geología general

El lugar objeto de estudio en el sector de interés ubicado en el Barrio Angelinos, (Municipio de Bucaramanga), presenta las siguientes unidades geológicas (*CDMB - Ingeominas, 2001*) (Figura 2):

Formación Bucaramanga

Inicialmente descrita por De Porta (1958). Se trata de un importante depósito sedimentario de edad Cuaternaria que morfológicamente corresponde a un abanico aluvial erosionado, posiblemente asociado en su mayor parte al río Suratá, acumulado sobre una depresión de origen tectónico. Este abanico limita al nororiente y oriente con el Macizo de Santander, al noroccidente y occidente con el Cerro de Palonegro y el Río de Oro, y al sur con la Mesa de Ruitoque. Presenta una superficie suavemente ondulada, con pendiente ligeramente inclinada al occidente, entre 2º y 7º, y una extensión aproximada de 60 a 80 km^2. La Formación Bucaramanga es disectada por varias quebradas, la mayoría afluentes del Río de Oro, conformando un drenaje dendrítico subparalelo.

El espesor del depósito aumenta de oriente a occidente y aunque el valor real de éste se desconoce, siendo actualmente motivo de investigación, algunos cortes geológicos permiten estimar, en los sectores más profundos, valores promedios cercanos a los 250 m.
De acuerdo con la granulometría, morfología, agentes de transporte y fuentes de los materiales, esta unidad se acumuló en un ambiente típicamente fluvial, donde alternan materiales de origen aluvial tipo cono de deyección, flujos de escombro, canal y lagunar (INGEOMINAS- CDMB, 2001).

Considerando algunos trabajos recientes dentro de los cuales se encuentran las clasificaciones hechas por Hubach (1952) y Niño & Vargas (1993), se propuso dividir la formación Bucaramanga, de base a techo, en los siguientes miembros: Miembro Organos (Qbo), Miembro Finos (Qbf), Miembro Gravoso (Qbg) y Miembro Limos Rojos (Qblr).

De acuerdo con las dataciones paleomagnéticas publicadas en el proyecto hidroeléctrico Fonce-Suárez, la parte más antigua de la Formación Bucaramanga tiene unos 730.000 años ubicándola dentro del Pleistoceno Medio – Superior (INGEOMINAS- CDMB, 2001).

Miembro Órganos (Qbo). Definido por Hubach (1952). Aflora en las laderas y escarpes de la parte occidental de la Meseta de Bucaramanga y el Área Metropolitana, en los alrededores del municipio de Girón, anillo vial, en las estribaciones de la parte norte de la mesa de Ruitoque y en los cortes de la carretera que comunica la población de Girón con la ciudad de Bucaramanga. Los mejores afloramientos donde se puede observar casi toda la secuencia se presentan en una extensa área sobre el escarpe occidental del Abanico de Bucaramanga, destacándose los siguientes espesores: En las quebradas dos Aguas (espesor : 164.8 m), las Navas (espesor : 72 m de la base del nivel), Argelia (espesor : 60 m de la parte superior del nivel) y la parte norte de la Cuyamita (espesor : 8.8 m de la parte superior del nivel) ; otros afloramientos son referidos a los barrios La Feria (espesor : 144.2 m) y Don Bosco (5.2 m del tope del nivel) (INGEOMINAS- CDMB, 2001).

Con base en las columnas realizadas, correlaciones estratigráficas y cortes topográficos, se estima que su espesor podría superar los 180 m, siendo el nivel más potente de la Formación Bucaramanga (Mancera y Salamanca, 1994). Morfológicamente este miembro constituye valles en "V", interfluvios de filos ondulados con crestas agudas ramificadas.

Se caracteriza por erosionarse fácilmente, formando surcos, cárcavas y tierras malas que dan formas de estoraques que alcanzan alrededor de 15 m de altura y sobre el se desarrolla un drenaje dendrítico subparalelo.

De acuerdo con Bueno y Solarte (1994), corresponde a una serie monótona de niveles polimícticos de fragmentos gruesos, de aspecto conglomerático, en alternancia con capas y lentes limo arenosos, con variaciones laterales y verticales en composición y textura. Hubach (1952) describe niveles lenticulares limo arenosos, con espesores hasta de 5 m.

Los niveles de aspecto "conglomerático" conforman depósitos de gravas y bloques, débilmente consolidados, clastos soportados (60%) y grano soportados (40%), dispuestos en forma de capas gruesas a muy gruesas, con espesores hasta de 15 metros. El tamaño de los cantos varía entre 10 y 30 cm, alcanzando bloques mayores de 1 metro de diámetro. Estos se componen en su mayoría de areniscas silíceas de grano medio, bien cementadas y en menor proporción de fragmentos de rocas ígneas ácidas de textura fanerítica, neis micáceo de color amarillo a rosado, areniscas lodosas rojizas de grano fino y alto contenido de micas, cuarzo lechoso, liditas y cherts. Todos los fragmentos tienen formas redondeadas a sub redondeadas, esfericidad baja a media y mala selección. Los niveles gravosos presentan matriz arcillosa, pardo amarillento, con algunas variaciones a gris amarillento. Los feldespatos en las rocas se encuentran moderadamente meteorizados (INGEOMINAS- CDMB, 2001).

Los niveles finos corresponden a arcillas arenosas y arenas arcillosas compactas, de consistencia firme, ligeramente micáceas, con trazas de materia orgánica. Su origen se relaciona con depósitos cíclicos intercanales. El mayor espesor de los niveles limo arenosos se presentan hacia la base, lo que explica periodos más largos de retrabajamiento, bajo un régimen fluvial constante. El predominio de lentes hacia la parte superior y los contactos irregulares podrían indicar periodos de erosión por corrientes intermitentes (Bueno y Solarte, 1994).

Los depósitos se encuentran medianamente meteorizados, presentando poca compactación de éstos, con alta permeabilidad y son fácilmente erodables, lo que facilita el desprendimiento de bloques y cantos en las épocas de fuertes precipitaciones.

El ambiente de depositación de este miembro se relaciona con flujos de escombros y flujos torrenciales, e interdigitación de facies de corrientes de canal, correspondiendo a la parte proximal y media del Abanico de Bucaramanga. La edad del Miembro Órganos podría abarcar el Pleistoceno medio (INGEOMINAS- CDMB, 2001).

CARACTERÍSTICAS GEOMORFOLÓGICAS

El lugar objeto de estudio en el sector de interés ubicado en el Barrio Angelinos del Municipio de Bucaramanga, presenta las siguientes Subunidades geomorfológicas (Servicio Geológico Colombiano, 2014) (Figura 3):

Abanico erosionado y disectado (Dfa)

Área del abanico que ha sufrido fuertes procesos de erosión y denudación formando cárcavas, surcos, solifluxión y estoraques; así como la disección por corrientes de drenajes más recientes.

CARACTERÍSTICAS GEOTÉCNICAS

ZONA 4B Miembro Órganos Afectada por Procesos Erosivos

Descripción General

Esta zona conforma la escarpa occidental y sur del Abanico-Terraza de Bucaramanga, así como parte de las zonas norte y occidental de la mesa de Ruitoque, parte superior de los valles aluviales del río de Oro, río Frío y quebrada de la Iglesia.

El drenaje es dendrítico y subparalelo, con cañadas en V, con una densidad de drenaje muy alta y altas pendientes en los cauces laterales; generalmente cada quebrada presenta un cauce principal de pendientes variables de 3% a 10% y cañadas laterales con pendientes superiores al 10%. Las geoformas asociadas a esta zona corresponden a cárcavas y depresiones limitadas por colinas alargadas, algunos sectores están sometidos a erosión intensa (Bad Lands). Litológicamente está constituida por los denominados miembros Órganos (Qbo) y Finos (Qbf) de la formación Bucaramanga.

Características geotécnicas

Los suelos subsuperficiales corresponden a gravas areno arcillosas, con gran cantidad de cantos redondeados, correspondientes a la formación Órganos.

No aparecen niveles freáticos subsuperficiales, pero en la mayoría de los casos se presentan niveles freáticos profundos o acuíferos colgados sobre el basamento de la formación Órganos.

Problemas geotécnicos

- La zona 4B se encuentra amenazada por procesos muy intensos de erosión activa, los cuales no es posible estabilizar con obras normales de ingeniería.

Observaciones Especiales

- Las características geológicas, geotécnicas y morfológicas de estas áreas no permiten garantizar la estabilidad de proyectos de desarrollo urbano. Por lo tanto, cualquier edificación u obra de infraestructura que se localice en esta área, contribuiría a magnificar el proceso erosivo.
- Se recomienda diseñar e implementar un programa para el establecimiento de cobertura vegetal protectora en toda el área afectada por procesos de erosión.

AMENAZAS POR FENÓMENOS NATURALES

Según la cartografía detallada de amenaza relativa por movimientos en masa de la Plancha 109 Rionegro en escala 1:100.000 del Servicio Geológico Colombiano – SGC (2014), la zona de interés se categoriza en Amenaza Media, la cual se describe a continuación:

Movimientos en Masa

Amenaza Alta: Zonas con laderas muy abruptas a escarpadas con rangos dependientes entre19° a 40°, en unidades geomorfológicas de origen denudacional y estructural son predominantes. Las rocas

sedimentarias, ígneas y metamórficas de resistencia blanda, así como los depósitos, coluviales, vulcanoclásticos, glaciares y de cenizas, áreas proclives a la generación de movimientos en masa tipo deslizamientos, caídas de roca, flujo de detritos y de tierra que se encuentran definidos, tienen ocurrencia reciente y continua; el número de eventos es alto y se ve incrementado por la alta pluviosidad y procesos erosivos de intensidad moderada a alta (erosión laminar y surcos). Se presentan suelos sobre todo del orden de los insceptisoles (poco evolucionados) y entisoles (poca o ninguna evolución genética) que cubren el 91% del área dela plancha, moderadamente profundos a profundos con buen drenaje natural, en 74% dela superficie los suelos tienen texturas arcillosas y franco arcillosas y el 48% del área donde se encuentran corresponde a zonas de vida bosque húmedo y muy húmedo premontano (bh-PM y bmh-PM), el resto está en bosque seco tropical bs-T y bosque seco premontano bs-PM; en esta clase de susceptibilidad, asentadas en los suelos y algunos afloramientos rocosos se encuentra el 15% aproximadamente del área dela plancha con coberturas agrícolas y pecuarias (vegetación de pastos), vegetación secundaria y arbustales, herbazales, en estas zonas en su mayor área han desaparecido las coberturas que mejor control hacían dela erosión, regulación de los flujos superficiales y subsuperficiales. Los materiales litológicos muestran una alta susceptibilidad a la formación de movimientos en masa y son catalogados como zonas con inestabilidad latente.

Con base en el estudio denominado como *"Plan de Ordenación y Manejo de Cuencas Hidrográficas – POMCA Cuenca Alta Rio Lebrija"* realizado por la CDMB (2015), la zona objeto de visita presenta la siguiente categorización de amenaza:

Inundación

Amenaza Baja: Geoformas altas o muy altas dispuestas por encima de valles de inundación y fuera de cauce, con densidad de drenaje moderada a buena, superficies con pendientes altas (muy empinado a muy escarpado), asociados a geoformas de tipo ladera muy inclinada o de origen estructural, con coberturas altas con gran densidad con muy buena capacidad de escurrimiento y absorción

Avenida Torrencial

Amenaza Baja: Áreas torrenciales identificadas por fotointerpretación (a la escala de trabajo o mayores), las cuales no pueden ser identificadas dentro de las categorías anteriores (zonas alejadas de los canales torrenciales y sin evidencias claras de eventos históricos y sus afectaciones).

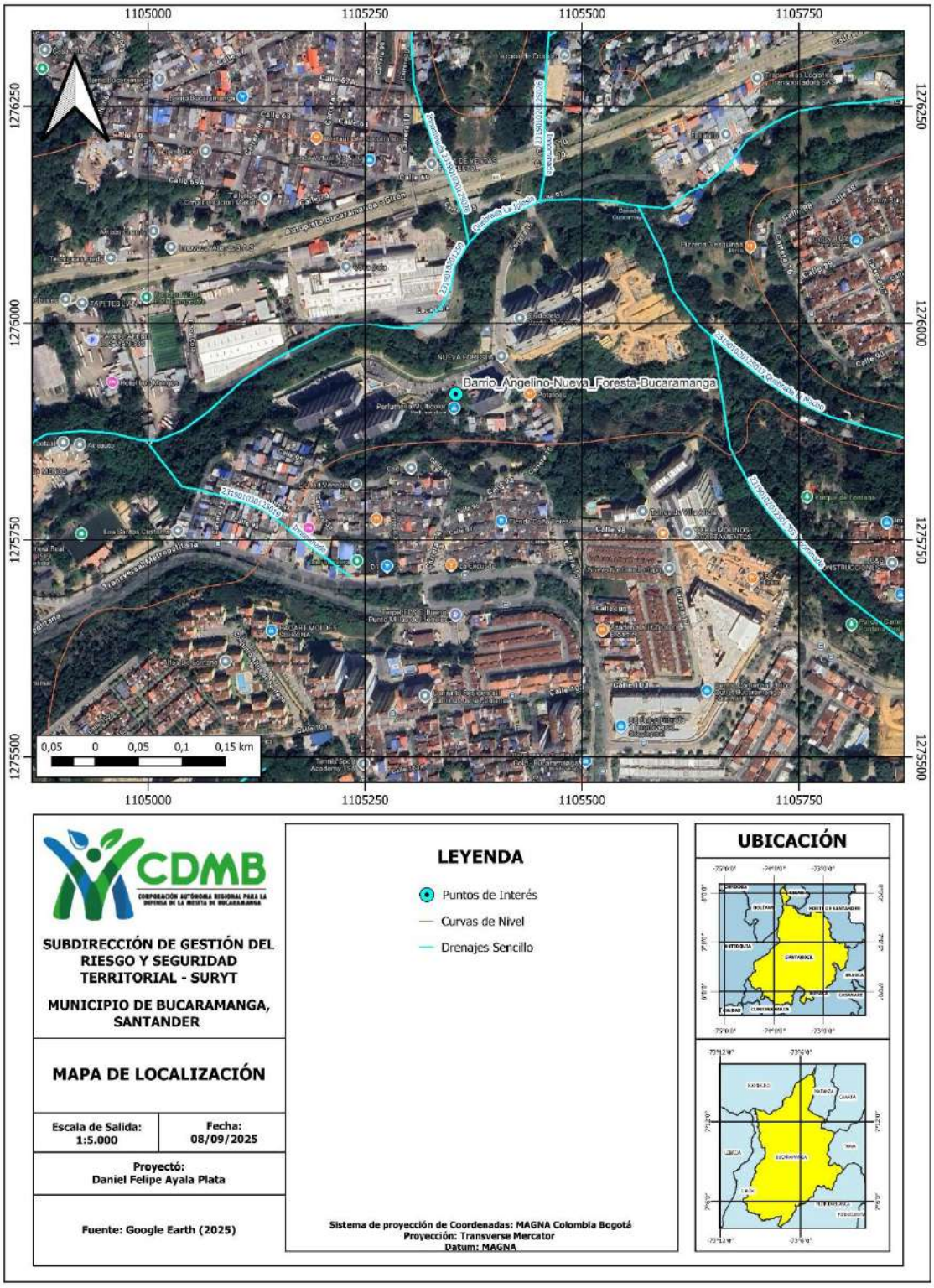


Figura 1. *Mapa Localización de la zona de interés en el Barrio Angelinos en el Municipio de Bucaramanga*. Fuente: Google Earth (2025).

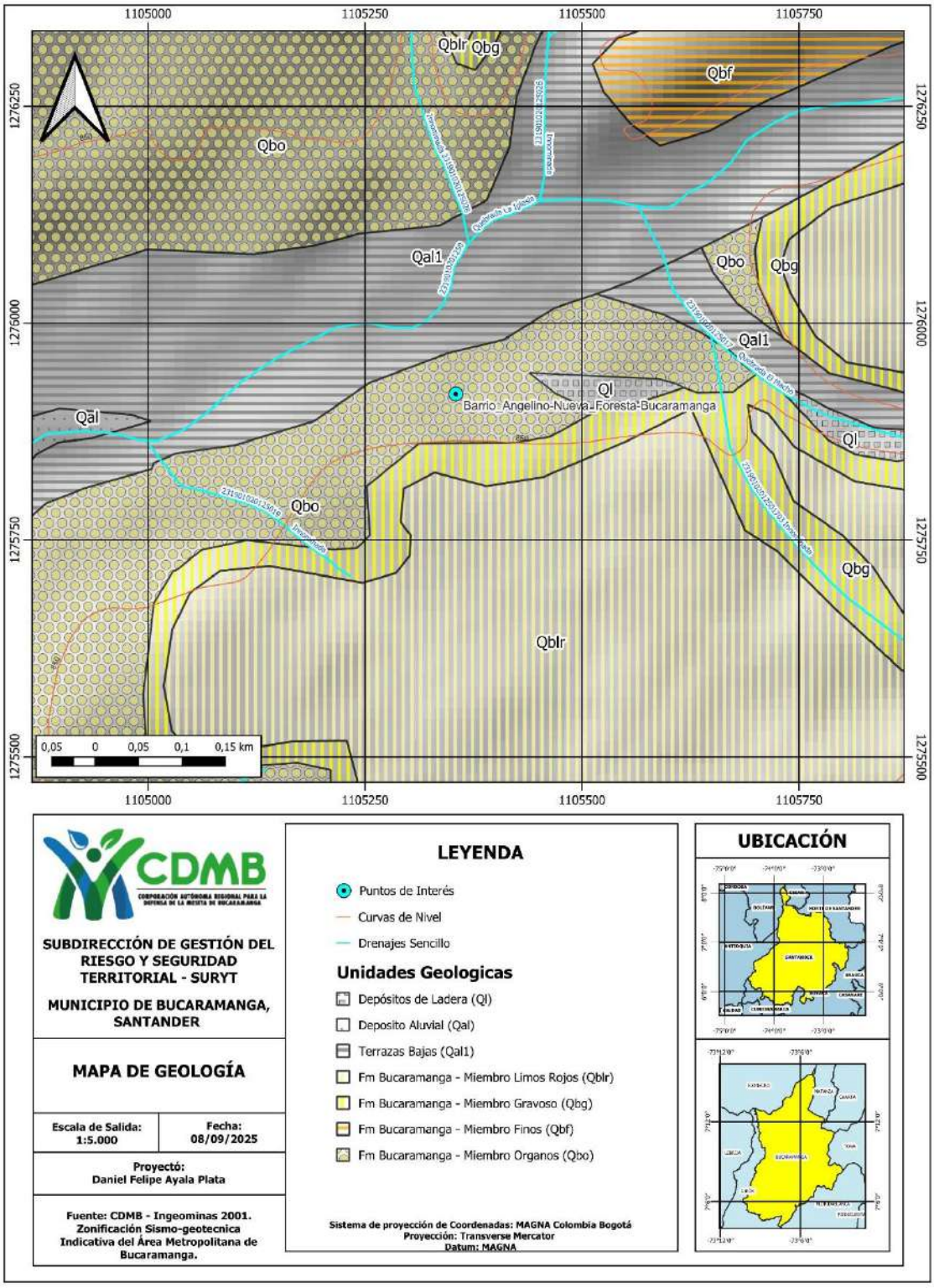


Figura 2. *Mapa de Geología de la zona de interés en el Barrio Angelinos en el Municipio de Bucaramanga.* Fuente: CDMB – INGEOMINAS 2001. Zonificación Sismo Geotécnica Indicativa del Área Metropolitana de Bucaramanga.

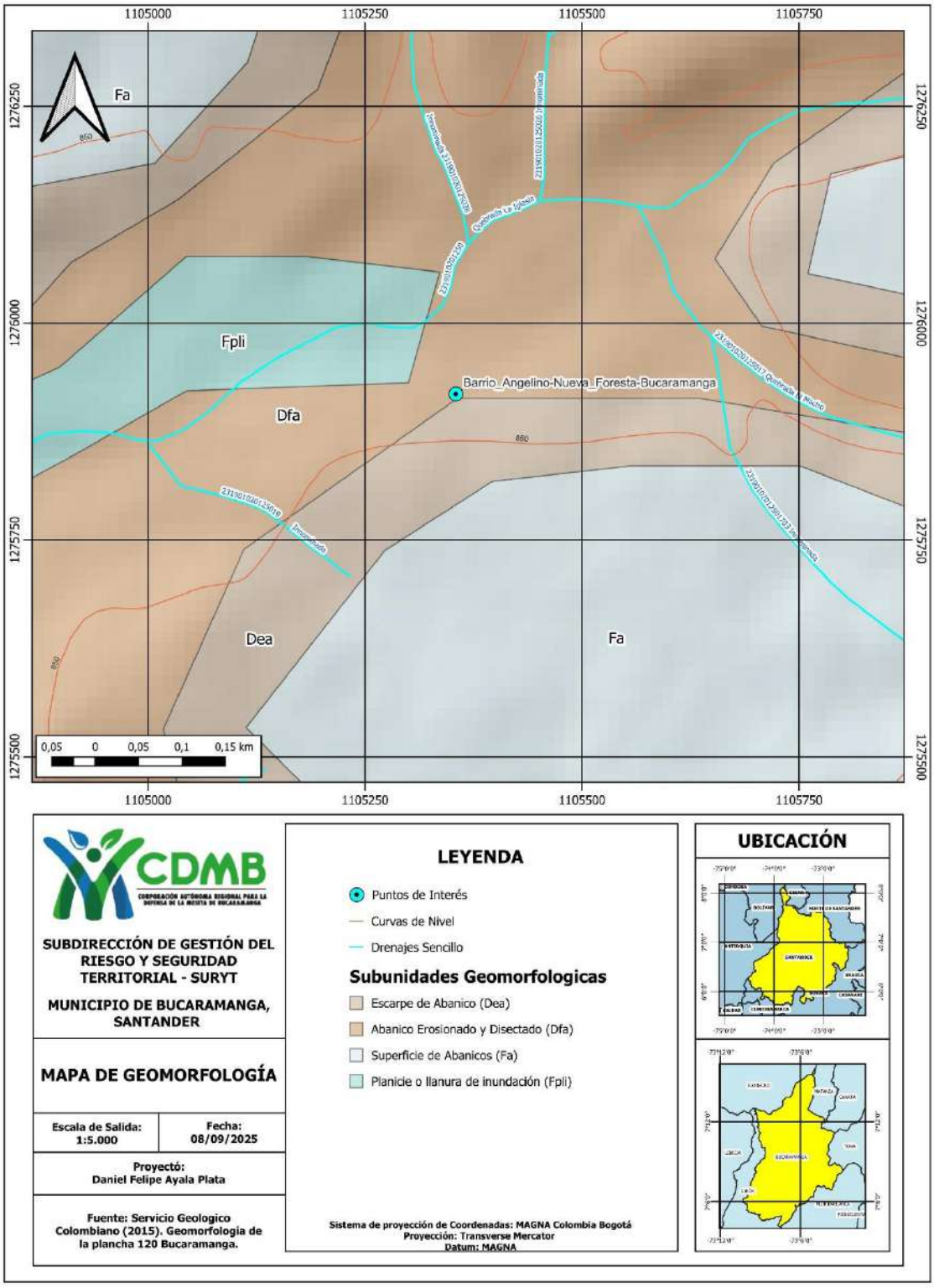


Figura 3. *Mapa de Subunidades Geomorfológicas de la zona de interés en el Barrio Angelinos en el Municipio de Bucaramanga.* Fuente: SGC, 2015.

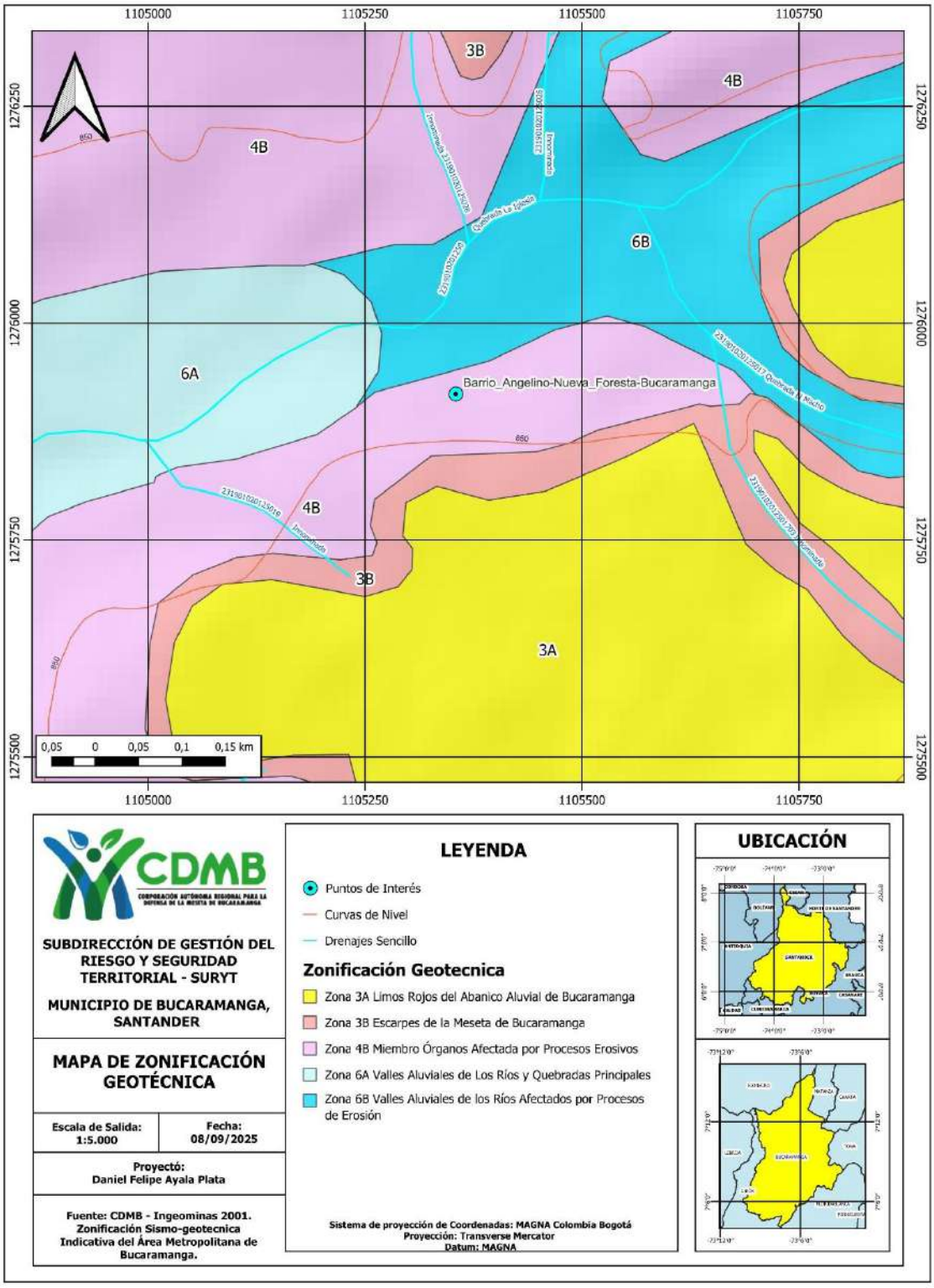


Figura 4. *Mapa de Zonificación Geotecnia de la zona de interés en el Barrio Angelinos en el Municipio de Bucaramanga.* Fuente: CDMB – INGEOMINAS 2001. Zonificación Sismo Geotécnica Indicativa del Área Metropolitana de Bucaramanga

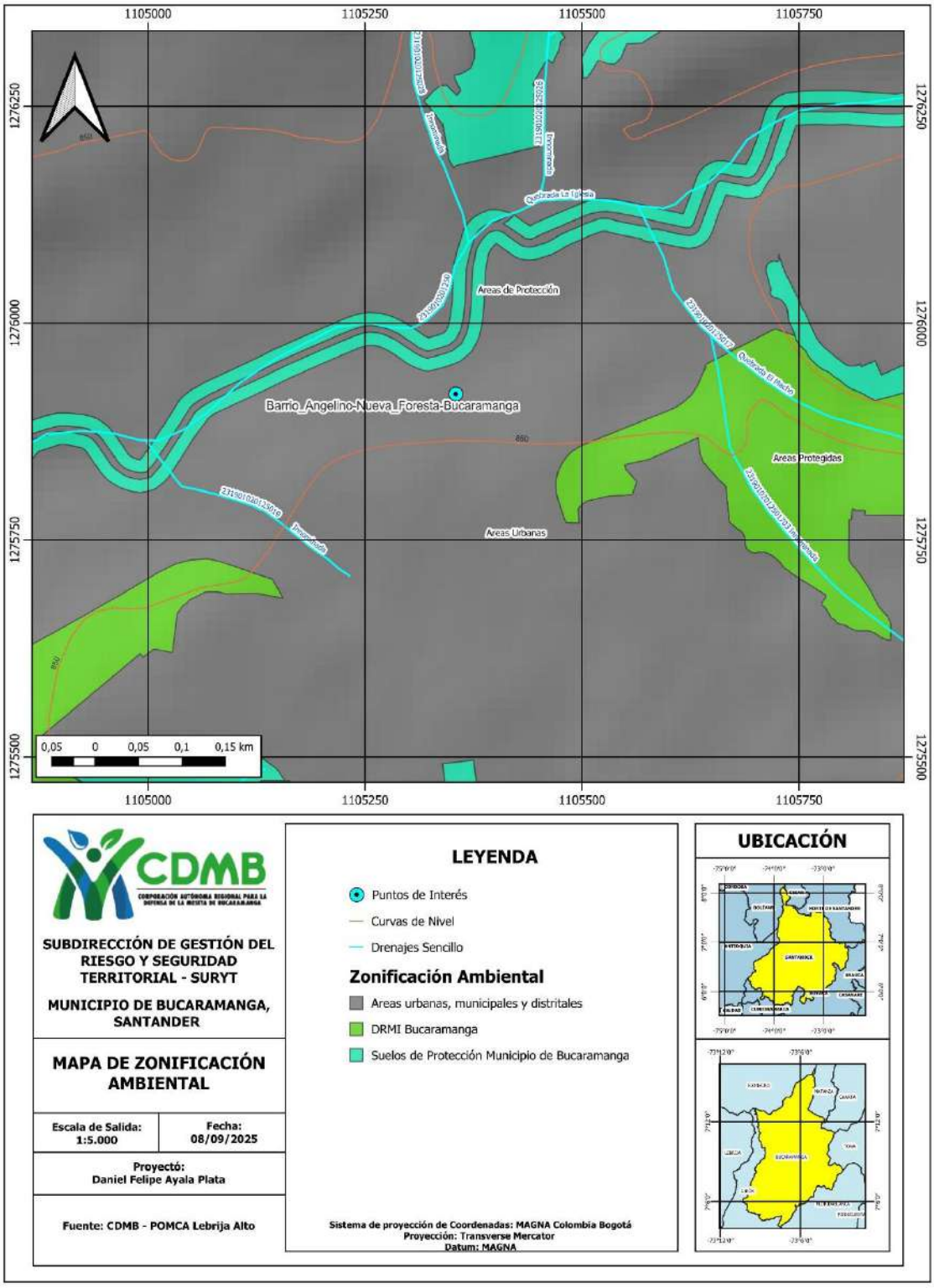


Figura 5. *Mapa de Zonificación Ambiental de la zona de interés en el Barrio Angelinos en el Municipio de Bucaramanga.* Fuente: CDMB – POMCA Lebrija Alto.

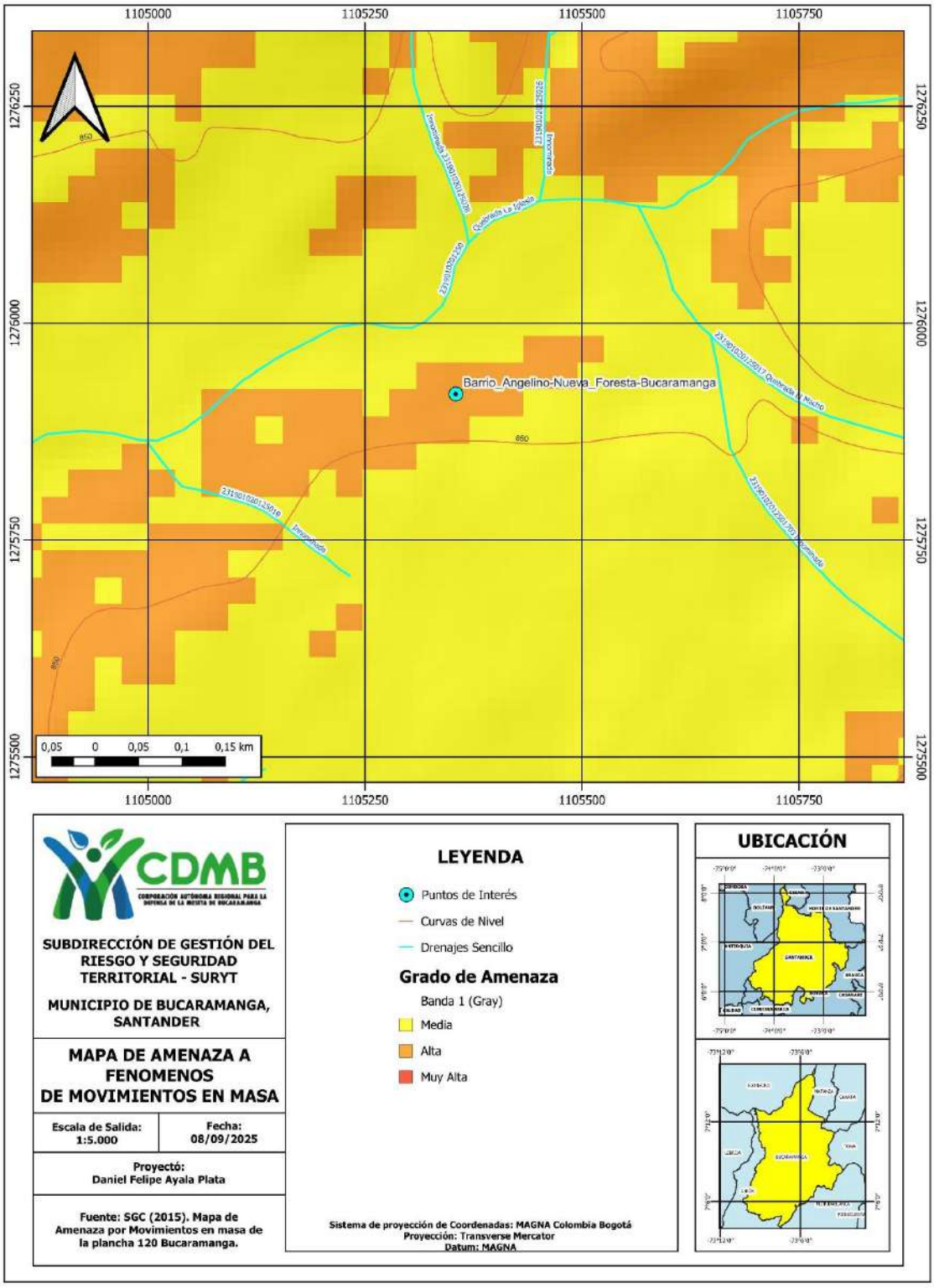


Figura 6. *Mapa de Amenaza por fenómenos de movimientos en masa de la zona de interés en el Barrio Angelinos en el Municipio de Bucaramanga*. Fuente: SGC, 2015.

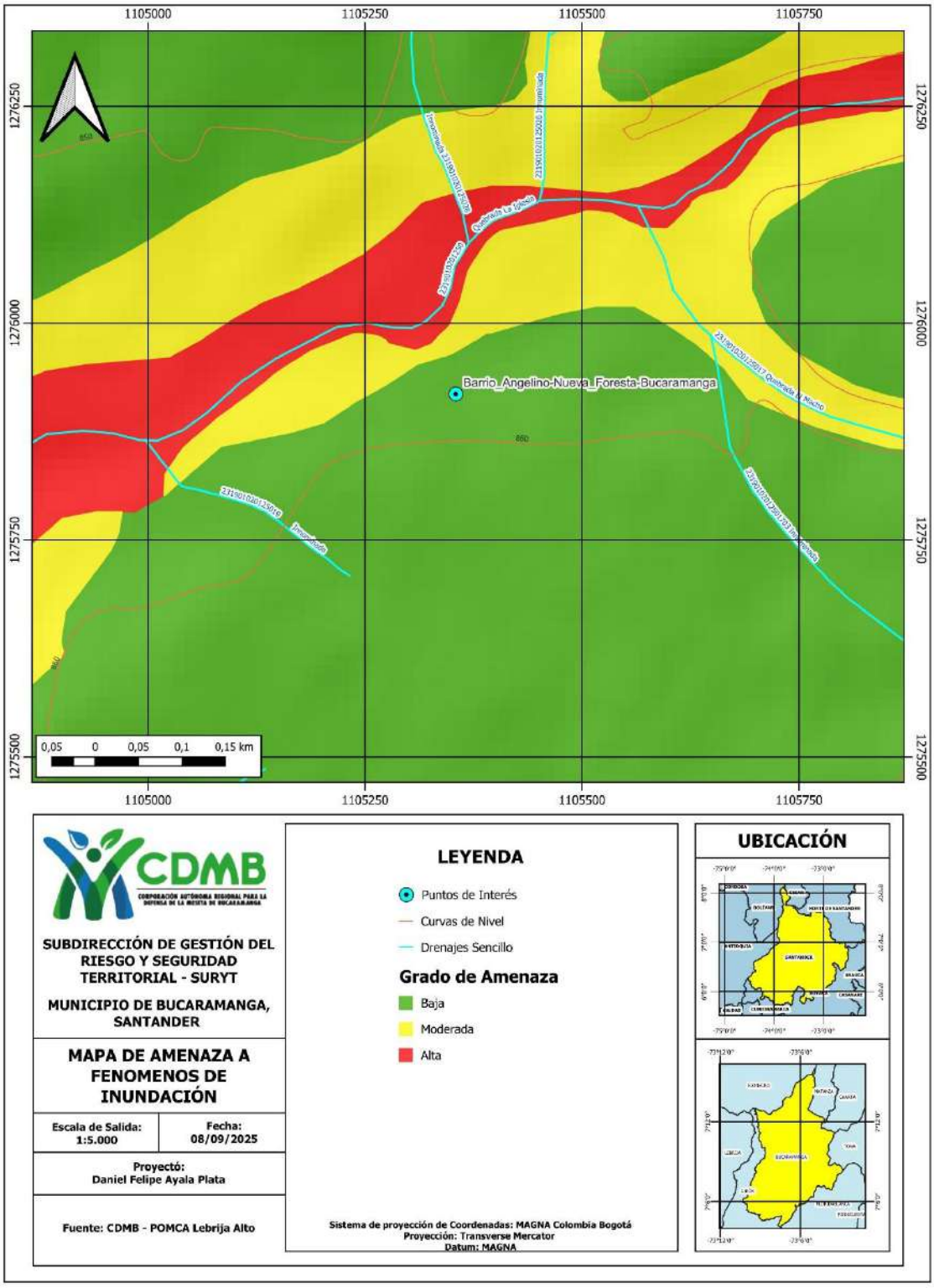


Figura 7. *Mapa de Amenaza por fenómenos de inundación de la zona de interés en el Barrio Angelinos en el Municipio de Bucaramanga*. Fuente: CDMB – POMCA Lebrija Alto.

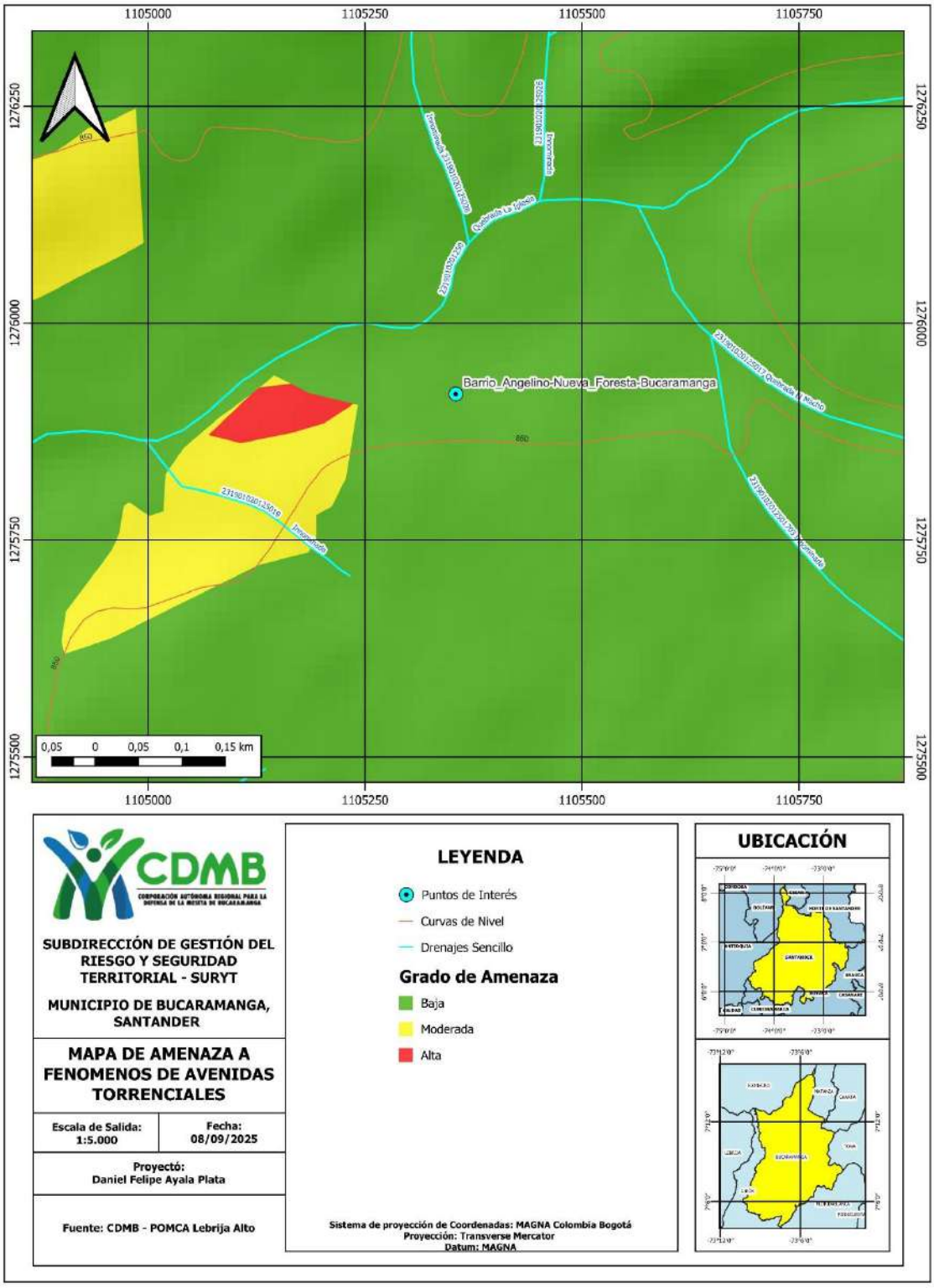


Figura 8. *Mapa de Amenaza por fenómenos de avenidas torrenciales de la zona de interés en el Barrio Angelinos en el Municipio de Bucaramanga*.
Fuente: CDMB – POMCA Lebrija Alto.

BARRIO ARRAYANES – FLORIDA

CARACTERIZACIÓN GEOLÓGICA

Geología general

El lugar objeto de estudio en el sector de interés ubicado en el Barrio Arrayanes del Municipio de Floridablanca, presenta las siguientes unidades geológicas según *"Zonificación Sismo Geotécnica Indicativa del Área Metropolitana de Bucaramanga".* (CDMB – INGEOMINAS 2001) (Figura 1):

Formación Bucaramanga

Inicialmente descrita por De Porta (1958). Se trata de un importante depósito sedimentario de edad Cuaternaria que morfológicamente corresponde a un abanico aluvial erosionado, posiblemente asociado en su mayor parte al río Suratá, acumulado sobre una depresión de origen tectónico. Este abanico limita al nororiente y oriente con el Macizo de Santander, al noroccidente y occidente con el Cerro de Palonegro y el Río de Oro, y al sur con la Mesa de Ruitoque. Presenta una superficie suavemente ondulada, con pendiente ligeramente inclinada al occidente, entre 2º y 7º, y una extensión aproximada de 60 a 80 km^2. La Formación Bucaramanga es disectada por varias quebradas, la mayoría afluentes del Río de Oro, conformando un drenaje dendrítico subparalelo.

El espesor del depósito aumenta de oriente a occidente y aunque el valor real de éste se desconoce, siendo actualmente motivo de investigación, algunos cortes geológicos permiten estimar, en los sectores más profundos, valores promedios cercanos a los 250 m.
De acuerdo con la granulometría, morfología, agentes de transporte y fuentes de los materiales, esta unidad se acumuló en un ambiente típicamente fluvial, donde alternan materiales de origen aluvial tipo cono de deyección, flujos de escombro, canal y lagunar (INGEOMINAS- CDMB, 2001).

Considerando algunos trabajos recientes dentro de los cuales se encuentran las clasificaciones hechas por Hubach (1952) y Niño & Vargas (1993), se propuso dividir la formación Bucaramanga, de base a techo, en los siguientes miembros: Miembro Organos (Qbo), Miembro Finos (Qbf), Miembro Gravoso (Qbg) y Miembro Limos Rojos (Qblr).

De acuerdo con las dataciones paleomagnéticas publicadas en el proyecto hidroeléctrico Fonce-Suárez, la parte más antigua de la Formación Bucaramanga tiene unos 730.000 años ubicándola dentro del Pleistoceno Medio – Superior (INGEOMINAS- CDMB, 2001).

Miembro Gravoso (Qbg). Su espesor varía entre los 8 y 30 metros. Presenta niveles gravosos, gravoarenosos y gravolodosos. Los cantos son, en su mayor parte, tamaño grava de diámetro promedio 15 centímetros y bloques de roca, en menor cantidad, hasta de 0.8 metros de diámetro, subangulares a subredondeados, en matriz areno-lodosa, color pardo rojizo, rojizo y ocre pálido. En general el depósito es matriz soportado, aunque localmente se presenta clasto soportado. El contacto inferior con el Miembro Finos (Qbf) es neto, contínuo y suavemente onduloso y el contacto superior con el Miembro Limos rojos es gradacional (Niño & Vargas, 1992).

Macroscópicamente se estima que la matriz representa alrededor de un 60% del volumen total, con aproximadamente unas 2/ 3 partes de arena tamaño medio a grueso y 1/ 3 de finos. Los cantos están

compuestos en su mayor parte por rocas metamórficas e ígneas del Macizo de Santander, y areniscas cuarzosas, areniscas limosas y limolitas moradas de las Formaciones Girón y Jordán. La matriz, por su parte, es de composición cuarzo-feldespática micácea (cuarzo, plagioclasa, láminas de muscovita), de consistencia media y de baja cohesión.

Los depósitos que conforman el Miembro Gravoso (Qbg) presentan un grado de meteorización medio a alto. Los bajos porcentajes de humedad natural (W< 15%), el predominio granular y el grado de meteorización sugiere que, al menos la parte superficial de este miembro tiene poca compactación y buena permeabilidad. El ambiente de depositación indica un dominio de flujo de escombros (INGEOMINAS - CDMB, 2001).

CARACTERÍSTICAS GEOMORFOLÓGICAS

El lugar objeto de estudio en el sector de interés ubicado en el Barrio Arrayanes del Municipio de Floridablanca, presenta las siguientes Subunidades geomorfológicas (Servicio Geológico Colombiano, 2014) (Figura 2):

Laderas Estructurales (Sld)

Superficies en declive de morfología alomada, localizadas en zonas de piedemonte con los estratos inclinados en favor de la pendiente del terreno, son de longitud corta a larga, de forma cóncava y con pendientes abruptas. El origen está asociado con procesos erosivos y de disección intensa; en rocas blandas se desarrollan suelos residuales y coluviales gruesos.

CARACTERÍSTICAS GEOTÉCNICAS

El lugar objeto de estudio en el sector de interés ubicado en el Barrio Arrayanes del Municipio de Floridablanca, presenta la siguiente zonificación geotécnica según *"Zonificación Sismo Geotécnica Indicativa del Área Metropolitana de Bucaramanga".* (CDMB – INGEOMINAS 2001) (Figura 3):

ZONA 3B Escarpes de la Meseta de Bucaramanga

Descripción General

La zona se encuentra localizada en la corona de los escarpes del Abanico de Bucaramanga, siguiendo una línea continua a lo largo del perímetro de la zona 3A e incluye las áreas junto al escarpe occidental de Bucaramanga y los sectores de los barrios localizados sobre éste. El ancho de esta franja es de mínimo 100 metros medidos desde la cabeza de los taludes perimetrales del Abanico.

La morfología de la zona corresponde en la parte más superior a una zona plana, inclinada de baja pendiente, que hacia el sector más inferior pasa a escarpes semiverticales o taludes de alta pendiente. Geológicamente la zona 3B está conformada por una parte de los miembros Limos Rojos (Qblr) y Gravoso (Qbg) pertenecientes a la formación Bucaramanga.

Características geotécnicas

Los suelos subsuperficiales corresponden a arenas gravo-arcillosas, cementadas por óxidos de hierro sobre mantos gravosos y algo conglomeráticos. En razón a la morfología de los escarpes, estos suelos presentan

una alta susceptibilidad al agrietamiento cosísmico. En el pié de los taludes verticales se presentan afloramientos de agua de los niveles freáticos del abanico sobre los mantos arcillosos o de finos.

Problemas geotécnicos

En la zona escarpada se presentan problemas geotécnicos de gran magnitud, entre los cuales se incluyen las siguientes:

- Agrietamiento cosísmico de la superficie del suelo.
- Deslizamientos de tierra.
- Avance de las cárcavas de erosión.

Observaciones Especiales

- Las características geológicas, geotécnicas y morfológicas de estas áreas no permiten garantizar la estabilidad de proyectos de desarrollo urbano. Por lo tanto, cualquier edificación u obra de infraestructura que se localice en esta área, estará en grave peligro de ser afectada severamente por procesos de inestabilidad del terreno.
- Se recomienda continuar con el programa iniciado por la CDMB de conformación de una zona de amortiguación a los procesos de erosión en todo el perímetro del escarpe vertical de la meseta de Bucaramanga.
- Se recomienda realizar estudios tendientes a determinar las zonas amenazadas por deslizamientos y diseñar y construir las obras de estabilización y control. El programa del plan maestro de control de erosión debe continuarse hasta lograr la estabilización de los taludes que representen peligro para los asentamientos humanos localizados en las áreas cercanas a los escarpes.

AMENAZAS POR FENÓMENOS NATURALES

Con base en el estudio denominado como *"Plan de Ordenación y Manejo de Cuencas Hidrográficas – POMCA Cuenca Alta Rio Lebrija"* realizado por la CDMB (2015), la zona objeto de visita presenta la siguiente categorización de amenaza:

Movimientos en Masa

Amenaza Alta: Zonas donde se encuentren litologías con características susceptibles a los movimientos en masa, como alto grado de meteorización, dureza baja, fabrica menos consistente, pendientes altas (muy escarpado), geoformas principalmente denudacionales, con procesos morfodinámicos activos principalmente de deslizamiento de alta pendiente, baja o nula cobertura del suelo, suelos con material parental de depósitos cuaternarios y zonas con mayor incidencia de las estructuras de plegamiento y fallamiento.

Inundación

Amenaza Baja: Geoformas altas o muy altas dispuestas por encima de valles de inundación y fuera de cauce, con densidad de drenaje moderada a buena, superficies con pendientes altas (muy empinado a muy escarpado), asociados a geoformas de tipo ladera muy inclinada o de origen estructural, con coberturas altas con gran densidad con muy buena capacidad de escurrimiento y absorción

Avenida Torrencial

Amenaza Media: Zonas con actividad torrencial que cumplen al menos uno de los siguientes aspectos: existencia de evidencias históricas de al menos una avenida torrencial; elevación insuficiente por encima del canal torrencial de acuerdo con las características de la cuenca, principalmente del área de drenaje (en general diferencias de elevaciones menores a 1.5 metros); aguas abajo de un punto de avulsión potencial (disminución brusca de la sección, puentes o entubaciones de poca sección que puedan ser obstruidos por el material arrastrado).

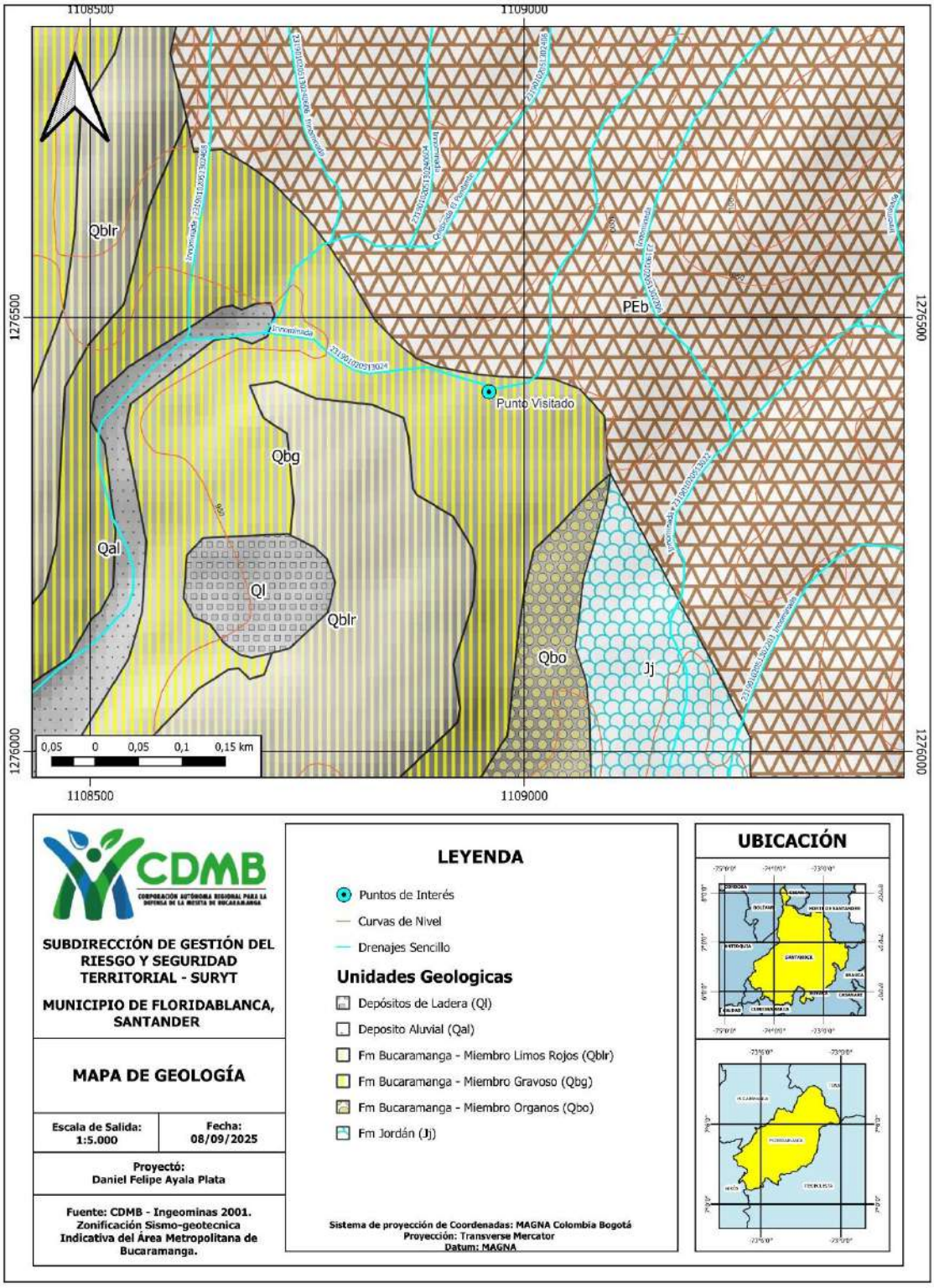


Figura 1. *Mapa de Geología del sitio de interés en el Barrio Arrayanes del Municipio de Floridablanca – Escala 1:25.000*. Fuente: CDMB – INGEOMINAS 2001. Zonificación Sismo Geotécnica Indicativa del Área Metropolitana de Bucaramanga.

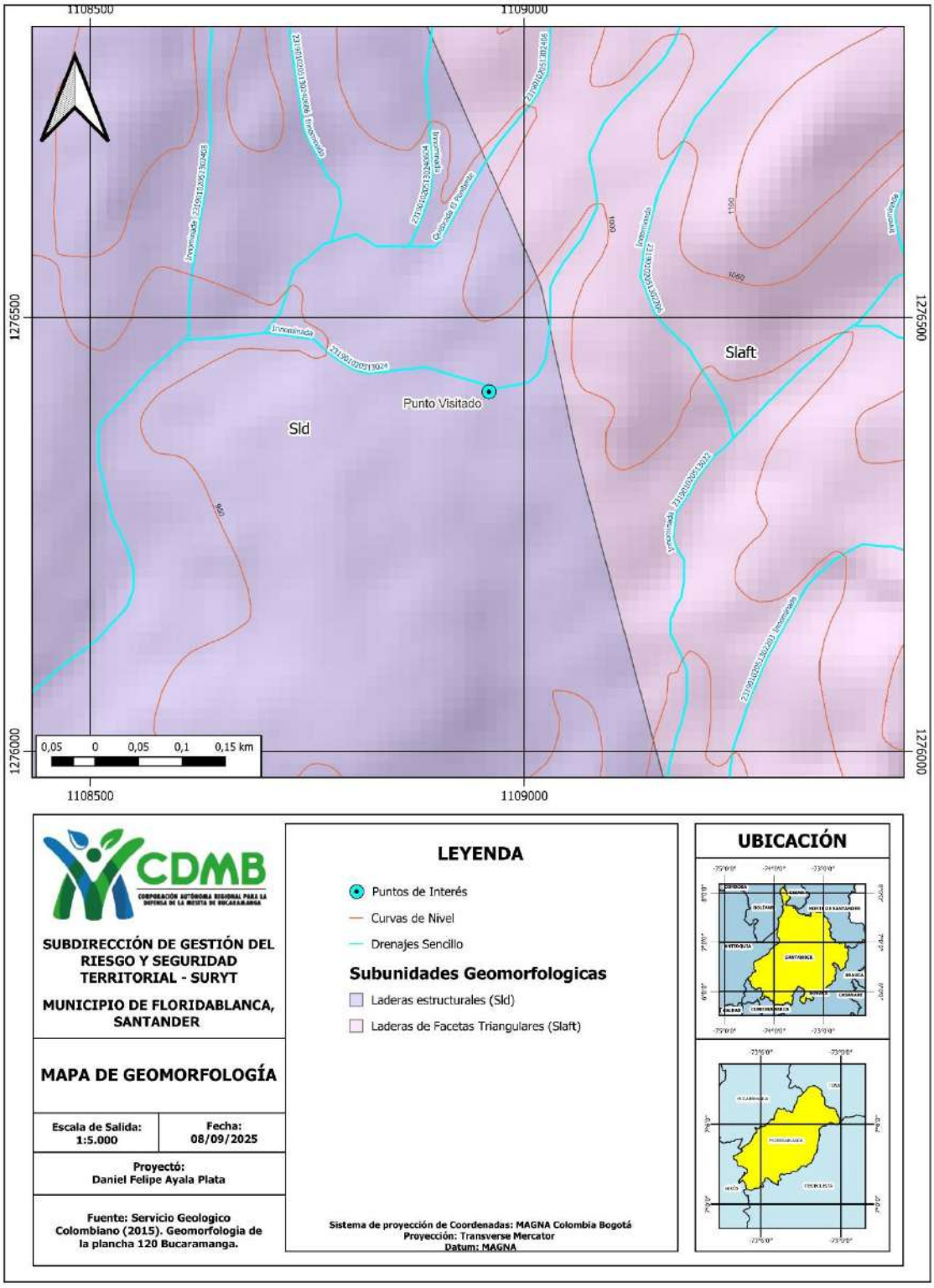


Figura 2. *Mapa de Subunidades Geomorfológicas del sitio de interés en el Barrio Arrayanes del Municipio de Floridablanca – Escala 1:100.000.*
Fuente: Servicio Geológico Colombiano (2015). Mapa Geomorfológico Aplicado a Movimientos en Masa, Plancha 120 Bucaramanga.

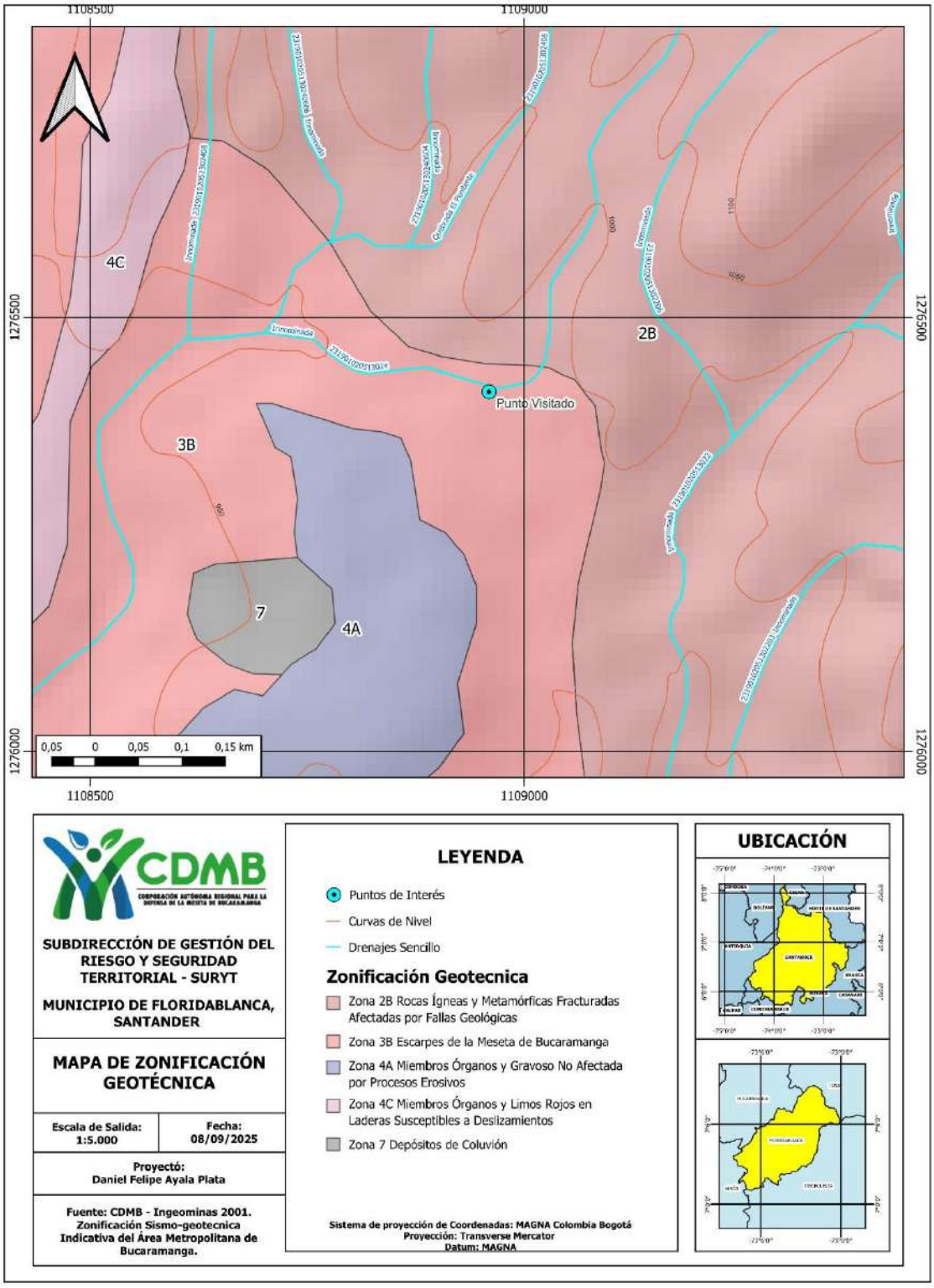


Figura 3. *Mapa de Zonificación geotécnica del sitio de interés en el Barrio Arrayanes del Municipio de Floridablanca – Escala 1:25.000.* Fuente: CDMB – INGEOMINAS 2001. Zonificación Sismo Geotécnica Indicativa del Área Metropolitana de Bucaramanga.

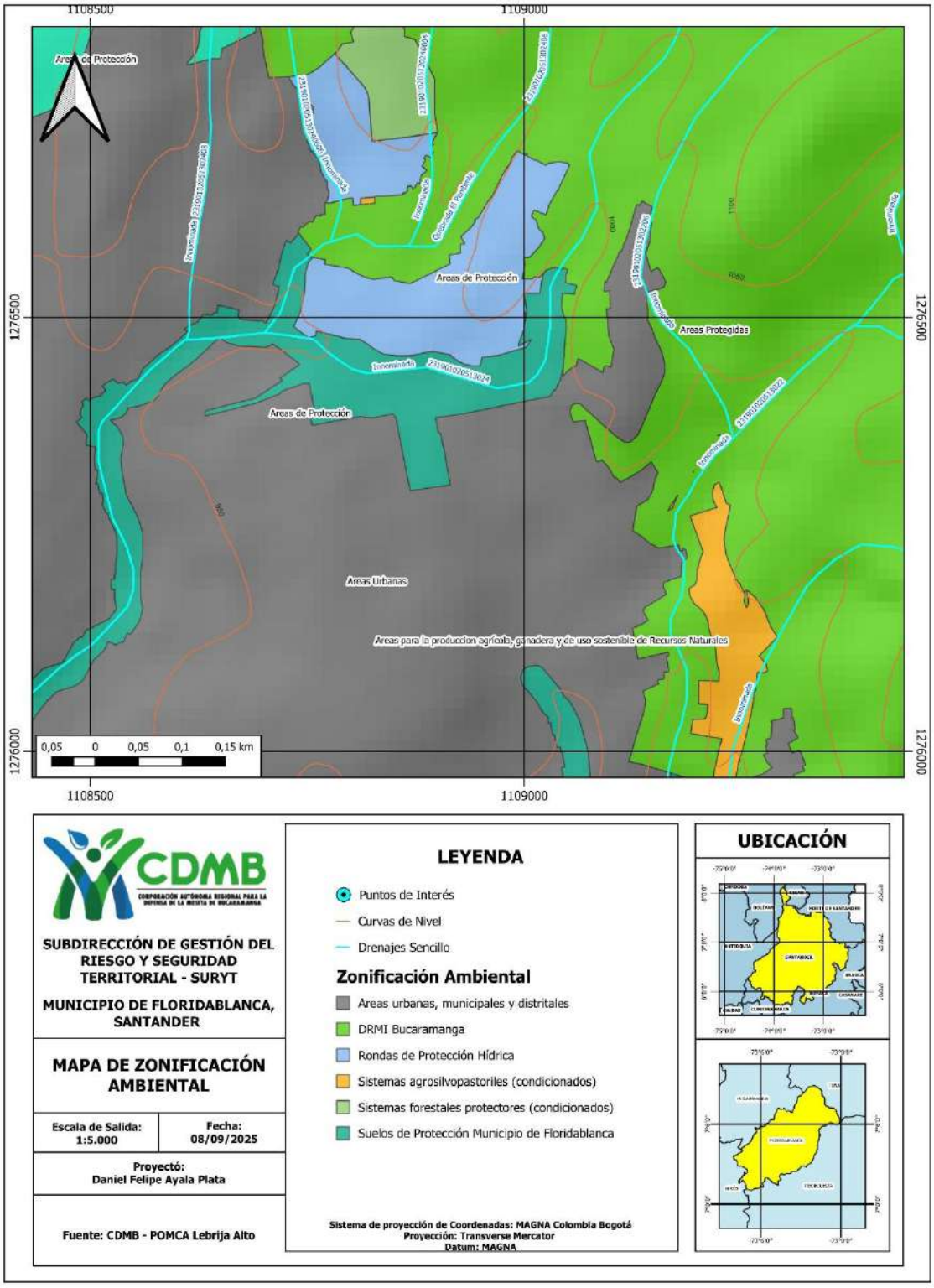


Figura 4. *Mapa de Zonificación Ambiental del sitio de interés en el Barrio Arrayanes del Municipio de Floridablanca – Escala 1:25.000*. Fuente: CDMB – POMCA Lebrija Alto.

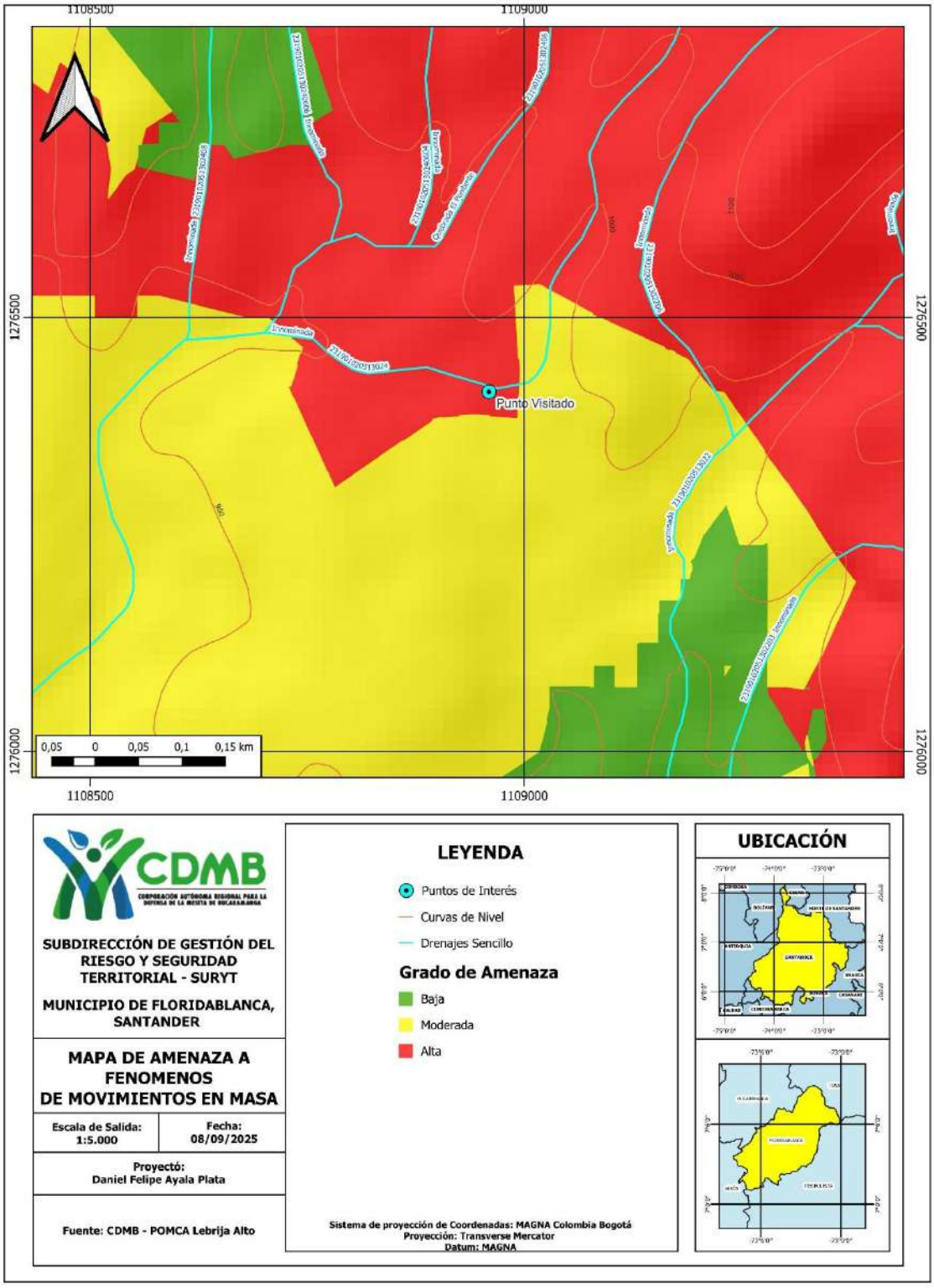


Figura 5. *Mapa de Amenaza por fenómenos de movimientos en masa del sitio de interés en el Barrio Arrayanes del Municipio de Floridablanca – Escala 1:25.000*. Fuente: CDMB – POMCA Lebrija Alto.

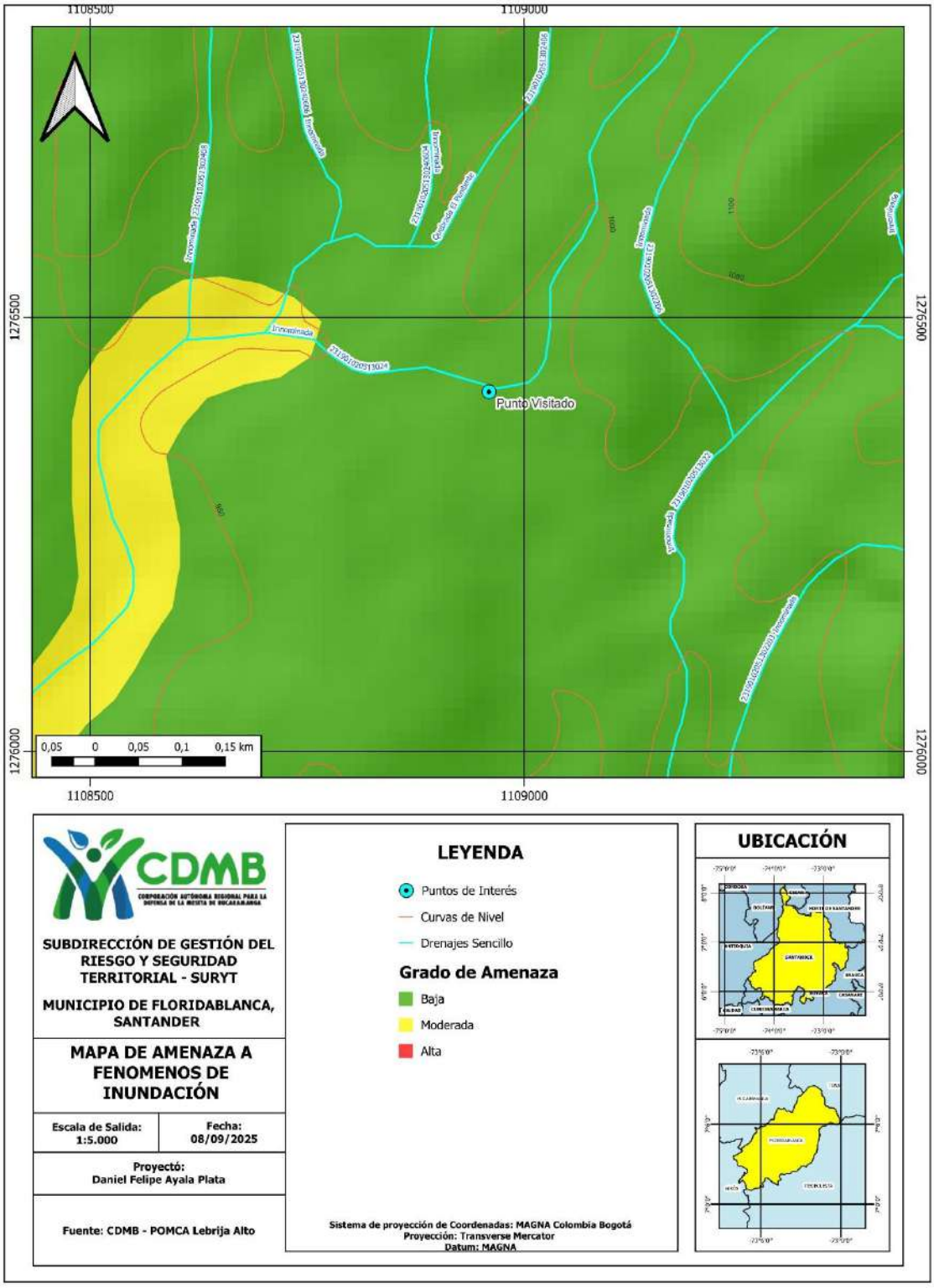


Figura 6. *Mapa de Amenaza por fenómenos de inundación del sitio de interés en el Barrio Arrayanes del Municipio de Floridablanca – Escala 1:25.000*. Fuente: CDMB – POMCA Lebrija Alto.

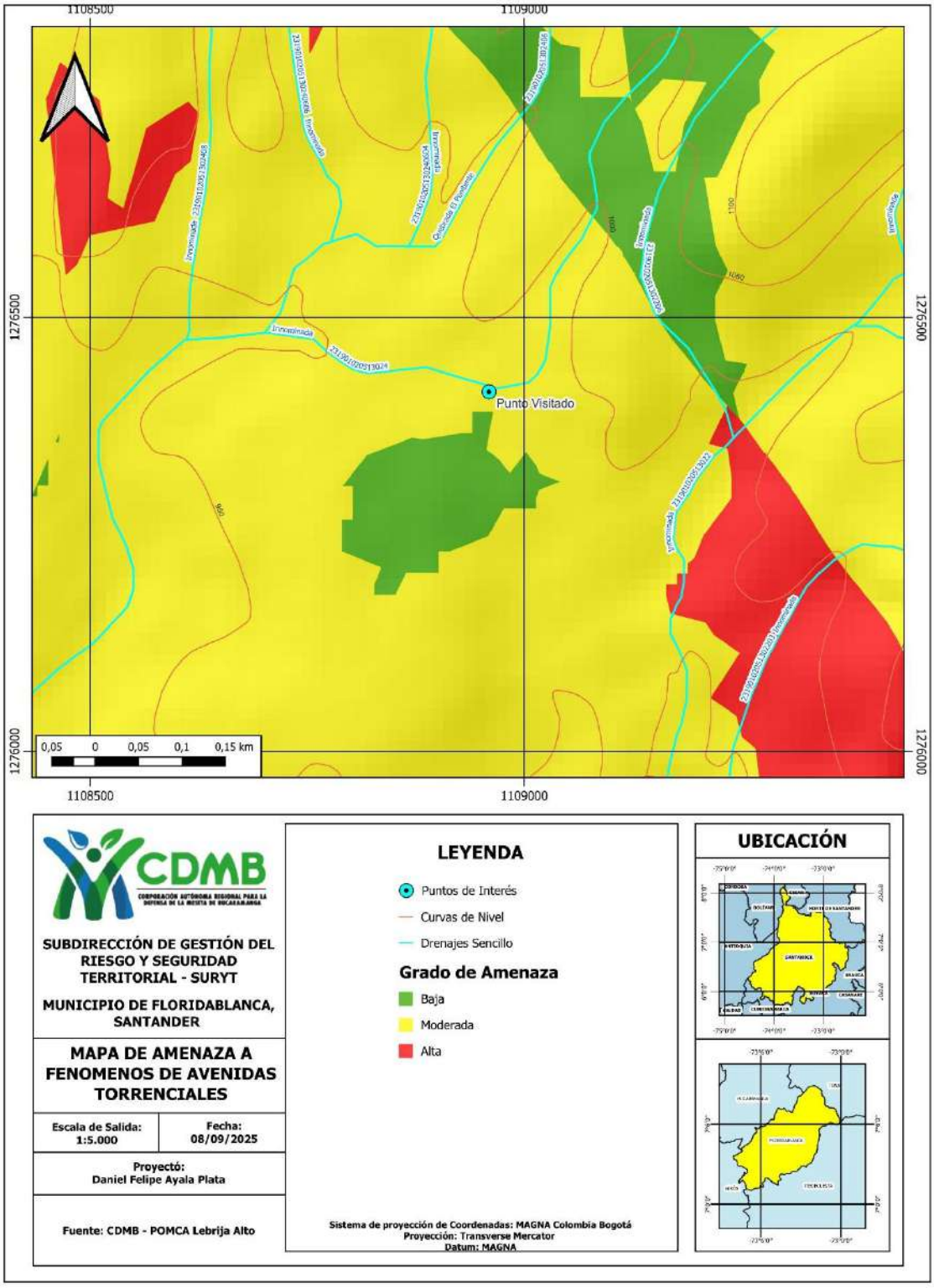


Figura 7. *Mapa de Amenaza por fenómenos de avenidas torrenciales del sitio de interés en el Barrio Arrayanes del Municipio de Floridablanca – Escala 1:25.000*. Fuente: CDMB – POMCA Lebrija Alto.

BARRIO BALCONCITOS – BUCARAMANGA

CARACTERIZACIÓN GEOLÓGICA

Geología general

El lugar objeto de estudio en el sector de interés ubicado en el Sector Balconcitos, (Municipio de Bucaramanga), presenta las siguientes unidades geológicas (*CDMB - Ingeominas, 2001*) (Figura 1):

Formación Bucaramanga

Inicialmente descrita por De Porta (1958). Se trata de un importante depósito sedimentario de edad Cuaternaria que morfológicamente corresponde a un abanico aluvial erosionado, posiblemente asociado en su mayor parte al río Suratá, acumulado sobre una depresión de origen tectónico. Este abanico limita al nororiente y oriente con el Macizo de Santander, al noroccidente y occidente con el Cerro de Palonegro y el Río de Oro, y al sur con la Mesa de Ruitoque. Presenta una superficie suavemente ondulada, con pendiente ligeramente inclinada al occidente, entre 2º y 7º, y una extensión aproximada de 60 a 80 km^2. La Formación Bucaramanga es disectada por varias quebradas, la mayoría afluentes del Río de Oro, conformando un drenaje dendrítico subparalelo.

El espesor del depósito aumenta de oriente a occidente y aunque el valor real de éste se desconoce, siendo actualmente motivo de investigación, algunos cortes geológicos permiten estimar, en los sectores más profundos, valores promedios cercanos a los 250 m.
De acuerdo con la granulometría, morfología, agentes de transporte y fuentes de los materiales, esta unidad se acumuló en un ambiente típicamente fluvial, donde alternan materiales de origen aluvial tipo cono de deyección, flujos de escombro, canal y lagunar (INGEOMINAS- CDMB, 2001).

Considerando algunos trabajos recientes dentro de los cuales se encuentran las clasificaciones hechas por Hubach (1952) y Niño & Vargas (1993), se propuso dividir la formación Bucaramanga, de base a techo, en los siguientes miembros: Miembro Organos (Qbo), Miembro Finos (Qbf), Miembro Gravoso (Qbg) y Miembro Limos Rojos (Qblr).

De acuerdo con las dataciones paleomagnéticas publicadas en el proyecto hidroeléctrico Fonce-Suárez, la parte más antigua de la Formación Bucaramanga tiene unos 730.000 años ubicándola dentro del Pleistoceno Medio – Superior (INGEOMINAS- CDMB, 2001).

Miembro Gravoso (Qbg). Su espesor varía entre los 8 y 30 metros. Presenta niveles gravosos, gravoarenosos y gravolodosos. Los cantos son, en su mayor parte, tamaño grava de diámetro promedio 15 centímetros y bloques de roca, en menor cantidad, hasta de 0.8 metros de diámetro, subangulares a subredondeados, en matriz areno-lodosa, color pardo rojizo, rojizo y ocre pálido. En general el depósito es matriz soportado, aunque localmente se presenta clasto soportado. El contacto inferior con el Miembro Finos (Qbf) es neto, contínuo y suavemente onduloso y el contacto superior con el Miembro Limos rojos es gradacional (Niño & Vargas, 1992).

Macroscópicamente se estima que la matriz representa alrededor de un 60% del volumen total, con aproximadamente unas 2/ 3 partes de arena tamaño medio a grueso y 1/ 3 de finos. Los cantos están compuestos en su mayor parte por rocas metamórficas e ígneas del Macizo de Santander, y areniscas

cuarzosas, areniscas limosas y limolitas moradas de las Formaciones Girón y Jordán. La matriz, por su parte, es de composición cuarzo-feldespática micácea (cuarzo, plagioclasa, láminas de muscovita), de consistencia media y de baja cohesión.

Los depósitos que conforman el Miembro Gravoso (Qbg) presentan un grado de meteorización medio a alto. Los bajos porcentajes de humedad natural (W< 15%), el predominio granular y el grado de meteorización sugiere que, al menos la parte superficial de este miembro tiene poca compactación y buena permeabilidad. El ambiente de depositación indica un dominio de flujo de escombros (INGEOMINAS - CDMB, 2001).

CARACTERÍSTICAS GEOTÉCNICAS

ZONA 3B Escarpes de la Meseta de Bucaramanga

Descripción General

La zona se encuentra localizada en la corona de los escarpes del Abanico de Bucaramanga, siguiendo una línea continua a lo largo del perímetro de la zona 3A e incluye las áreas junto al escarpe occidental de Bucaramanga y los sectores de los barrios localizados sobre éste. El ancho de esta franja es de mínimo 100 metros medidos desde la cabeza de los taludes perimetrales del Abanico.

La morfología de la zona corresponde en la parte más superior a una zona plana, inclinada de baja pendiente, que hacia el sector más inferior pasa a escarpes semiverticales o taludes de alta pendiente. Geológicamente la zona 3B está conformada por una parte de los miembros Limos Rojos (Qblr) y Gravoso (Qbg) pertenecientes a la formación Bucaramanga.

Características geotécnicas

Los suelos subsuperficiales corresponden a arenas gravo-arcillosas, cementadas por óxidos de hierro sobre mantos gravosos y algo conglomeráticos. En razón a la morfología de los escarpes, estos suelos presentan una alta susceptibilidad al agrietamiento cosísmico. En el pié de los taludes verticales se presentan afloramientos de agua de los niveles freáticos del abanico sobre los mantos arcillosos o de finos.

Problemas geotécnicos

En la zona escarpada se presentan problemas geotécnicos de gran magnitud, entre los cuales se incluyen las siguientes:

- Agrietamiento cosísmico de la superficie del suelo.
- Deslizamientos de tierra.
- Avance de las cárcavas de erosión.

Observaciones Especiales

- Las características geológicas, geotécnicas y morfológicas de estas áreas no permiten garantizar la estabilidad de proyectos de desarrollo urbano. Por lo tanto, cualquier edificación u obra de infraestructura que se localice en esta área, estará en grave peligro de ser afectada severamente por procesos de inestabilidad del terreno.

- Se recomienda continuar con el programa iniciado por la CDMB de conformación de una zona de amortiguación a los procesos de erosión en todo el perímetro del escarpe vertical de la meseta de Bucaramanga.
- Se recomienda realizar estudios tendientes a determinar las zonas amenazadas por deslizamientos y diseñar y construir las obras de estabilización y control. El programa del plan maestro de control de erosión debe continuarse hasta lograr la estabilización de los taludes que representen peligro para los asentamientos humanos localizados en las áreas cercanas a los escarpes.

AMENAZAS POR FENÓMENOS NATURALES

Con base en el estudio denominado como *"Zonificación de Amenaza por movimientos en masa en algunas laderas de los Municipios de Bucaramanga, Floridablanca, Girón"* realizado por la CDMB y el Servicio Geológico Colombiano (2009), la zona objeto de visita presenta la siguiente categorización:

Movimientos en Masa

Amenaza Alta: incluye áreas con alta probabilidad a los movimientos en masa de magnitud importante tipo deslizamiento traslacional en suelos y caídas, falla en cuña y fallas planares en rocas, que implicarían en términos generales daños severos en las zonas involucradas, relacionados con destrucción de total o parcial de viviendas, caminos, carreteables, vías principales, redes de alcantarillado y acueducto, sistemas de drenajes, canales y alcantarillas y en general afectación de la infraestructura asociada. En la actualidad estas zonas se encuentran afectadas por flujos superficiales y evidencias de agrietamientos que pueden ser asociados a movimientos en masa y en general presentan una alta intervención antrópica. En zonas habitadas se recomienda su intervención mediante obras de control y mitigación definidas a partir de estudios detallados de estabilidad, con el fin de minimizar los daños asociados a la ocurrencia de eventos. Para las zonas afectadas por procesos erosivos se recomienda ejecutar procesos de recuperación de suelos. En zonas no habitadas se deberá exigir la ejecución de estudios de estabilidad y definición de obras de mitigación para autorizar nuevos desarrollos urbanísticos y de infraestructura.

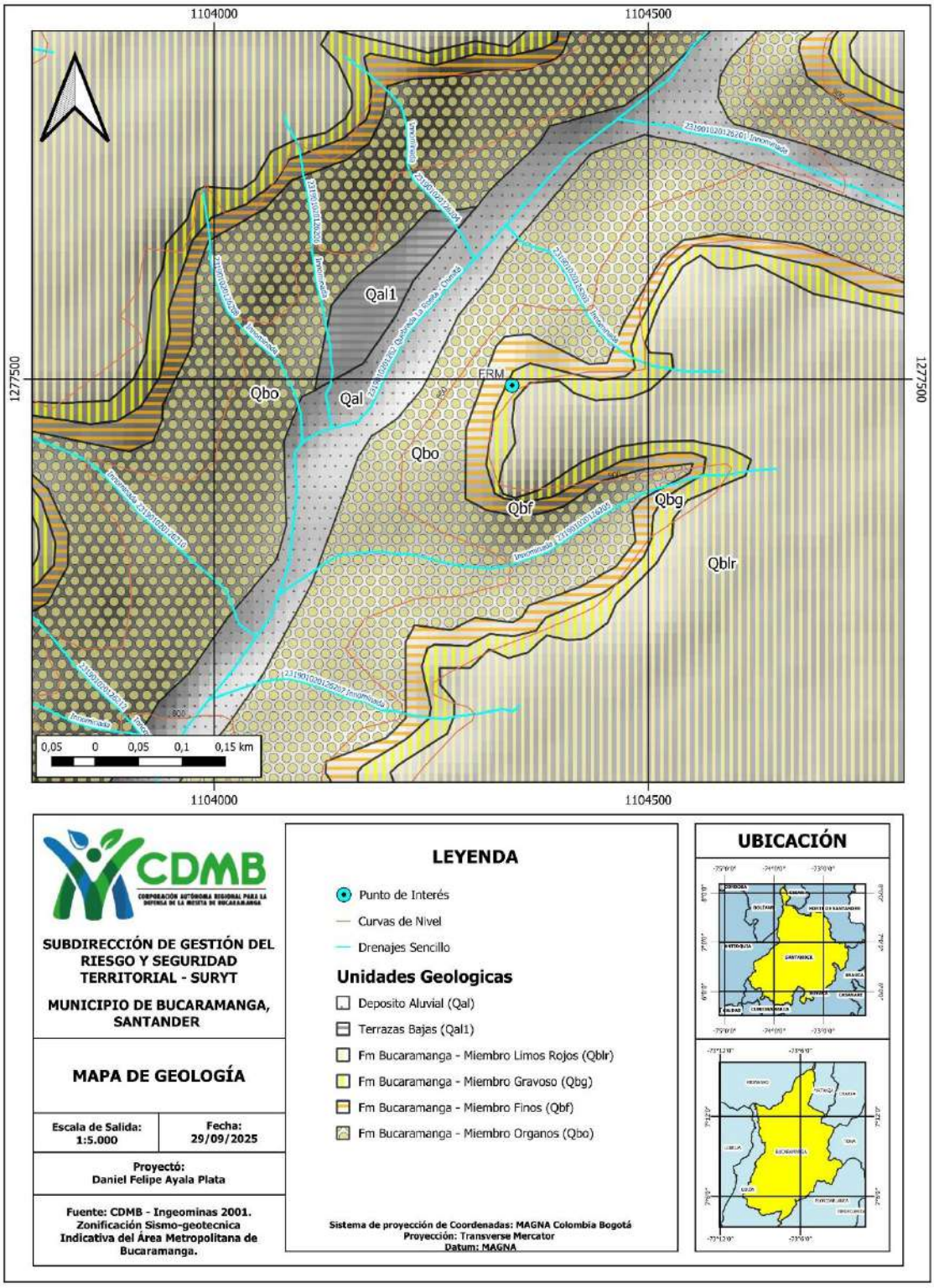


Figura 1. *Mapa de Geología de la zona de interés en el Sector Balconcitos en el Municipio de Bucaramanga.* Fuente: CDMB – INGEOMINAS 2001. Zonificación Sismo Geotécnica Indicativa del Área Metropolitana de Bucaramanga.

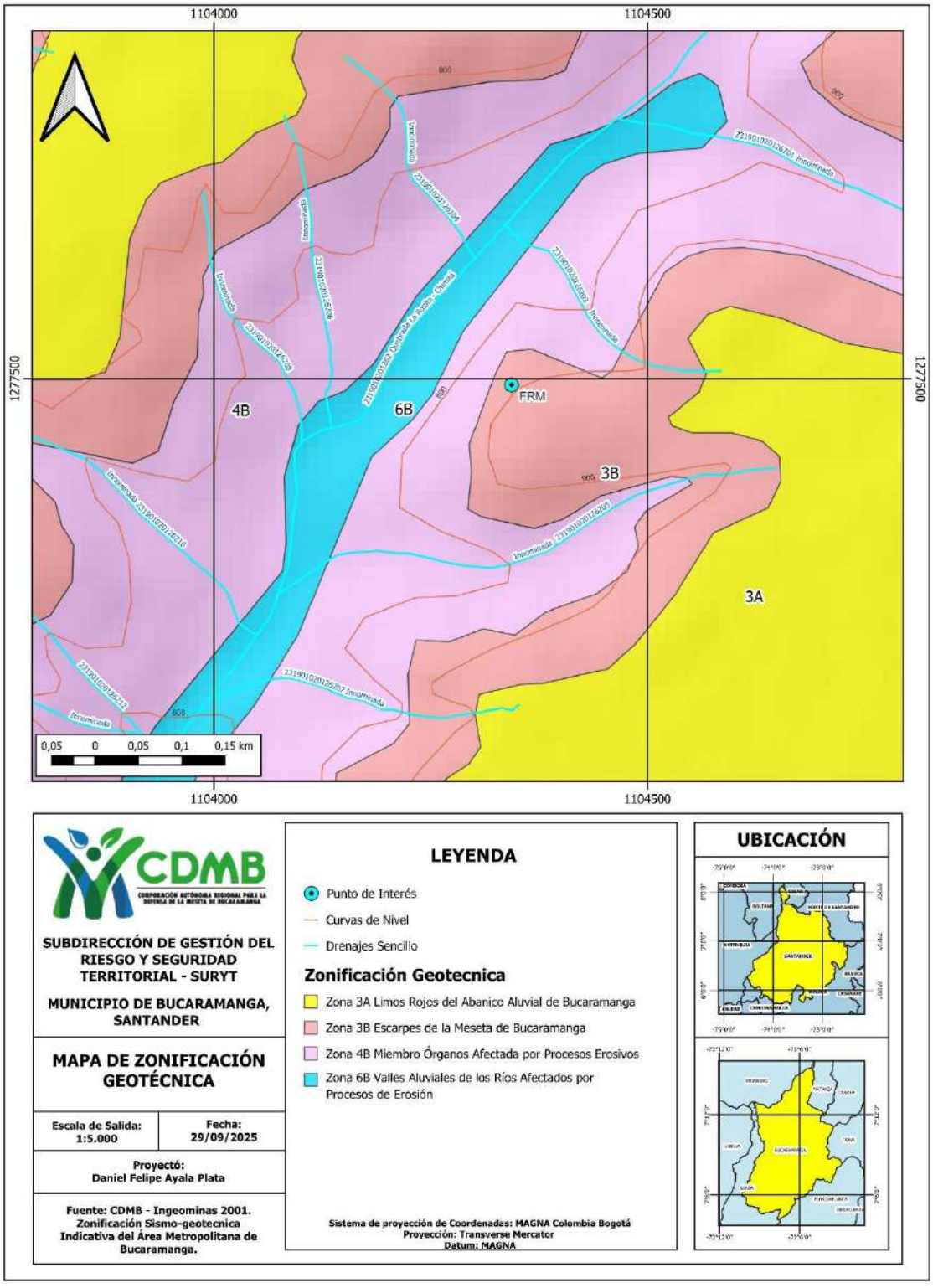


Figura 2. *Mapa de Zonificación Geotecnia de la zona de interés en el Sector Balconcitos en el Municipio de Bucaramanga.* Fuente: CDMB – INGEOMINAS 2001. Zonificación Sismo Geotécnica Indicativa del Área Metropolitana de Bucaramanga

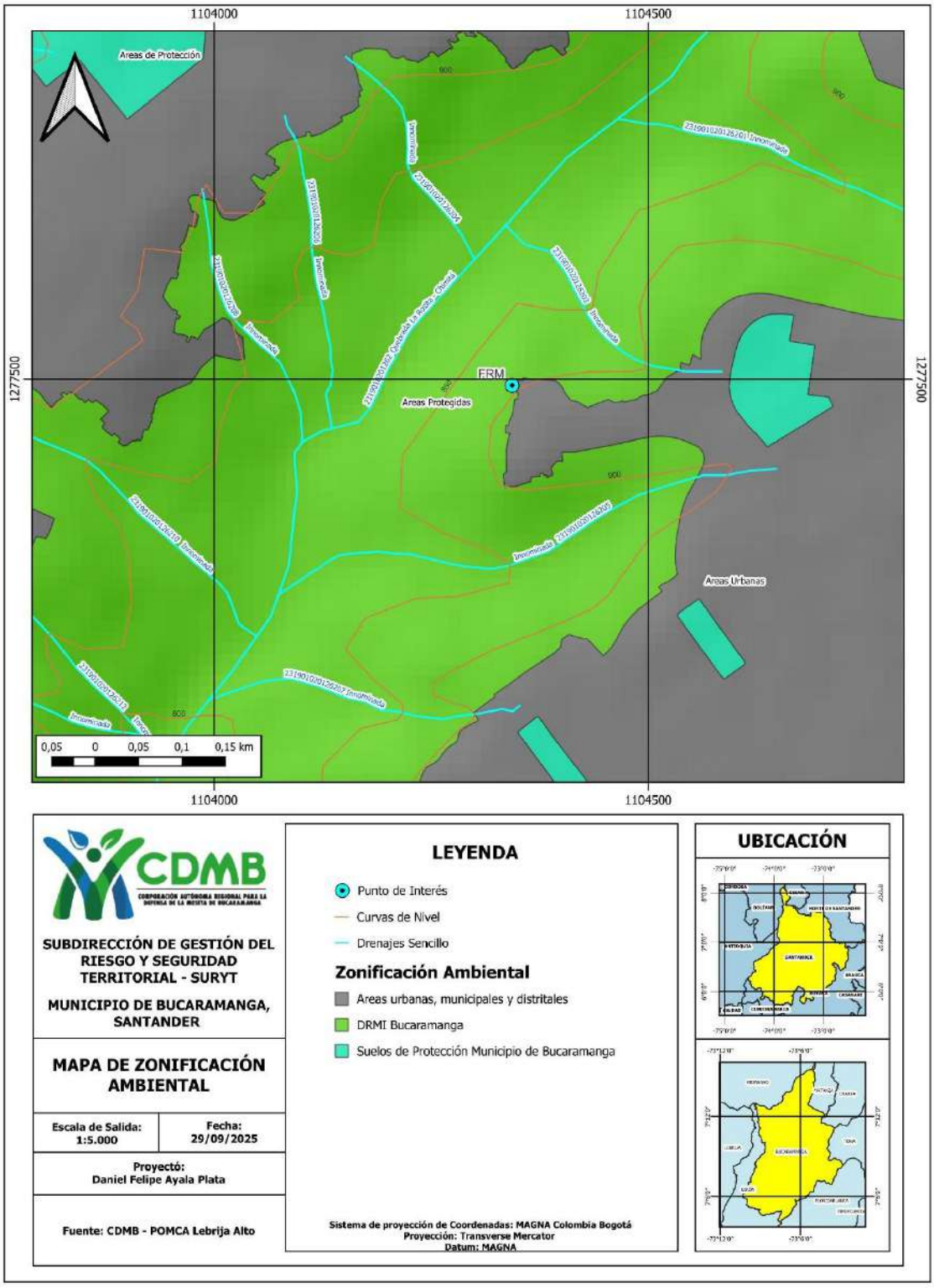


Figura 3. *Mapa de Zonificación Ambiental de la zona de interés en el Sector Balconcitos en el Municipio de Bucaramanga.* Fuente: CDMB – POMCA Lebrija Alto.

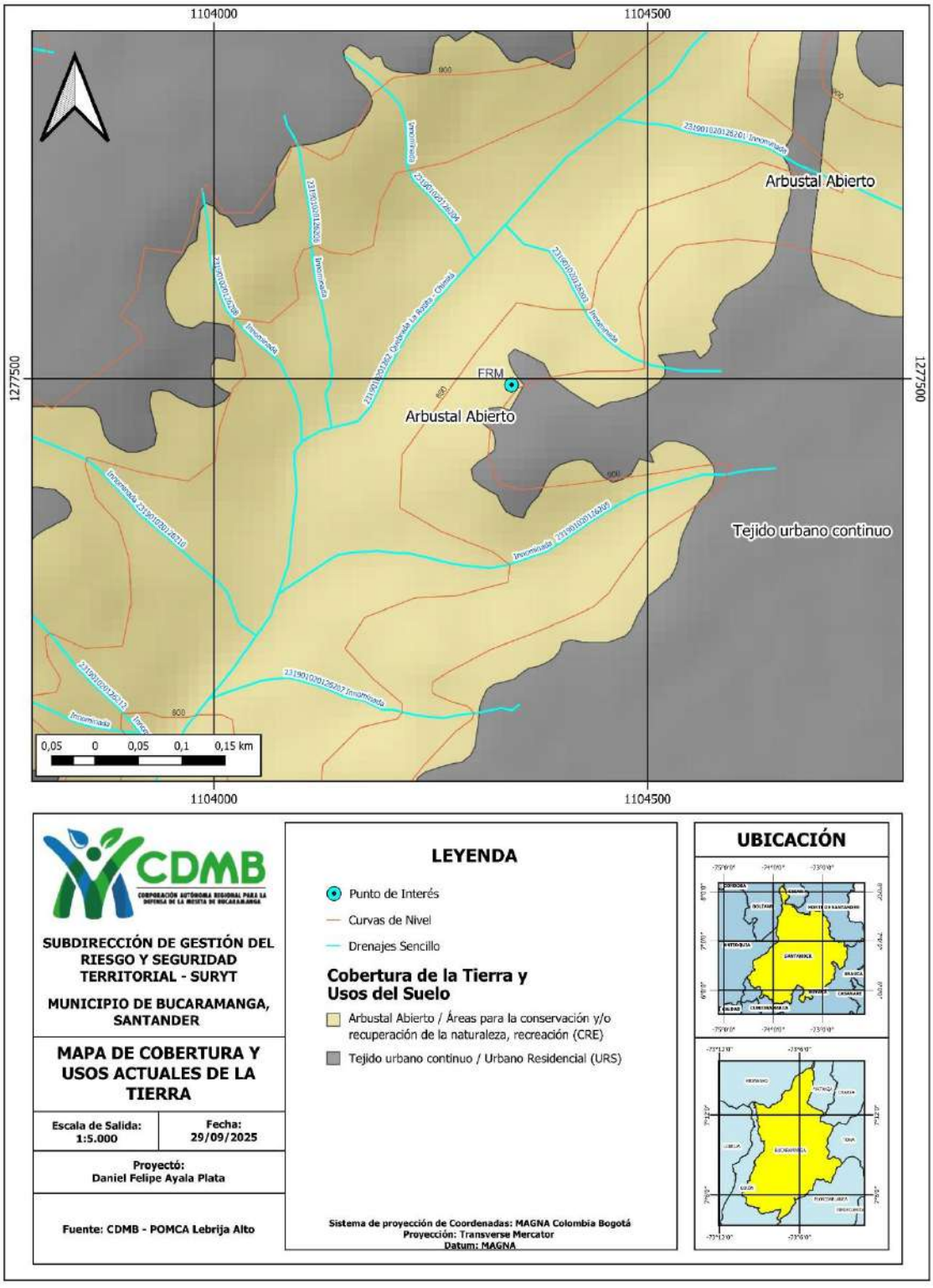


Figura 4. *Mapa de Cobertura de la Tierra de la zona de interés en el Sector Balconcitos en el Municipio de Bucaramanga.* Fuente: CDMB – POMCA Lebrija Alto.

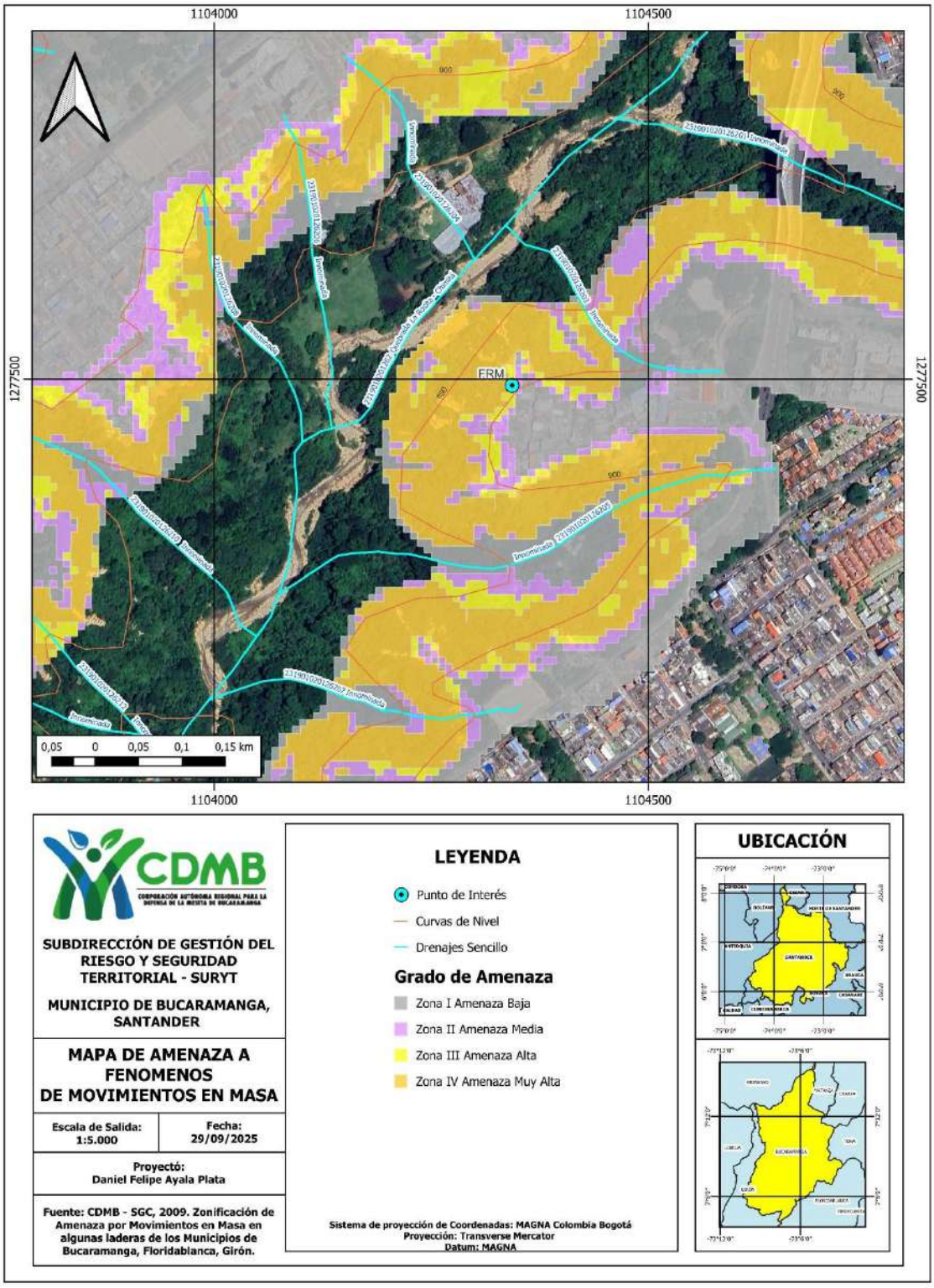


Figura 5. *Mapa de Amenaza por fenómenos de movimientos en masa de la zona de interés en el Sector Balconcitos en el Municipio de Bucaramanga*. Fuente: CDMB – SGC, 2009.

BARRIO CAMPO HERMOSO – BUCARAMANGA

CARACTERIZACIÓN GEOLÓGICA

Geología general

El lugar objeto de estudio en el sector de interés ubicado en el Barrio Campo Hermoso, (Municipio de Bucaramanga), presenta las siguientes unidades geológicas (*CDMB - Ingeominas, 2001*) (Figura 2):

Formación Bucaramanga

Inicialmente descrita por De Porta (1958). Se trata de un importante depósito sedimentario de edad Cuaternaria que morfológicamente corresponde a un abanico aluvial erosionado, posiblemente asociado en su mayor parte al río Suratá, acumulado sobre una depresión de origen tectónico. Este abanico limita al nororiente y oriente con el Macizo de Santander, al noroccidente y occidente con el Cerro de Palonegro y el Río de Oro, y al sur con la Mesa de Ruitoque. Presenta una superficie suavemente ondulada, con pendiente ligeramente inclinada al occidente, entre 2º y 7º, y una extensión aproximada de 60 a 80 km^2. La Formación Bucaramanga es disectada por varias quebradas, la mayoría afluentes del Río de Oro, conformando un drenaje dendrítico subparalelo.

El espesor del depósito aumenta de oriente a occidente y aunque el valor real de éste se desconoce, siendo actualmente motivo de investigación, algunos cortes geológicos permiten estimar, en los sectores más profundos, valores promedios cercanos a los 250 m.
De acuerdo con la granulometría, morfología, agentes de transporte y fuentes de los materiales, esta unidad se acumuló en un ambiente típicamente fluvial, donde alternan materiales de origen aluvial tipo cono de deyección, flujos de escombro, canal y lagunar (INGEOMINAS- CDMB, 2001).

Considerando algunos trabajos recientes dentro de los cuales se encuentran las clasificaciones hechas por Hubach (1952) y Niño & Vargas (1993), se propuso dividir la formación Bucaramanga, de base a techo, en los siguientes miembros: Miembro Organos (Qbo), Miembro Finos (Qbf), Miembro Gravoso (Qbg) y Miembro Limos Rojos (Qblr).

De acuerdo con las dataciones paleomagnéticas publicadas en el proyecto hidroeléctrico Fonce-Suárez, la parte más antigua de la Formación Bucaramanga tiene unos 730.000 años ubicándola dentro del Pleistoceno Medio – Superior (INGEOMINAS- CDMB, 2001).

Miembro Gravoso (Qbg). Su espesor varía entre los 8 y 30 metros. Presenta niveles gravosos, gravoarenosos y gravolodosos. Los cantos son, en su mayor parte, tamaño grava de diámetro promedio 15 centímetros y bloques de roca, en menor cantidad, hasta de 0.8 metros de diámetro, subangulares a subredondeados, en matriz areno-lodosa, color pardo rojizo, rojizo y ocre pálido. En general el depósito es matriz soportado, aunque localmente se presenta clasto soportado. El contacto inferior con el Miembro Finos (Qbf) es neto, contínuo y suavemente onduloso y el contacto superior con el Miembro Limos rojos es gradacional (Niño & Vargas, 1992).

Macroscópicamente se estima que la matriz representa alrededor de un 60% del volumen total, con aproximadamente unas 2/ 3 partes de arena tamaño medio a grueso y 1/ 3 de finos. Los cantos están compuestos en su mayor parte por rocas metamórficas e ígneas del Macizo de Santander, y areniscas

cuarzosas, areniscas limosas y limolitas moradas de las Formaciones Girón y Jordán. La matriz, por su parte, es de composición cuarzo-feldespática micácea (cuarzo, plagioclasa, láminas de muscovita), de consistencia media y de baja cohesión.

Los depósitos que conforman el Miembro Gravoso (Qbg) presentan un grado de meteorización medio a alto. Los bajos porcentajes de humedad natural (W< 15%), el predominio granular y el grado de meteorización sugiere que, al menos la parte superficial de este miembro tiene poca compactación y buena permeabilidad. El ambiente de depositación indica un dominio de flujo de escombros (INGEOMINAS - CDMB, 2001).

CARACTERÍSTICAS GEOMORFOLÓGICAS

El lugar objeto de estudio en el sector de interés ubicado en el Barrio Campo Hermoso del Municipio de Bucaramanga, presenta las siguientes Subunidades geomorfológicas (Servicio Geológico Colombiano, 2014) (Figura 3):

Superficie de Abanico (Fa)

Geoforma ampliamente explayada y aterrazado de varios kilómetros de extensión, de laderas rectas o cóncavas y con suaves pendientes. Su origen está asociado con acumulación de material aluvial en una zona plana o un valle amplio, a la salida de un valle tributario.

CARACTERÍSTICAS GEOTÉCNICAS

ZONA 3B Escarpes de la Meseta de Bucaramanga

Descripción General

La zona se encuentra localizada en la corona de los escarpes del Abanico de Bucaramanga, siguiendo una línea continua a lo largo del perímetro de la zona 3A e incluye las áreas junto al escarpe occidental de Bucaramanga y los sectores de los barrios localizados sobre éste. El ancho de esta franja es de mínimo 100 metros medidos desde la cabeza de los taludes perimetrales del Abanico.

La morfología de la zona corresponde en la parte más superior a una zona plana, inclinada de baja pendiente, que hacia el sector más inferior pasa a escarpes semiverticales o taludes de alta pendiente. Geológicamente la zona 3B está conformada por una parte de los miembros Limos Rojos (Qblr) y Gravoso (Qbg) pertenecientes a la formación Bucaramanga.

Características geotécnicas

Los suelos subsuperficiales corresponden a arenas gravo-arcillosas, cementadas por óxidos de hierro sobre mantos gravosos y algo conglomeráticos. En razón a la morfología de los escarpes, estos suelos presentan una alta susceptibilidad al agrietamiento cosísmico. En el pié de los taludes verticales se presentan afloramientos de agua de los niveles freáticos del abanico sobre los mantos arcillosos o de finos.

Problemas geotécnicos

En la zona escarpada se presentan problemas geotécnicos de gran magnitud, entre los cuales se incluyen

las siguientes:

- Agrietamiento cosísmico de la superficie del suelo.
- Deslizamientos de tierra.
- Avance de las cárcavas de erosión.

Observaciones Especiales

- Las características geológicas, geotécnicas y morfológicas de estas áreas no permiten garantizar la estabilidad de proyectos de desarrollo urbano. Por lo tanto, cualquier edificación u obra de infraestructura que se localice en esta área, estará en grave peligro de ser afectada severamente por procesos de inestabilidad del terreno.
- Se recomienda continuar con el programa iniciado por la CDMB de conformación de una zona de amortiguación a los procesos de erosión en todo el perímetro del escarpe vertical de la meseta de Bucaramanga.
- Se recomienda realizar estudios tendientes a determinar las zonas amenazadas por deslizamientos y diseñar y construir las obras de estabilización y control. El programa del plan maestro de control de erosión debe continuarse hasta lograr la estabilización de los taludes que representen peligro para los asentamientos humanos localizados en las áreas cercanas a los escarpes.

AMENAZAS POR FENÓMENOS NATURALES

Con base en el estudio denominado como *"Zonificación de Amenaza por movimientos en masa en algunas laderas de los Municipios de Bucaramanga, Floridablanca, Girón"* realizado por la CDMB y el Servicio Geológico Colombiano (2009), la zona objeto de visita presenta la siguiente categorización:

Movimientos en Masa

Amenaza Alta: incluye áreas con alta probabilidad a los movimientos en masa de magnitud importante tipo deslizamiento traslacional en suelos y caídas, falla en cuña y fallas planares en rocas, que implicarían en términos generales daños severos en las zonas involucradas, relacionados con destrucción de total o parcial de viviendas, caminos, carreteables, vías principales, redes de alcantarillado y acueducto, sistemas de drenajes, canales y alcantarillas y en general afectación de la infraestructura asociada. En la actualidad estas zonas se encuentran afectadas por flujos superficiales y evidencias de agrietamientos que pueden ser asociados a movimientos en masa y en general presentan una alta intervención antrópica. En zonas habitadas se recomienda su intervención mediante obras de control y mitigación definidas a partir de estudios detallados de estabilidad, con el fin de minimizar los daños asociados a la ocurrencia de eventos. Para las zonas afectadas por procesos erosivos se recomienda ejecutar procesos de recuperación de suelos. En zonas no habitadas se deberá exigir la ejecución de estudios de estabilidad y definición de obras de mitigación para autorizar nuevos desarrollos urbanísticos y de infraestructura.

Con base en el estudio denominado como *"Plan de Ordenación y Manejo de Cuencas Hidrográficas – POMCA Cuenca Alta Rio Lebrija"* realizado por la CDMB (2015), la zona objeto de visita presenta la siguiente categorización de amenaza:

Inundación

Amenaza Baja: Geoformas altas o muy altas dispuestas por encima de valles de inundación y fuera de cauce, con densidad de drenaje moderada a buena, superficies con pendientes altas (muy empinado a muy

escarpado), asociados a geoformas de tipo ladera muy inclinada o de origen estructural, con coberturas altas con gran densidad con muy buena capacidad de escurrimiento y absorción

Avenida Torrencial

Amenaza Baja: Áreas torrenciales identificadas por fotointerpretación (a la escala de trabajo o mayores), las cuales no pueden ser identificadas dentro de las categorías anteriores (zonas alejadas de los canales torrenciales y sin evidencias claras de eventos históricos y sus afectaciones).

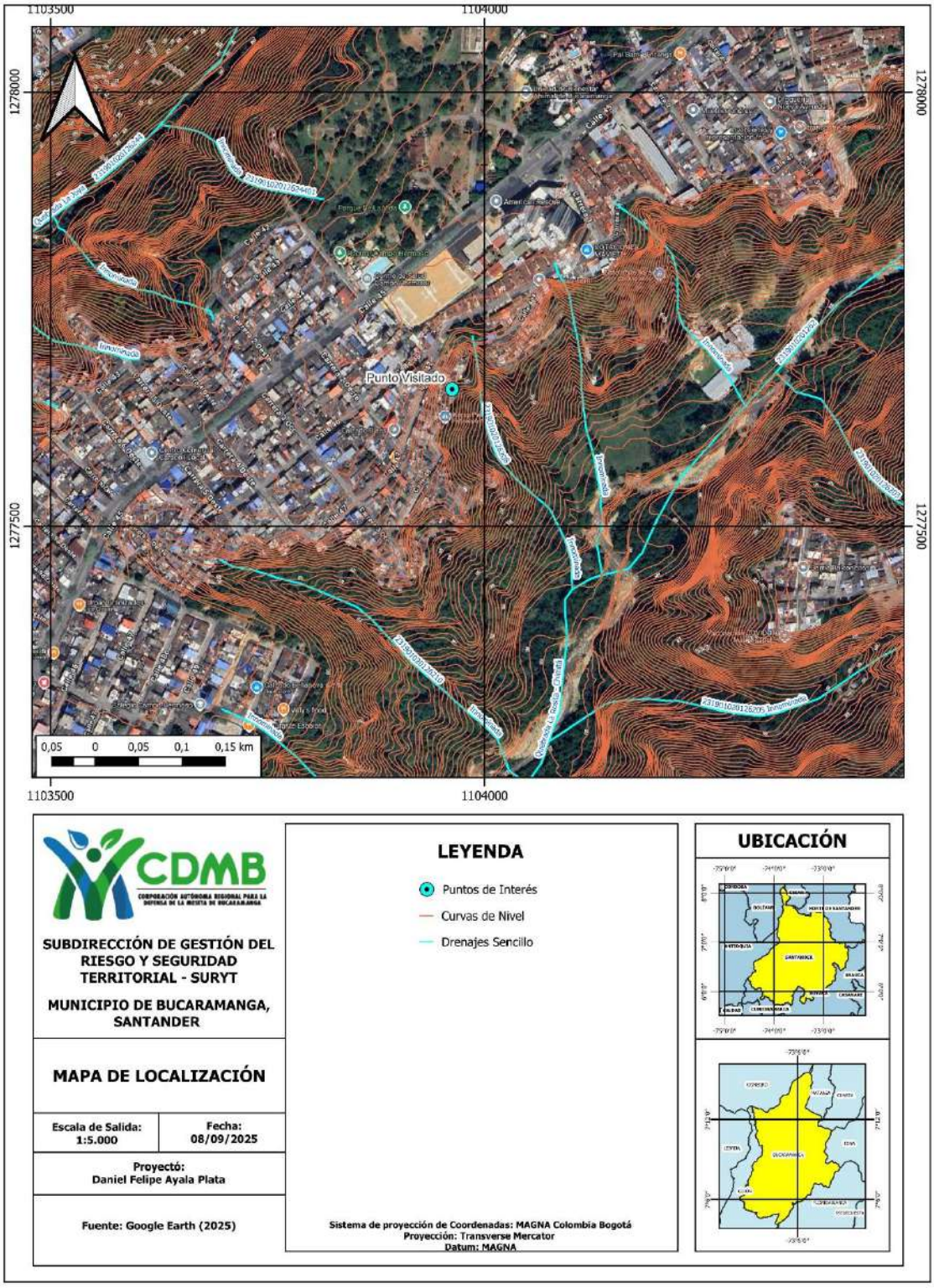


Figura 1. *Mapa Localización de la zona de interés en el Barrio Campo Hermoso en el Municipio de Bucaramanga*. Fuente: Google Earth (2025).

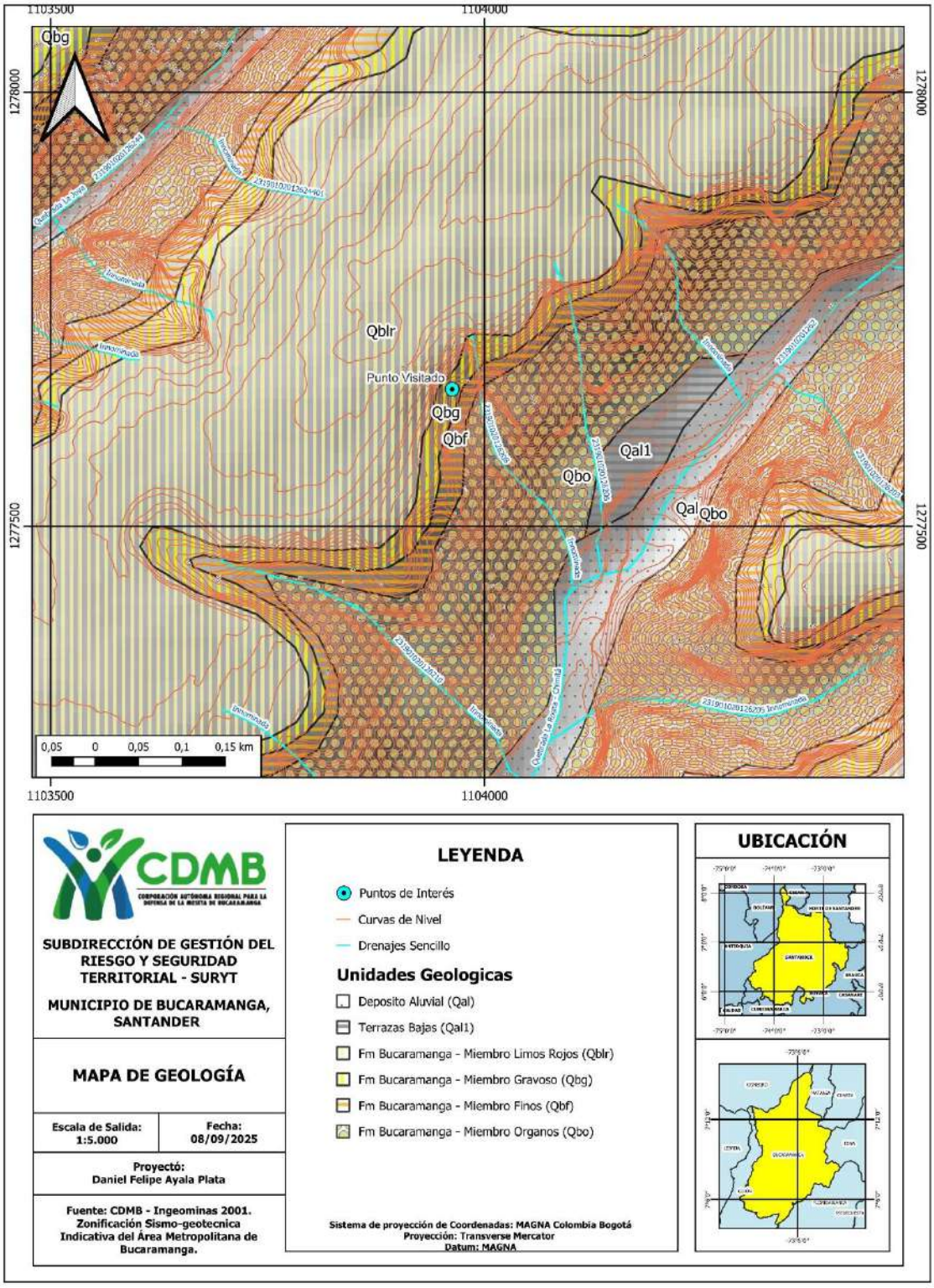


Figura 2. *Mapa de Geología de la zona de interés en el Barrio Campo Hermoso en el Municipio de Bucaramanga.* Fuente: CDMB – INGEOMINAS 2001. Zonificación Sismo Geotécnica Indicativa del Área Metropolitana de Bucaramanga.

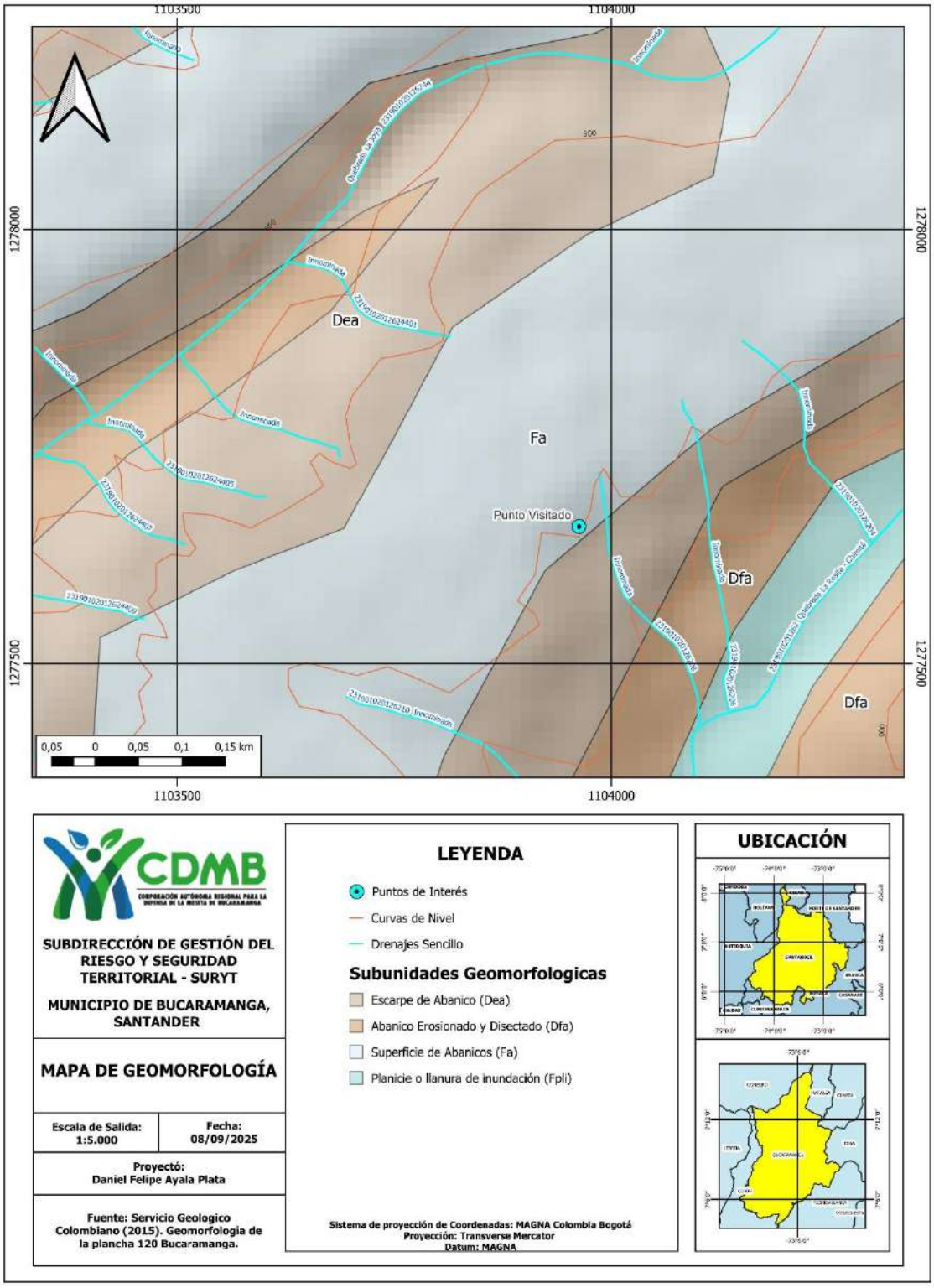


Figura 3. *Mapa de Subunidades Geomorfológicas de la zona de interés en el Barrio Campo Hermoso en el Municipio de Bucaramanga.* Fuente: SGC, 2015.

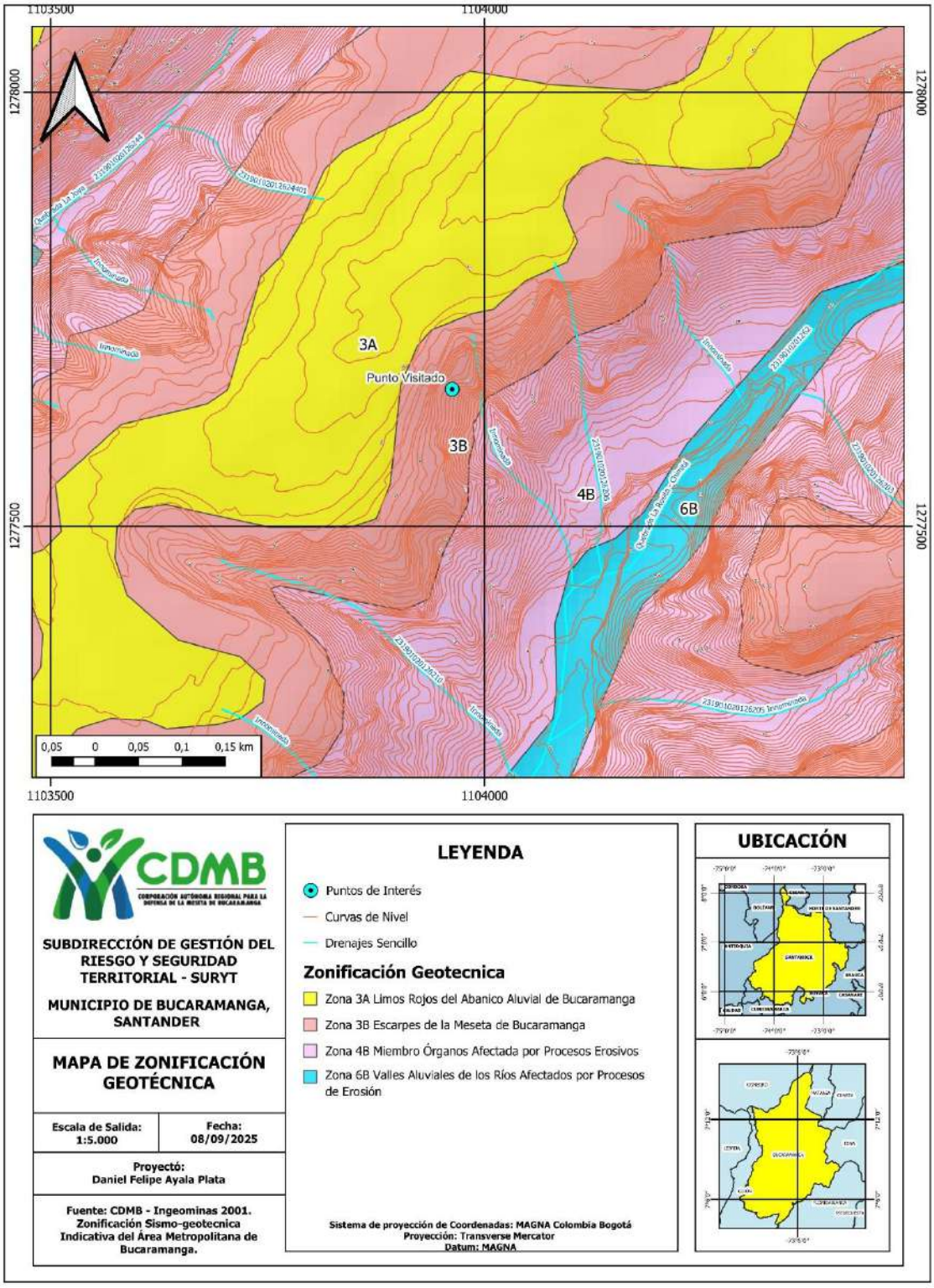


Figura 4. *Mapa de Zonificación Geotecnia de la zona de interés en el Barrio Campo Hermoso en el Municipio de Bucaramanga.* Fuente: CDMB – INGEOMINAS 2001. Zonificación Sismo Geotécnica Indicativa del Área Metropolitana de Bucaramanga

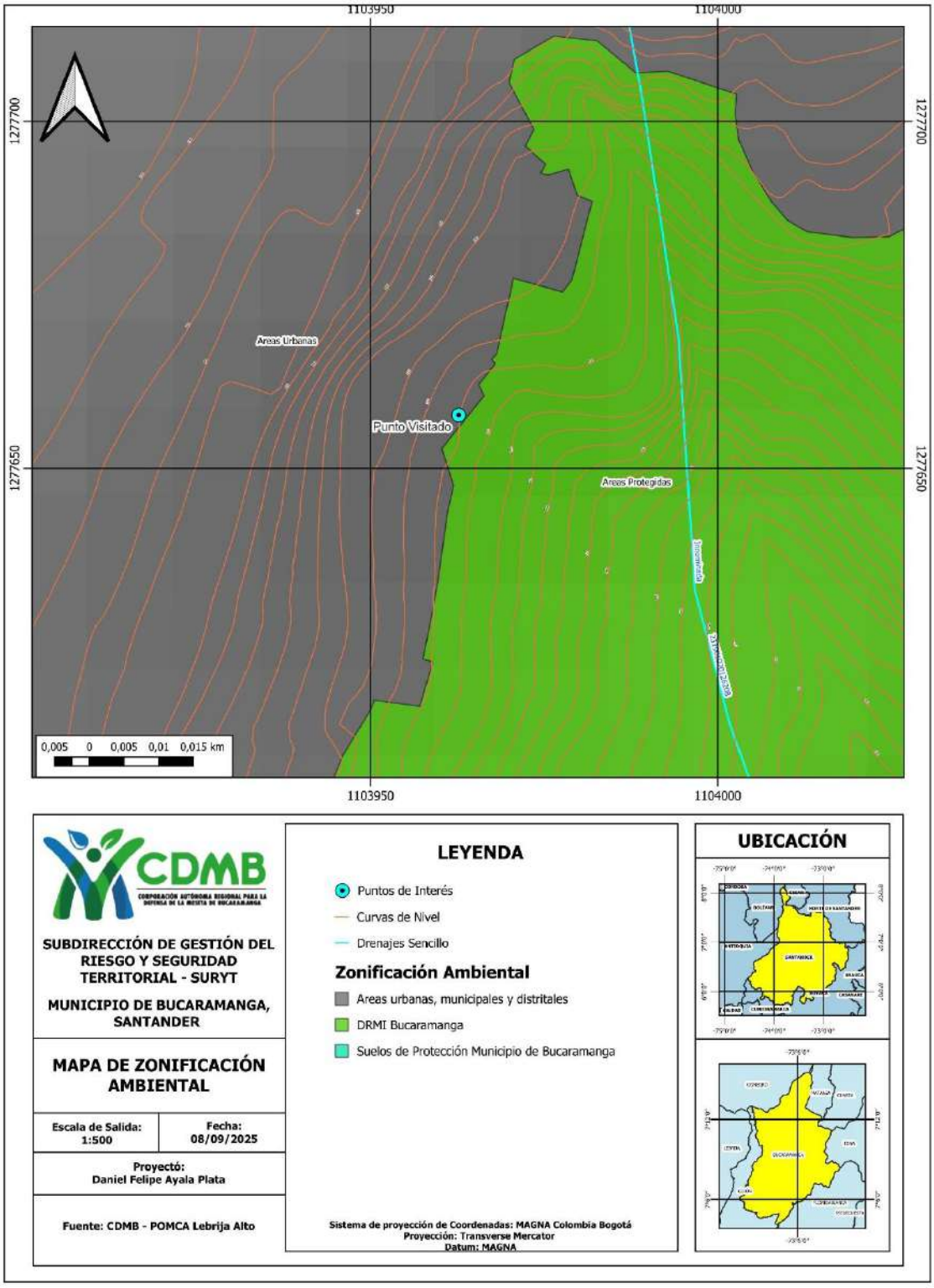


Figura 5. *Mapa de Zonificación Ambiental de la zona de interés en el Barrio Campo Hermoso en el Municipio de Bucaramanga.* Fuente: CDMB – POMCA Lebrija Alto.

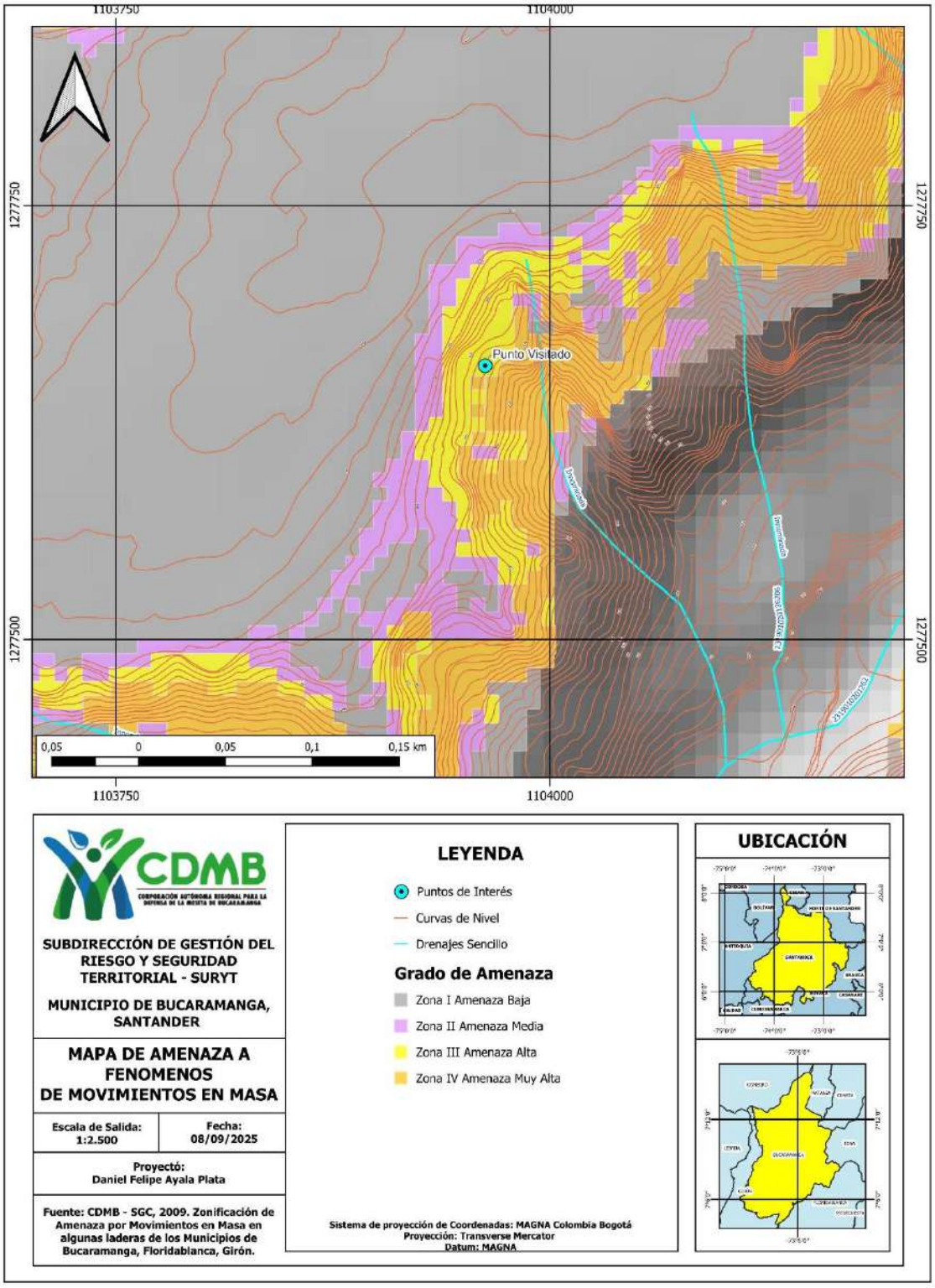


Figura 6. *Mapa de Amenaza por fenómenos de movimientos en masa de la zona de interés en el Barrio Campo Hermoso en el Municipio de Bucaramanga*. Fuente: CDMB – SGC, 2009.

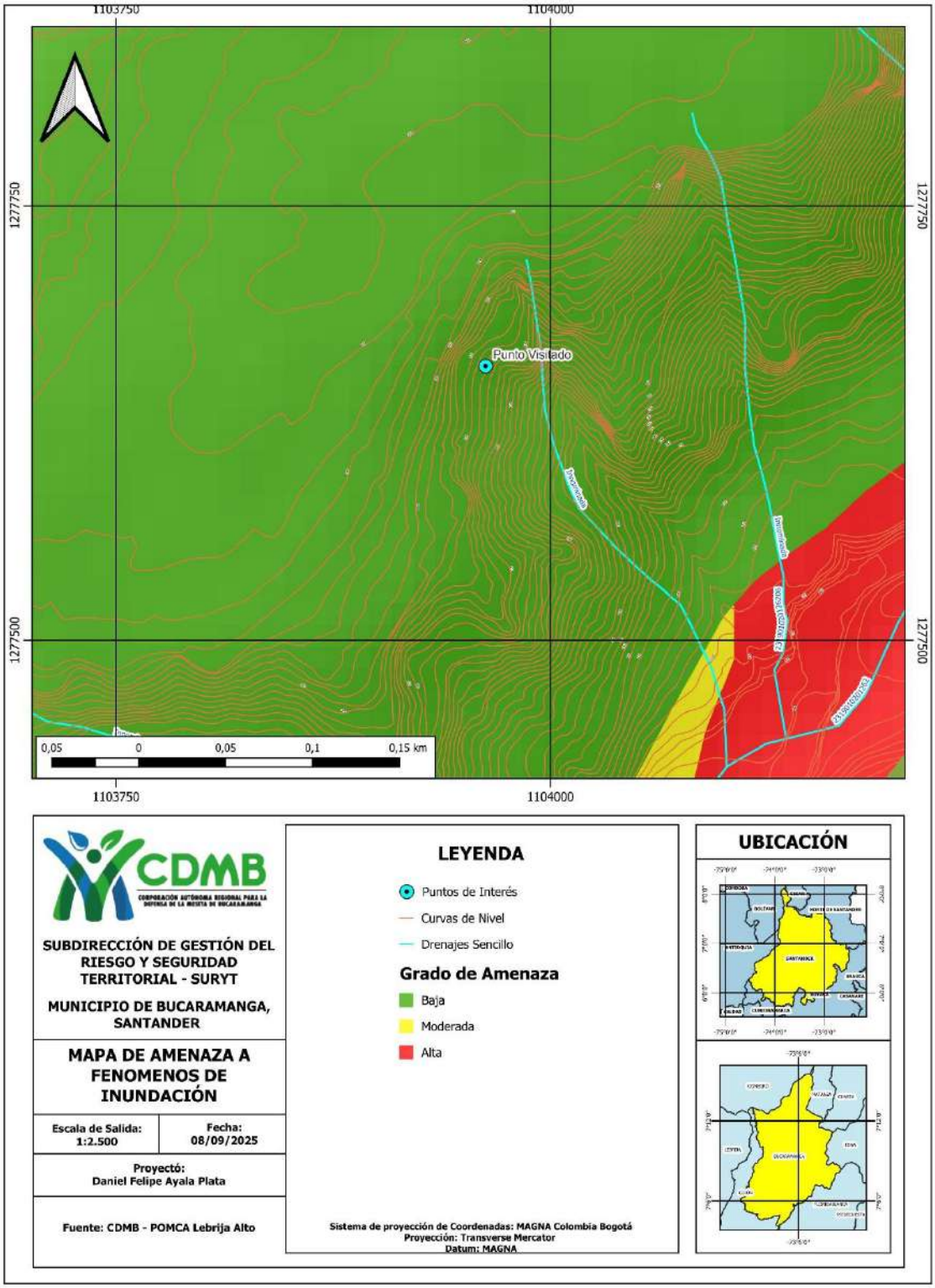


Figura 7. *Mapa de Amenaza por fenómenos de inundación de la zona de interés en el Barrio Campo Hermoso en el Municipio de Bucaramanga*.
Fuente: CDMB – POMCA Lebrija Alto.

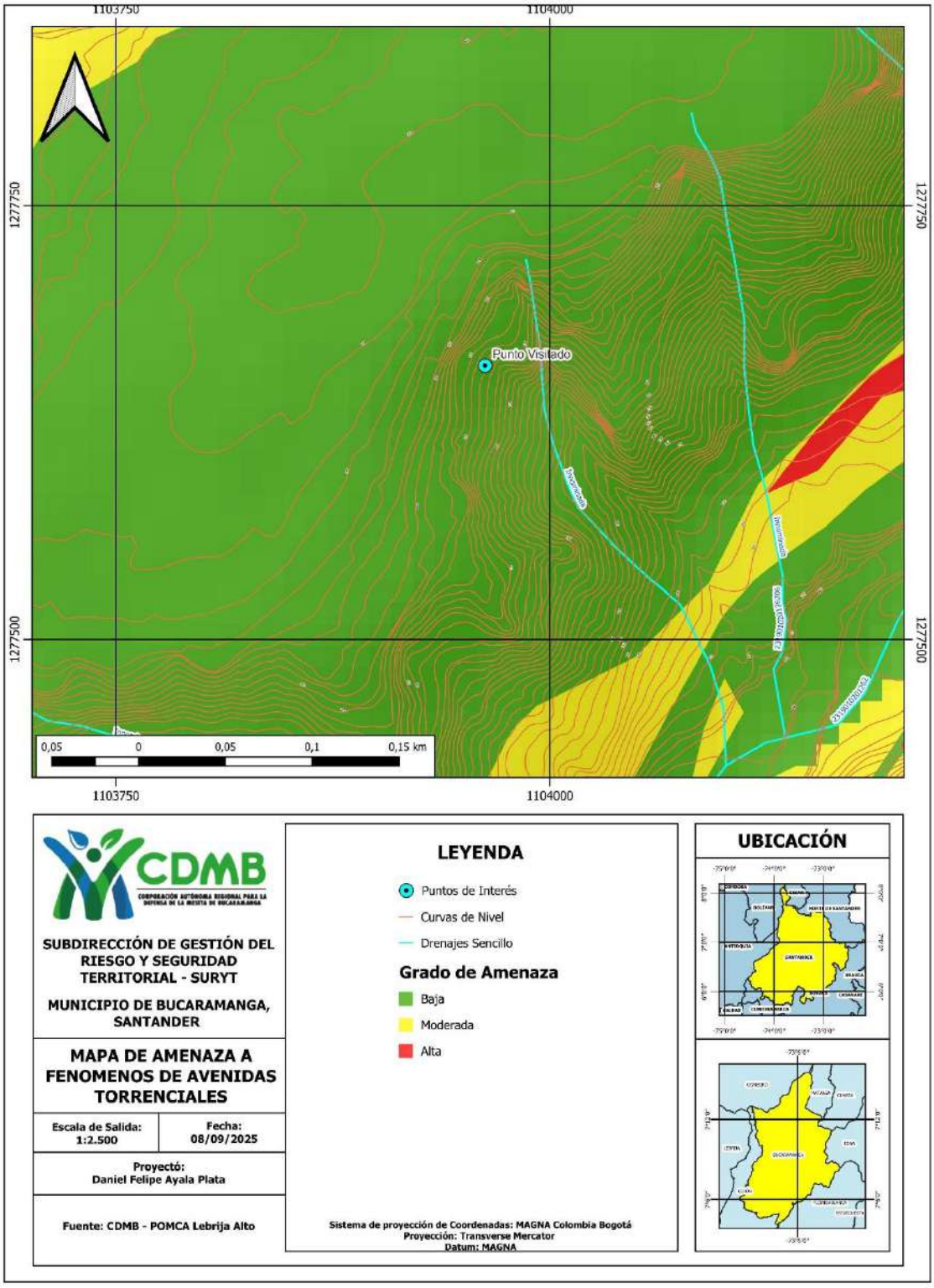


Figura 8. *Mapa de Amenaza por fenómenos de avenidas torrenciales de la zona de interés en el Barrio Campo Hermoso en el Municipio de Bucaramanga*. Fuente: CDMB – POMCA Lebrija Alto.

BARRIO CARLOS PIZARRO – FLORIDA

CARACTERIZACIÓN GEOLÓGICA

Geología general

El lugar objeto de estudio en el sector de interés ubicado en el Municipio de Floridablanca, presenta las siguientes unidades geológicas según *"Zonificación Sismo Geotécnica Indicativa del Área Metropolitana de Bucaramanga".* (CDMB – INGEOMINAS 2001) (Figura 1):

Formación Girón (Jg).

Descrita inicialmente por Hettner (1892) como "Girón Series" en Ward et al., (1973). Similar a la formación Jordán, ésta unidad se presenta separada del Macizo de Santander por el sistema de fallas de Bucaramanga-Santa Marta; es decir que aflora al occidente de dicha estructura.

Estratigráficamente infrayace la formación Tambor y suprayace la formación Jordán. Las mayores exposiciones ocurren en la margen izquierda del río de Oro, en el cerro de Palonegro, sobre la vía que comunica con el aeropuerto, donde consta de conglomerados y areniscas, de color amarillo-naranja, alternando con capas de lodolitas rojas violáceas. Las rocas en dicho sector se presentan muy fracturadas y cizalladas debido a la acción del sistema de fallas del Suárez. También se observa bastante bien en los alrededores de la Mesa de Ruitoque, en el sector de La Cumbre y el cerro de La Cruz en Piedecuesta, donde las pendientes de las laderas varían entre 15 y 25°.

La morfología que presentan corresponde a escarpes fuertes, colinas y cerros aislados como se observa al occidente del casco urbano de Piedecuesta. Lanhenheim (1954), quien designó los afloramientos del cañón del río Lebrija como la sección tipo, la dividió informalmente en un miembro inferior arenoso de 750 m, un miembro medio arcilloso de 1250 m y en otro superior arenoso de 1500 m.

En la sección tipo, Cediel (1968) le midió un total de 4650 m.; la dividió en 7 facies litológicas que, en general, están constituidas de areniscas de grano grueso, con intercalaciones de areniscas conglomeráticas y capas rojas interestratificadas de limolita y arcillolita, en estratos hasta de 1 m de espesor, areniscas de grano grueso, conglomeráticas, gris claro, con estratificación cruzada y areniscas rojizas, de grano medio a grueso. Las capas conglomeráticas contienen guijos de cuarzo y de calizas hasta de 4 cm de diámetro.

Al occidente del río de Oro se presenta en estratos gruesos con intercalaciones de conglomerados, areniscas conglomeráticas con estratificación cruzada, y areniscas de grano grueso a medio, cuarzofeldespáticas, de colores crema, verde y rojo. También se observan intercalaciones de lodolitas masivas, violáceas, con bajo contenido de micas.

En la quebrada La Picha y la quebrada Chapinero, sobre la vía Café Madrid-El Palenque, se encuentran areniscas silíceas, grisáceas hasta de 2 m de espesor, de grano fino a medio, bien cementadas, con niveles gravosos de cuarzo lechoso redondeado y abundante contenido de muscovita.

Al occidente del río de Oro se encuentra cubierta, en su mayor parte, por depósitos sedimentarios de origen aluvial y coluvial, tales como la formación Bucaramanga y los flujos de escombros y detritos de

Floridablanca y Piedecuesta, así como de otros provenientes del cerro de Palonegro.

Sobre el talud derecho de la autopista Floridablanca a Piedecuesta, correspondiente a la base de la ladera de la Mesa de Ruitoque, conforma una faja alargada de dirección aproximada norte-sur, caracterizada por la alternancia de estratos muy duros de conglomerados, hasta de 3 m de espesor, capas de arenisca dura de 0.8 a 2 m de espesor, y niveles blandos de lutitas violeta hasta de 2.5 m. Las areniscas presentan estratificación cruzada y gradación, pasando desde grano fino, medio, grueso, a conglomeráticas; su color es café claro. Los conglomerados se componen en su mayor parte de cantos de cuarzo, chert y riolita. La orientación de la estratificación varía entre N5°E/50W y N5°W/60°W; se destacan tres juegos de diaclasas: N5°W/50°E; N60°W/40°S;N80°E/60°N.

En los alrededores de Floridablanca, muestra niveles de areniscas conglomeráticas de color marrón rojizo con intercalaciones de areniscas violáceas, de grano fino. Las areniscas conglomeráticas están intercaladas con niveles de areniscas de grano medio de mala selección. Estos bancos de areniscas son muy competentes; sin embargo, presentan alto grado de fracturamiento tanto paralelo como perpendicular a la estratificación.

Afloramientos esporádicos de la formación Girón aparecen en la parte baja de las quebradas que llegan del escarpe occidental de la Meseta de Bucaramanga hacia el río de oro. Se caracterizan por capas competentes de conglomerados, areniscas verdosas y rojizas, intercaladas con lodolitas violetas masivas.

Las rocas de la formación Girón presentan alteraciones medias a altas, principalmente hacia el cerro de la Cruz en Piedecuesta y en el cerro de Palonegro. Ward et al., (1973) le asigna una edad Jurásica a esta unidad litológica.

CARACTERÍSTICAS GEOMORFOLÓGICAS

El lugar objeto de estudio en el sector de interés ubicado en el Municipio de Floridablanca, presenta las siguientes Subunidades geomorfológicas (Servicio Geológico Colombiano, 2014) (Figura 2):

Lomos de presión (Slp)

Lomos o cerros de presión: Prominencias topográficas de morfología montañosa ó colinada con laderas de longitud corta y formas cóncavas o irregulares muy abruptas a escarpadas y limitadas mínimo en dos de sus flancos por escarpes de falla ó de línea de falla. Se presenta en rocas duras e intermedias con procesos denudativos y de remoción en masa locales.

CARACTERÍSTICAS GEOTÉCNICAS

El lugar objeto de estudio en el sector de interés ubicado en el Floridablanca, presenta la siguiente zonificación geotécnica según *"Zonificación Sismo Geotécnica Indicativa del Área Metropolitana de Bucaramanga".* (CDMB – INGEOMINAS 2001) (Figura 3):

ZONA 1B Rocas Sedimentarias con Pendientes Fuertes

Descripción General

Se encuentra ubicada en las laderas norte, oriental, suroriental y suroccidental de la Mesa de Ruitoque, incluyendo las laderas de los bajos de Ruitoque y las cuencas de la quebrada Guatiguará y El Palmar; en las laderas orientales y nororientales de la Mesa de Lebrija arriba del escarpe del cerro de Palonegro y en las laderas del cerro de La Cantera en Piedecuesta. Esta zona incluye la ladera occidental de la mesa de la cumbre, las laderas de la mesa de los Santos y algunos sectores al norte del área Metropolitana de Bucaramanga.

El drenaje es subdendrítico a subparalelo y se desarrolla en una zona de alta pendiente con valles en V; la morfología que presenta esta zona es de laderas empinadas con escarpes semiverticales en los sectores más altos. Los materiales pertenecientes a esta unidad son rocas sedimentarias duras (calizas, areniscas y conglomerados) y blandas (lodolitas, arcillolitas y limolitas) pertenecientes a las formaciones Diamante (Pcd), Tiburón (TRPt), Bocas (TRb), Jordán (Jj), Girón (Jg), Tambor (Kita), suelos residuales y Depósitos Coluviales (Ql).

Características Geotécnicas

Los suelos corresponden a sectores de bloques de roca muy fracturados, grandes bloques sueltos sobre la superficie del talud, talus y coluviones colgados sobre las laderas y suelos residuales con perfiles de meteorización poco profundos, además aparecen amplias cárcavas de erosión y cicatrices de antiguos deslizamientos.

Con frecuencia aparecen acumulaciones de agua y corrientes dentro de los coluviones que suprayacen la roca y en las zonas altamente fracturadas afloran corrientes pequeñas de agua, provenientes de áreas contiguas.

Problemas geotécnicos

La zona presenta condiciones geotécnicas muy desfavorables, difícilmente controlables con obras normales de ingeniería, entre las que se encuentran las siguientes:

- Deslizamientos masivos de los coluviones a media ladera.
- Desprendimiento y caída de grandes bloques de roca, en eventos lluviosos o por acción de los movimientos sísmicos.
- Erosión por profundización acelerada de las cañadas.
- Susceptibilidad a la denudación generalizada en eventos lluviosos de gran magnitud.

En algunos sectores existen procesos activos de deslizamiento o erosión, los cuales están siendo acelerados por la intervención antrópica relacionada con el desarrollo urbano del Área Metropolitana de Bucaramanga. Los suelos en estas áreas son muy susceptibles a deslizamiento y erosión, además la intervención antrópica puede activar o acelerar procesos localizados o masivos de movimiento.

Observaciones Especiales

- Las características geológicas, geotécnicas y morfológicas de estas áreas no permiten garantizar la estabilidad de proyectos de desarrollo urbano. Por lo tanto, cualquier edificación u obra de infraestructura que se localice en esta área, estará en grave peligro de ser afectada severamente por procesos de inestabilidad del terreno.

- Se recomienda la realización de proyectos integrales de recuperación de laderas con el objeto de evitar que se generen movimientos de gran magnitud que puedan afectar áreas aledañas.

AMENAZAS POR FENÓMENOS NATURALES

Con base en el estudio denominado como *"Zonificación de Amenaza por movimientos en masa en algunas laderas de los Municipios de Bucaramanga, Floridablanca, Girón"* realizado por la CDMB y el Servicio Geológico Colombiano (2009), la zona objeto de visita se encuentra catalogada entre las categorías de amenaza Muy Alta relacionado con fenómenos de remoción o movimiento en masa.

Movimientos en Masa

Amenaza Muy Alta: Incluye laderas de pendiente muy alta, superior a 40º principalmente, con espesores de suelos entre unos pocos centímetros hasta 1,0 a 2.0 metros; asociados a suelos residuales, suelos coluviales recientes, rocas intermedias y blandas. Esta zona presenta muy alta probabilidad a los movimientos en masa de gran magnitud del tipo deslizamiento traslacional en suelos y caídas, fallas en cuña y fallas planares en rocas. Esta zona se encuentra afectada por flujos superficiales, caídas, y desprendimientos, así como evidencias de agrietamientos que pueden ser asociados a movimientos en masa. Por la magnitud y el tipo de eventos puede presentarse pérdida de vidas humanas, destrucción parcial o total de viviendas, obstrucción o destrucción de caminos, carreteables, vías principales, sistemas de drenajes, canales y alcantarillas; pérdida drástica y rápida de la resistencia del material, hundimientos, generación de escarpes, levantamientos del terreno, cambios en el nivel freático, afloramientos y empozamientos de agua. En general presentan una alta intervención antrópica y procesos erosivos intensos. En esta zona se incluyen algunas áreas de depósitos de mayor espesor muy puntuales y asociadas a deslizamientos de tipo rotacional. En general, la mitigación y control de los eventos que se presentan en estas zonas mediante obras de estabilización pueden resultar en costos muy altos para lo cual se requiere la evaluación de la relación costo/beneficio. Se requiere la implementación de medidas estructurales y no estructurales para evitar el incremento de los eventos activos, las cuales deberán definirse mediante estudios detallados de estabilidad realizados de manera integral incluyendo áreas aledañas con diferente nivel de amenaza. Para las zonas afectadas por procesos erosivos se debe ejecutar medidas de recuperación de suelos de manera inmediata.

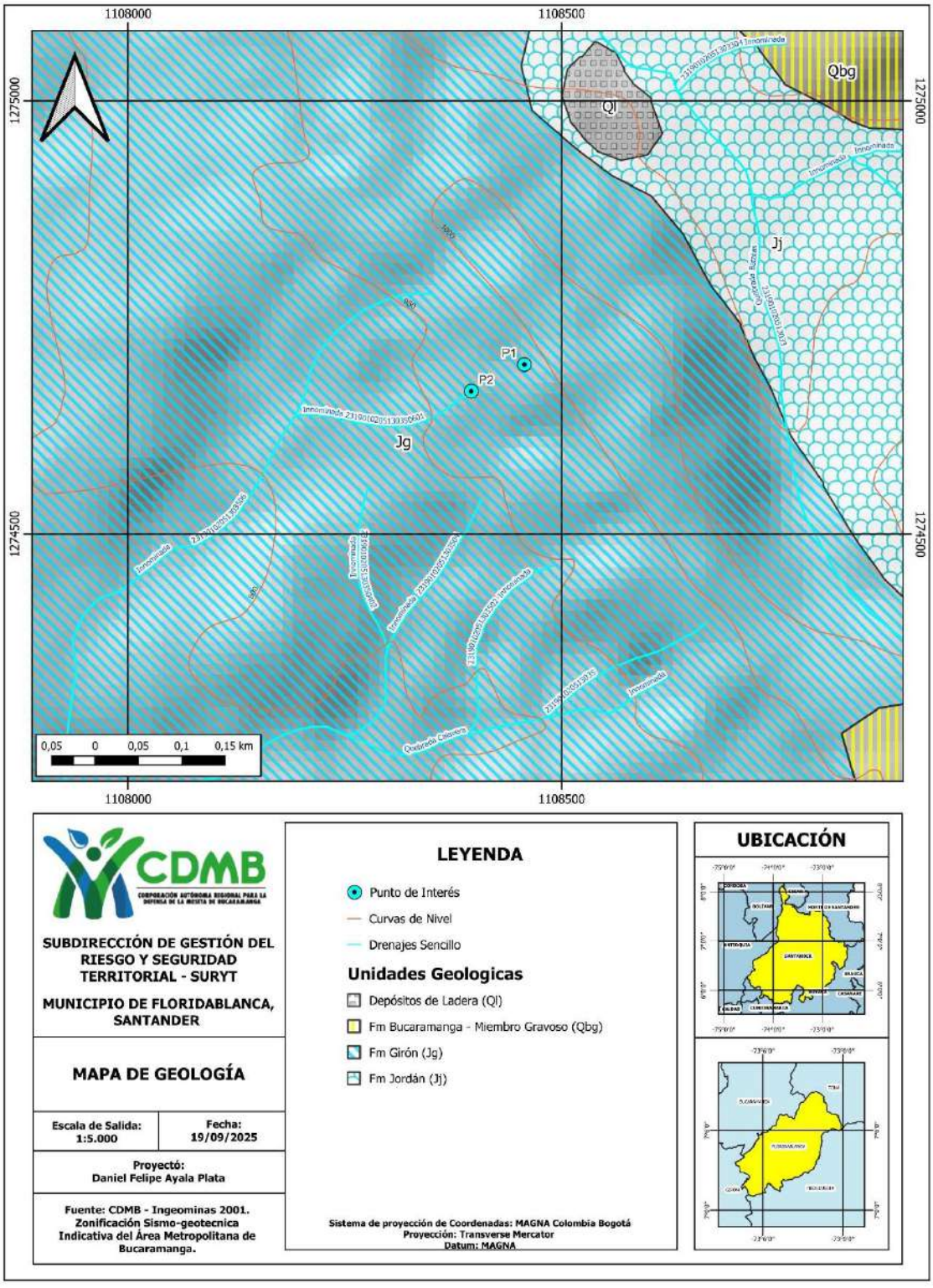


Figura 1. *Mapa de Geología del sitio de interés en el Municipio de Floridablanca – Escala 1:25.000.* Fuente: CDMB – INGEOMINAS 2001. Zonificación Sismo Geotécnica Indicativa del Área Metropolitana de Bucaramanga.

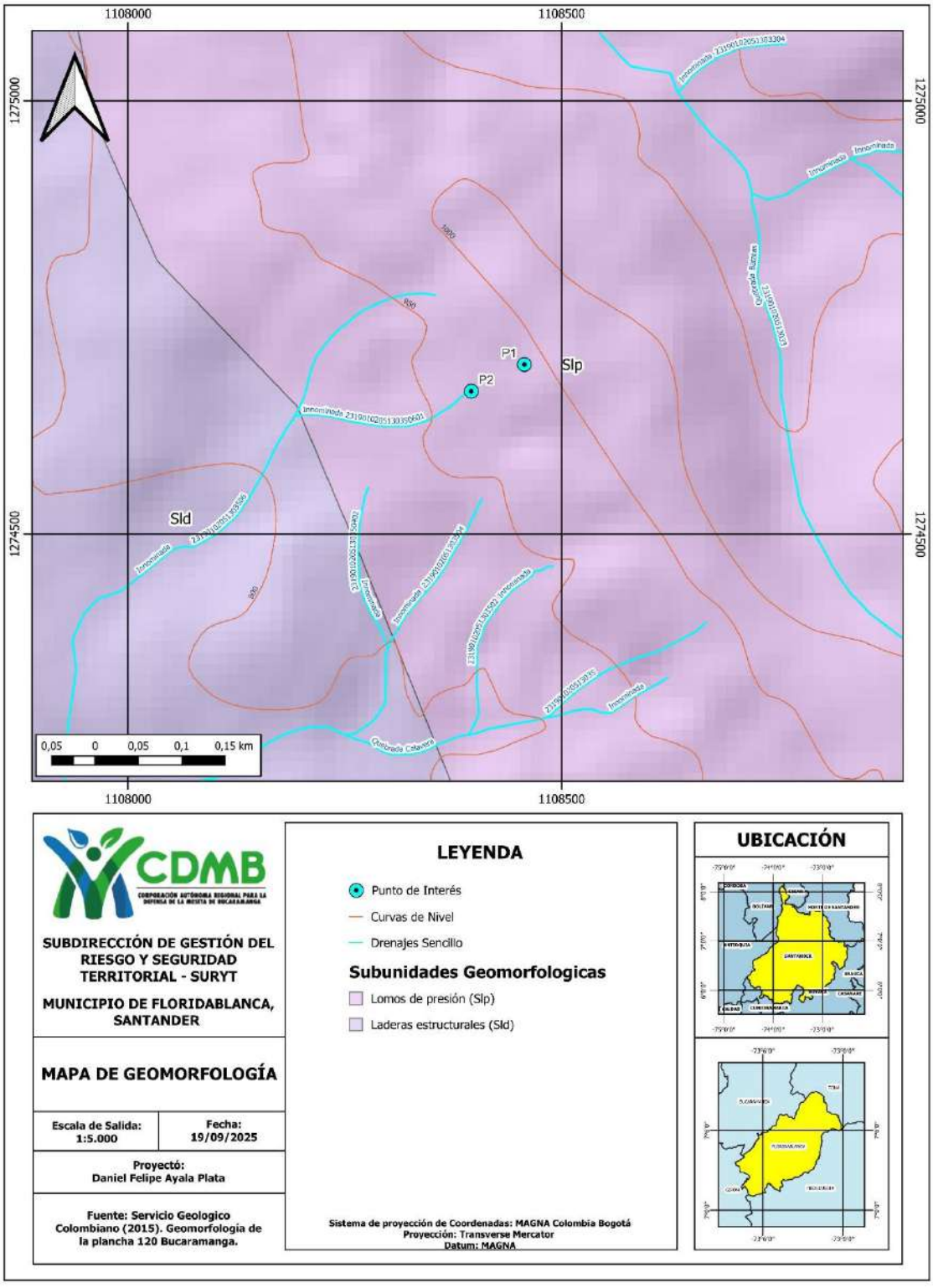


Figura 2. *Mapa de Subunidades Geomorfológicas del sitio de interés en el Municipio de Floridablanca – Escala 1:100.000*. Fuente: Servicio Geológico Colombiano (2015). Mapa Geomorfológico Aplicado a Movimientos en Masa, Plancha 120 Bucaramanga.

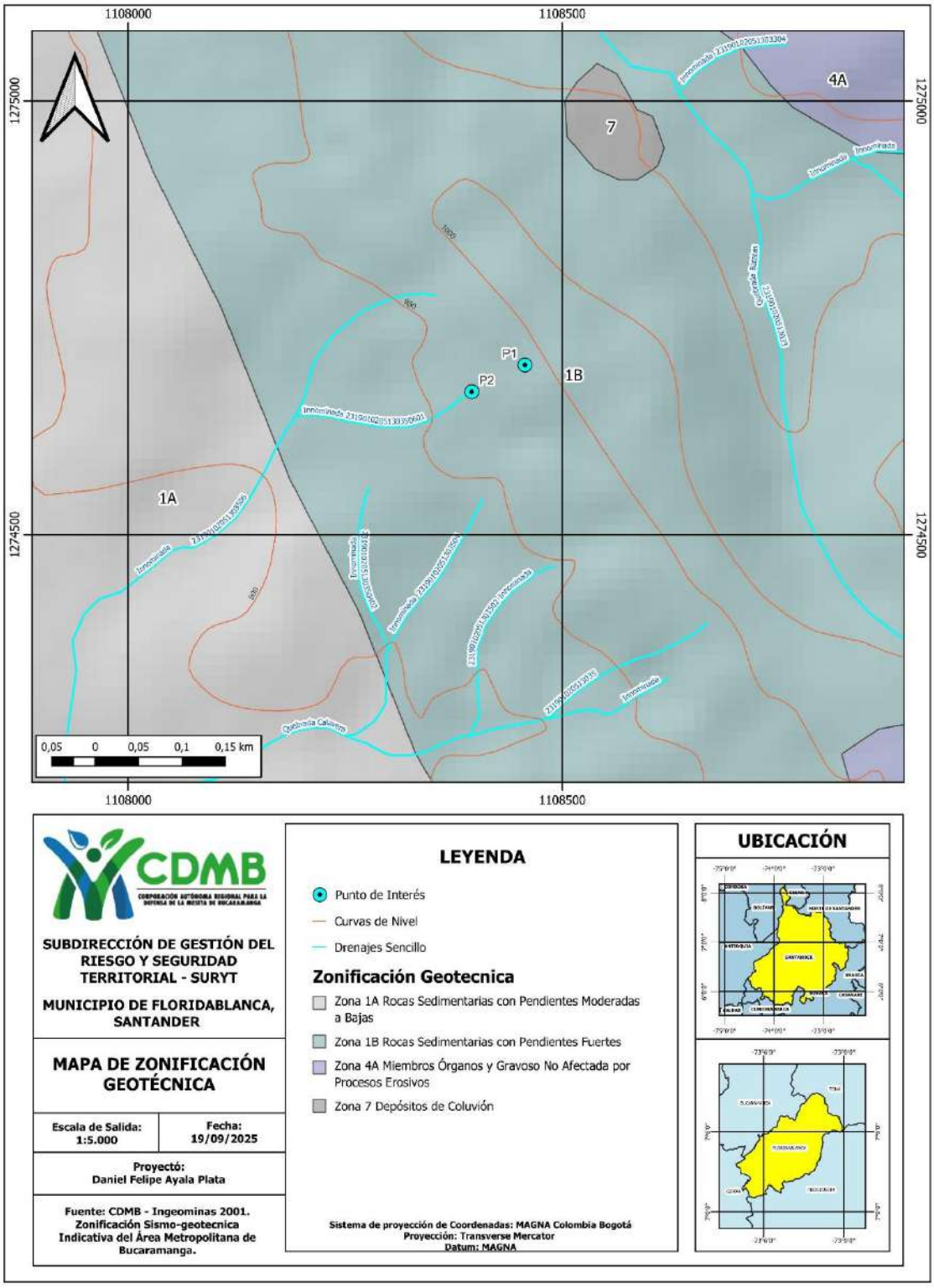


Figura 3. *Mapa de Zonificación geotécnica del sitio de interés en el Municipio de Floridablanca – Escala 1:25.000.* Fuente: CDMB – INGEOMINAS 2001. Zonificación Sismo Geotécnica Indicativa del Área Metropolitana de Bucaramanga.

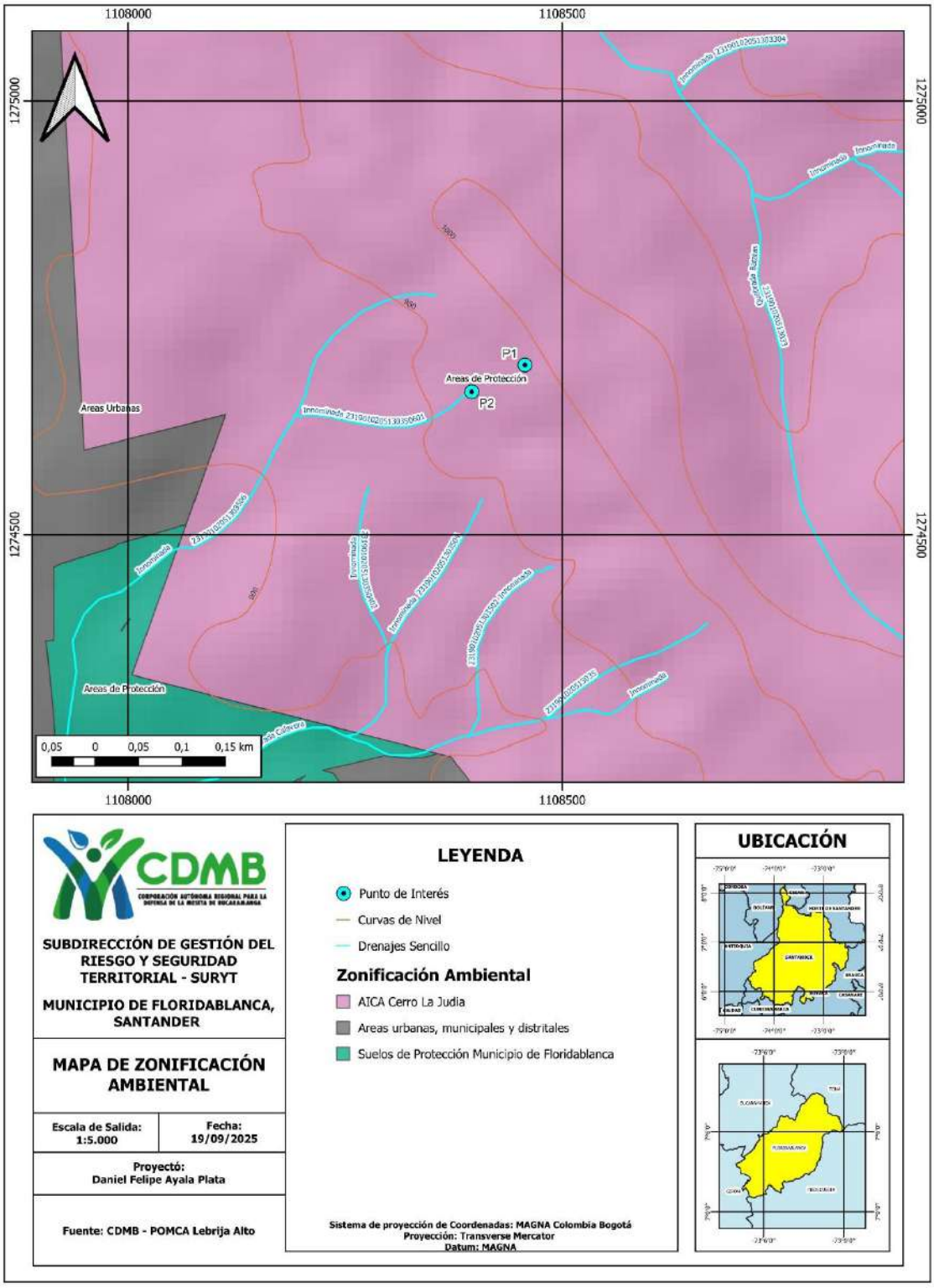


Figura 4. *Mapa de Zonificación Ambiental del sitio de interés en el Municipio de Floridablanca – Escala 1:25.000*. Fuente: CDMB – POMCA Lebrija Alto.

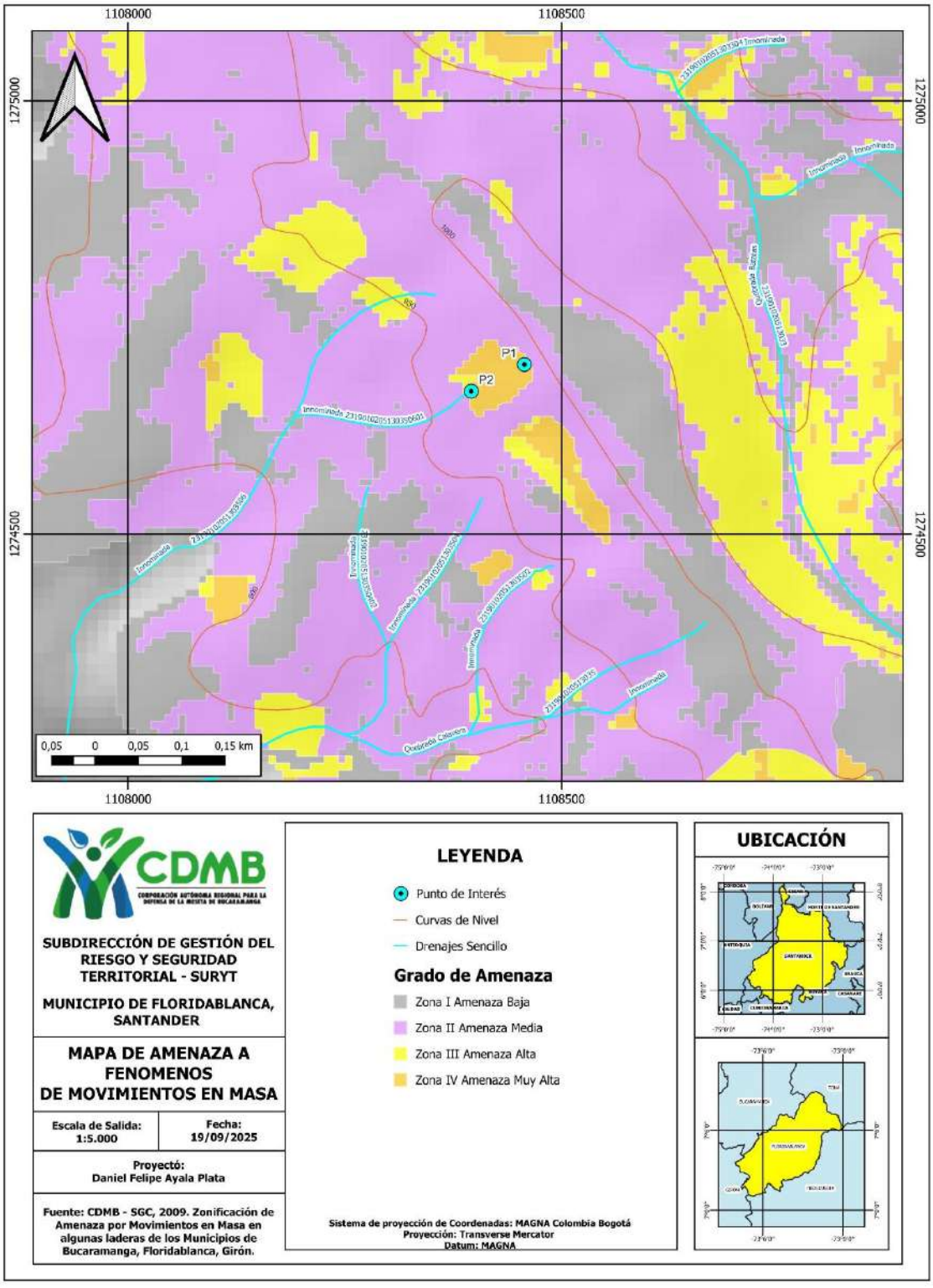


Figura 5. *Mapa de Amenaza por fenómenos de movimientos en masa del sitio de interés en el Municipio de Floridablanca – Escala 1:5.000*. Fuente: CDMB – SGC, 2009.

FINCA CICLON – TONA

CARACTERIZACIÓN GEOLÓGICA

Localización

El punto objeto de interés en la Finca Ciclón del municipio de Tona. Para esta zona, se describe la siguiente unidad geológica (Figura 2):

Formación Silgará (PDs).

Corresponde a una unidad de rocas metamórficas compuesta por esquistos cuarzo cloríticos, de color gris verdoso, filitas, anfibolitas verdes y grises, con foliación delgada a media, intercalados con niveles de mármol. Corresponde a la facies esquistos verdes, indicativo de un grado de metamorfismo bajo a medio.

La roca se presenta alta a completamente meteorizada, pero con muy buena foliación. La secuencia presenta dirección de buzamiento de la foliación del orden de 120° / 40°, tal como aparece indicado en el Mapa Geológico del Cuadrángulo H12 (INGEOMINAS-U.S. GEOLOGICAL SURVEY, 1977), en donde la formación Silgará suprayace unidades de roca más jóvenes, situación que implica que la secuencia se encuentra en posición invertida.

Debido a su poca extensión y bajo relieve, a la formación Silgará no se asocian procesos de inestabilidad de alguna consideración. Su edad ha sido asignada al Devoniano por Ward et al. (1973).

Ortoneis (PDo)

De acuerdo a los análisis realizados por Ward *et al.* (1973), esta unidad presenta una composición cuarzo-feldespática con texturas en las que predominan la foliación y en algunos casos la lineación. Las composiciones de estas rocas van desde granito a tonalita y diorita. La edad de esta unidad se ha determinado Pre-devónica. En la zona de estudio se considera un predominio de Neis por lo cual esta Formación se ha calificado en cuanto a textura como cristalina bandeada y en términos de resistencia se incluye dentro de la categoría extremadamente dura.

Esta unidad presenta afloramientos esporádicos en las veredas Quemado y Golondrinas del Municipio de Tona. Allí la densidad de fracturamiento que presentan las rocas es baja pues a pesar de que se encuentra en una zona de influencia de la Falla de Tona, no hay presencia de lineamientos importantes en esta zona. Los suelos residuales que desarrolla el Ortoneis pueden superar 1 metro de espesor, sin embargo, la mayoría no alcanza esta profundidad.

CARACTERIZACIÓN GEOMORFOLÓGICA

Localización

El punto objeto de interés en la Finca Ciclón del municipio de Tona. Para esta zona, se describe la siguiente subunidad geomorfológica (Figura 3):

Espolón faceteado (Sefc)

Geoforma en forma de sierra colinada que es producto de estructuras mayores; se asocia a fallamiento inverso y de rumbo generado por la Falla de Tona en dirección NE que genera truncamiento con desarrollo de facetas triangulares. Sus laderas son de longitudes largas y pendientes escarpadas; los procesos denudacionales están relacionados a movimientos en masa de tipo deslizamiento traslacional.

CARACTERIZACIÓN AMBIENTAL

Según la cartografía de zonificación ambiental del estudio *"Plan de Ordenación y Manejo de Cuencas Hidrográficas – POMCA del Rio Alto Lebrija"*, la Finca Ciclón del Municipio de Tona se zonifica ambientalmente como Bosques relictuales y Área de Reserva Temporal Propuesta Área Protegida Microcuenca Rio Tona con Categoría de Conservación y Protección Ambiental. En cuanto a su cobertura de la tierra se encuentra sobre Bosques Denso Bajo de Tierra Firme.

AMENAZAS POR FENÓMENOS NATURALES

Con base en el estudio denominado como *"Plan de Ordenación y Manejo de Cuencas Hidrográficas – POMCA Cuenca Alta Rio Lebrija"* realizado por la CDMB (2015), la zona objeto de visita presenta la siguiente categorización de amenaza:

Incendios

Amenaza Media: Se encuentra en donde se tienen coberturas de Arbustales, bosque de galería y ripario, fragmentados, y pastos enmalezados y limpios, sobre zonas pendientes que van modernamente inclinada a fuertemente inclinada, se presenta considerable cantidad de material combustible con gran duración de combustión y carga moderada, zonas con precipitación relativamente moderada, y temperaturas que oscilan entre 18 C a 22 C medias y zonas que se encuentran distantes a centros poblados y/o asentamientos.

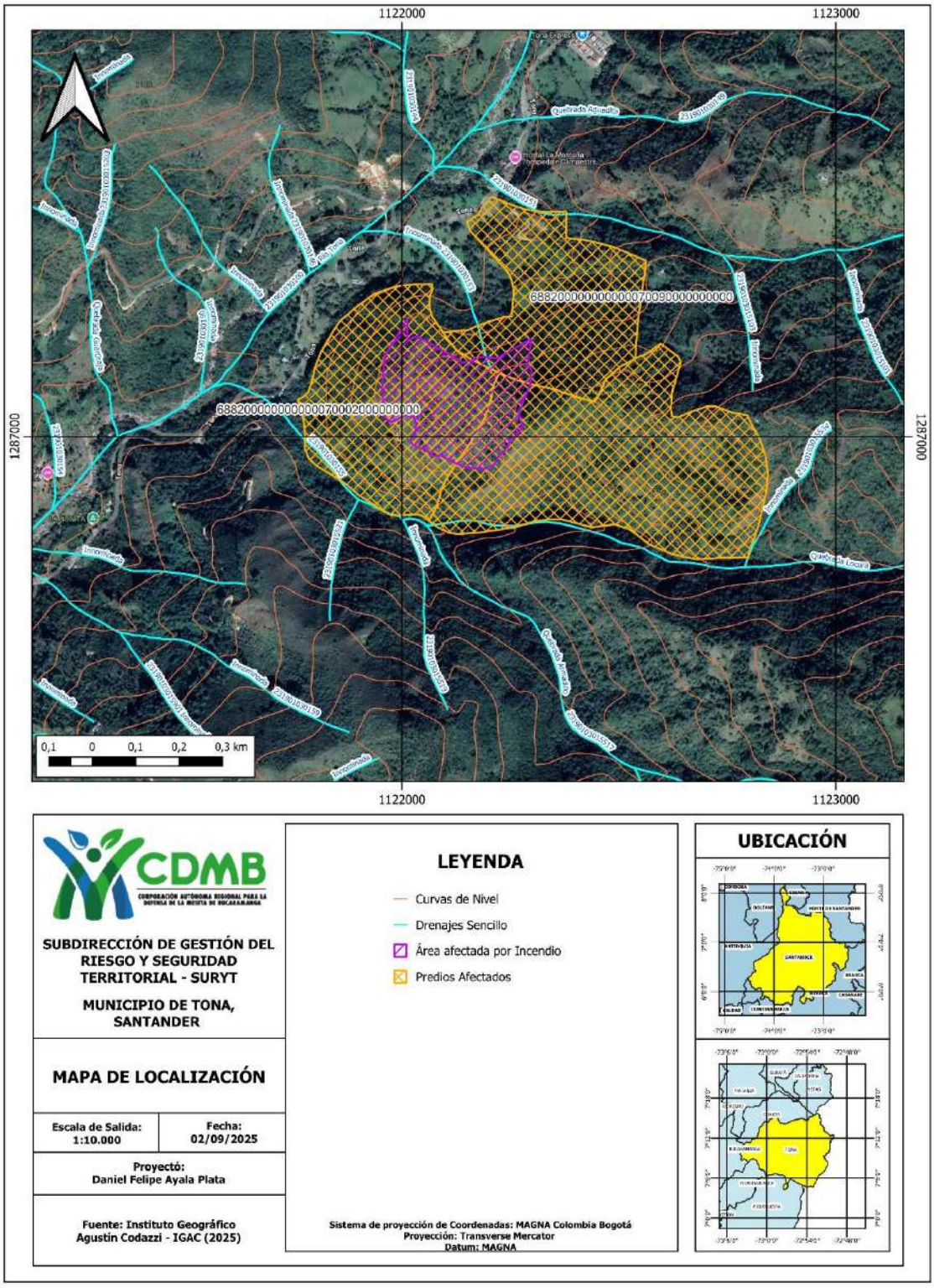


Figura 1. *Mapa de Localización de la Finca Ciclón en el municipio de Tona – Escala 1:10.000*. Fuente: Instituto Geográfico Agustín Codazzi- IGAC (2025).

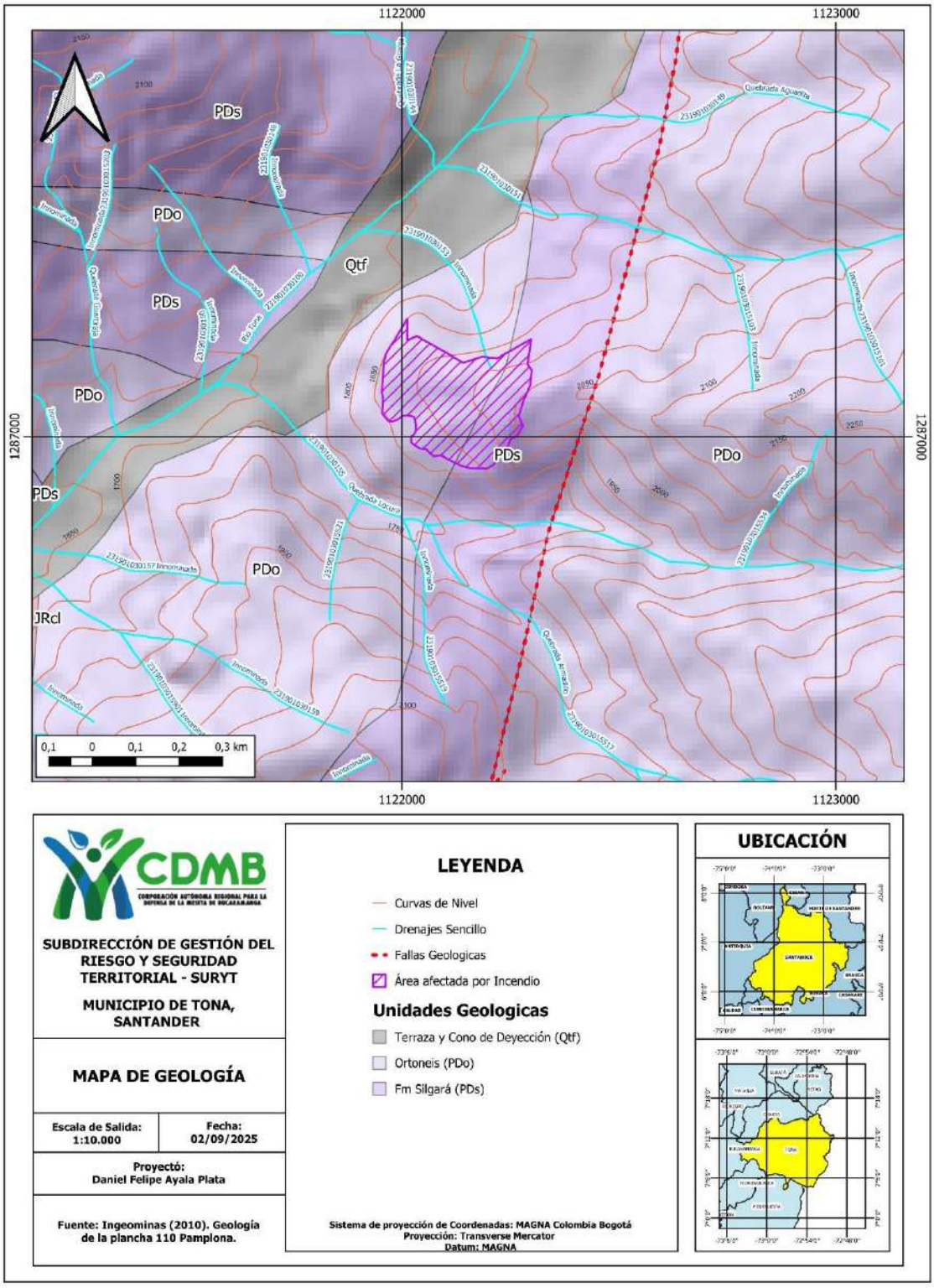


Figura 2. *Mapa Geológico de la Finca Ciclón en el municipio de Tona – Escala 1:100.000*. Fuente: INGEOMINAS, 2010. Geología de la Plancha 110 Pamplona.

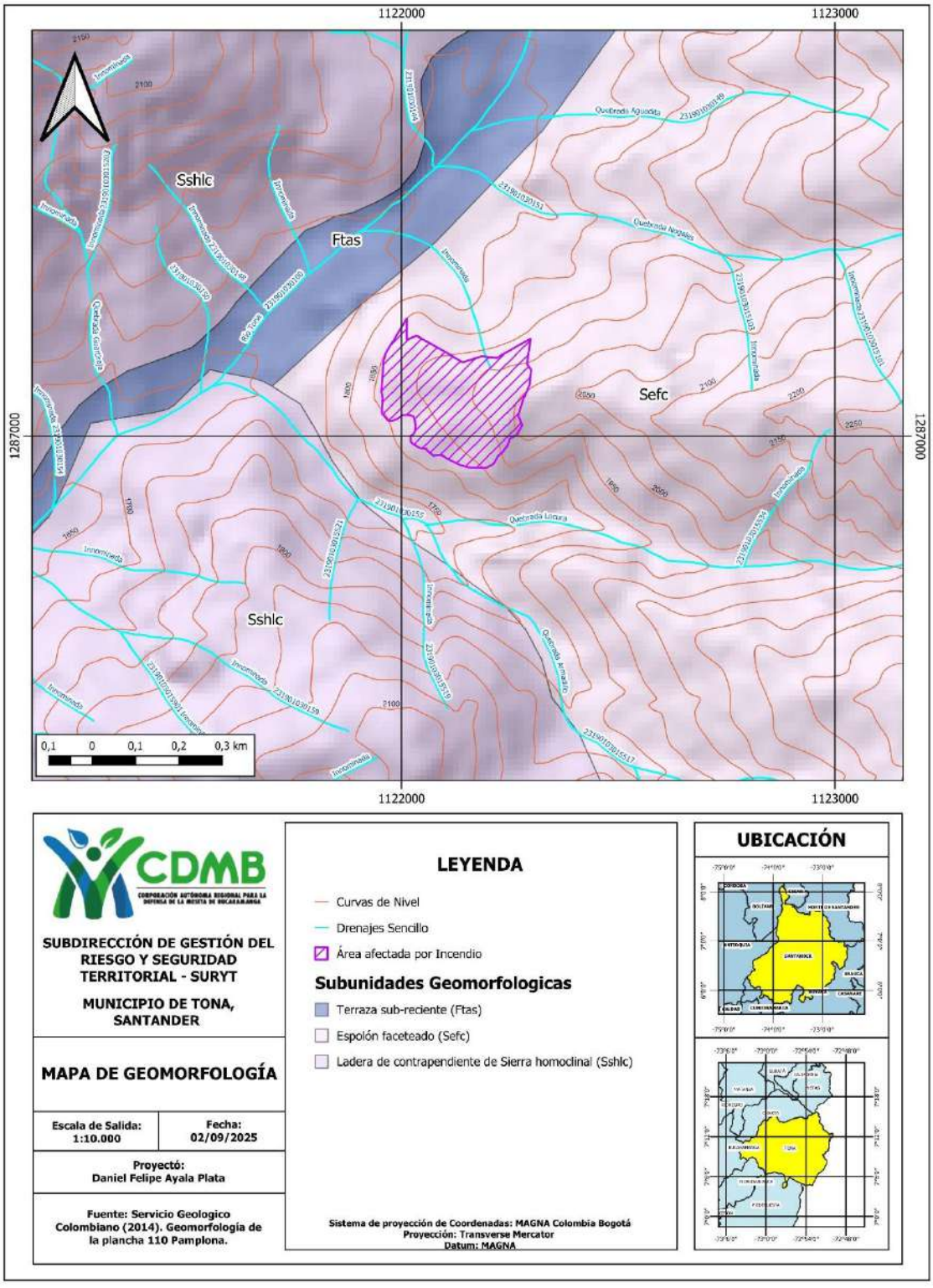


Figura 3. *Mapa Geomorfológico de la Finca Ciclón en el municipio de Tona – Escala 1:100.000*. Fuente: Servicio Geológico Colombiano – SGC, 2014. Geomorfología de la Plancha 110 Pamplona.

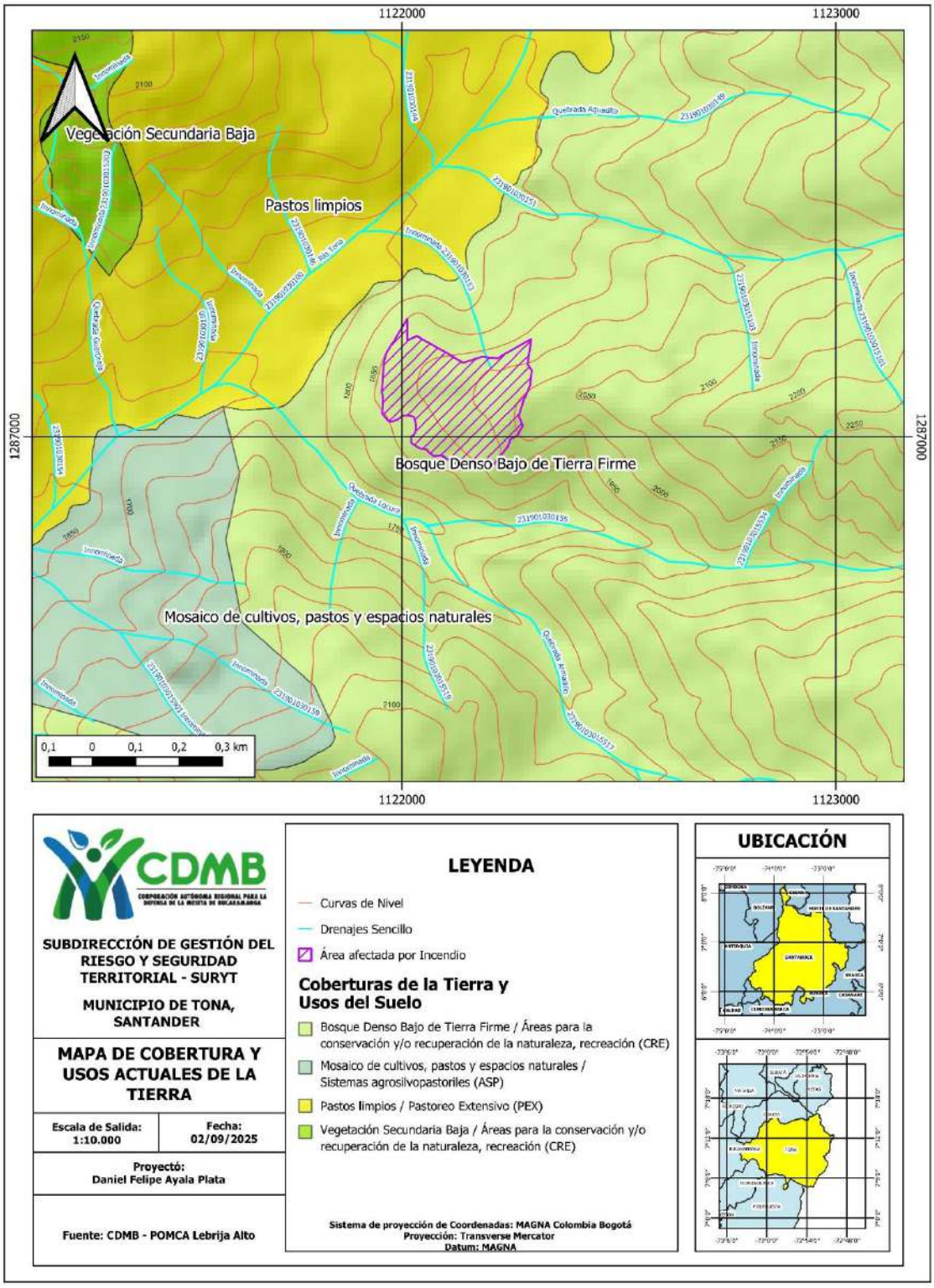


Figura 4. *Mapa de Cobertura de la Tierra y Usos de la Finca Ciclón en el municipio de Tona – Escala 1:25.000*. Fuente: CDMB- POMCA Lebrija Alto

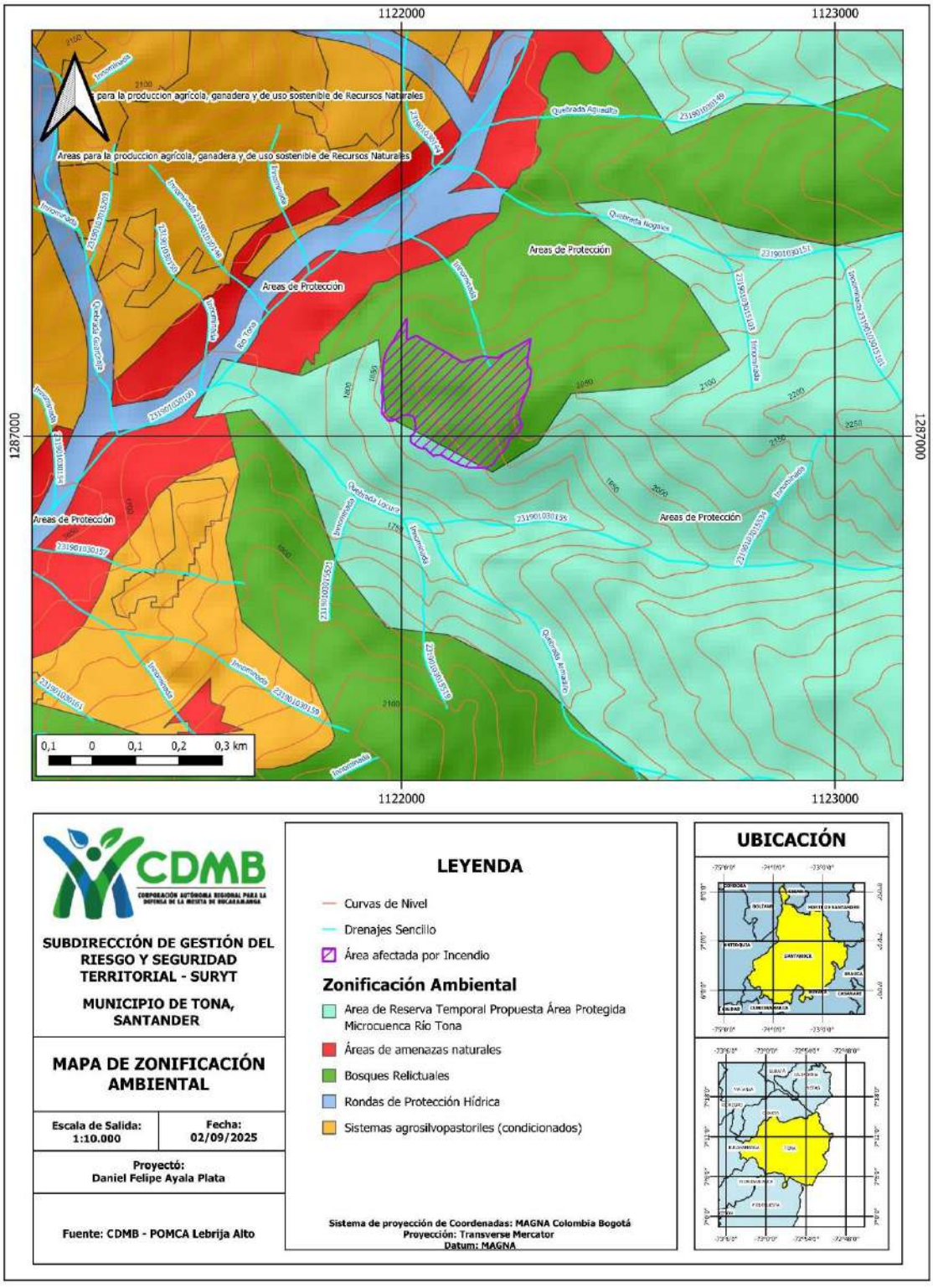


Figura 5. *Mapa de Zonificación Ambiental de la Finca Ciclón en el municipio de Tona – Escala 1:25.000*. Fuente: CDMB-POMCA Lebrija Alto

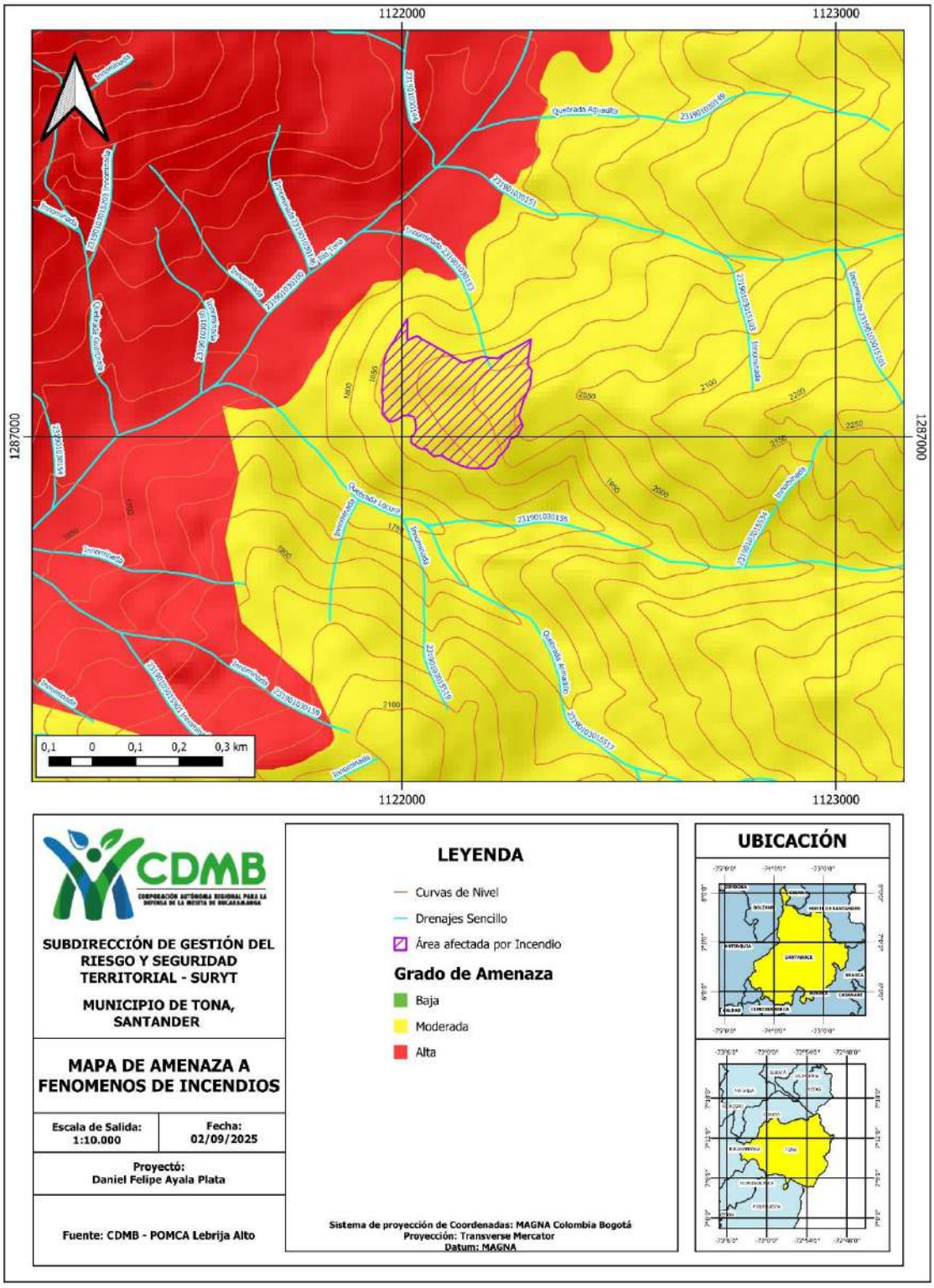


Figura 6. *Mapa de Amenaza a Fenómenos de Incendios de la Finca Ciclón en el municipio de Tona – Escala 1:25.000.*
Fuente: CDMB- POMCA Lebrija Alto

SECTOR LA FLORESTA – PIEDECUESTA

ZONIFICACIÓN AMBIENTAL

Según la cartografía de zonificación ambiental del estudio *"Plan de Ordenación y Manejo de Cuencas Hidrográficas – POMCA del Rio Alto Lebrija"*, el sector de interés ubicado en el barrio Gaitán del Municipio de Bucaramanga se categoriza como Áreas de Amenazas Naturales, Restauración Ecológica y Rondas de Protección Hídrica, las cuales se encuentran dentro de

Categoría de conservación y protección ambiental

La categoría de conservación y protección ambiental incluye áreas que deben ser objeto especial de protección de acuerdo con la legislación vigente y las que hacen parte de la estructura ecológica principal (MADS, 2014).

Dentro de esta categoría, se encuentran las zonas de uso y manejo definidas como las áreas protegidas del SINAP, áreas para protección y restauración.

Las áreas de protección siguen una estrategia in situ que aporta a la planeación y manejo de los recursos naturales renovables.

Por su parte, la restauración se define como el restablecimiento parcial o total de la composición, estructura y función de la biodiversidad que haya sigo alterada o degradada (MADS, 2014). Las zonas de restauración pueden estar gestionadas como restauración ecológica o como rehabilitación. La restauración ecológica consiste en el restablecimiento de un ecosistema que ha sido dañado, degradado o destruido mediante estudios sobre estructura, composición y funcionamiento del ecosistema degradado y de un ecosistema de referencia que brinde información del estado al cual se quiere alcanzar o del estado previo al disturbio.

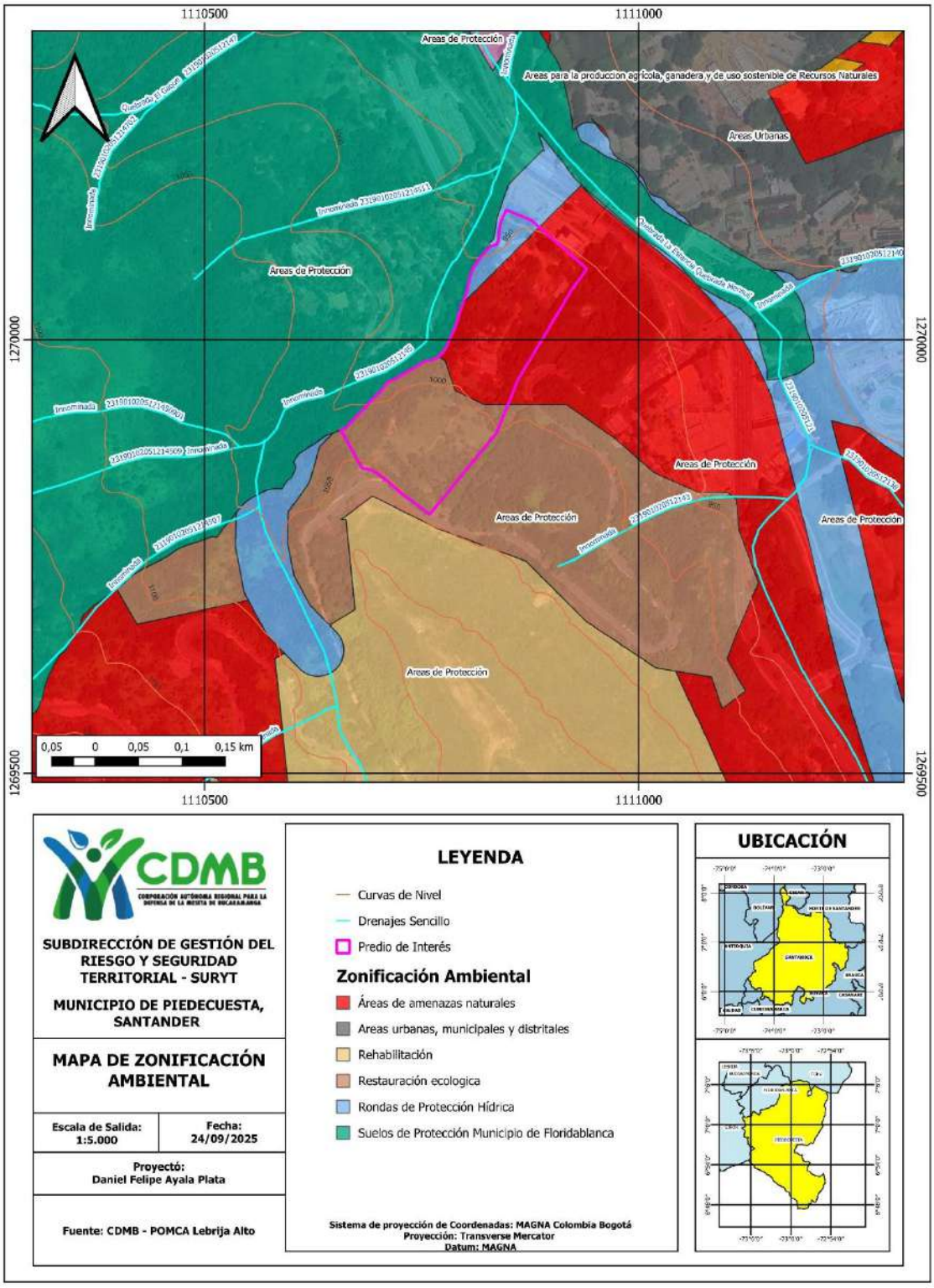


Figura 1. *Mapa de Zonificación Ambiental de la zona de interés en el Predio de Interés en el Municipio de Piedecuesta.* Fuente: CDMB – POMCA Lebrija Alto.

SECTOR MESITAS – LEBRIJA

CARACTERIZACIÓN GEOLÓGICA

UNIDADES GEOLOGICAS SUPERFICIALES

Según la cartografía geológica semidetallada en escala 1:25.000 del estudio "Amenaza, Vulnerabilidad Riesgo del municipio de Lebrija" (CDMB- Consorcio Estudios & Diseños CDMB 2022), en el sitio visitado se presenta la unidad geológica superficial denominada como:

Roca de calidad mala areniscas y lodolitas de la Formación Girón (Rmalg)

Esta unidad hace parte de lomeríos poco disectados y lomeríos disectados, cubiertos por bosques de galería, cultivos permanentes, áreas agrícolas heterogéneas, pastos limpios, zonas industriales y comerciales, cultivos arbolados y zonas urbanizadas. Litológicamente está compuesta por areniscas de grano medio, grueso a ligeramente conglomerático, de color rojo violáceo, rojo grisáceo, gris verdoso y blanco grisáceo, estratificación cruzada, en capas gruesas, con interestratificaciones de limolitas y lodolitas, de color rojo violeta, grisáceo y algunos niveles conglomeráticos con guijos. Estas rocas desarrollan suelos residuales de forma local de tipo arenosos, arenolimosos y arenoarcillosos.

La resistencia a la compresión simple es de roca blanda (5-25 MPa), nivel de meteorización de alto grado (IV), correspondiente al perfil de meteorización de Dearman (1974); el fracturamiento del macizo rocoso está asociado a la influencia de fallas satélite a la falla Bucaramanga, desarrollando una estructura blocosa, exhibiendo 15 familias de diaclasas.

Es común encontrar las discontinuidades del macizo parcialmente abiertas (0,25-0,5 mm), limpias (sin relleno), exhibiendo superficies rugosas con forma ondulada y en general sin presencia de humedad, pero en algunos casos ocurren pequeñas manchas de óxido y una persistencia media (3-10m). Son macizos rocosos sedimentarios, con un índice geológico de resistencia (GSI=20-40) o de calidad mala (macizo tipo VI-VII). Esta unidad presenta un avanzado estado de erosión y meteorización desarrollando deslizamientos y caídas de roca a menor escala.

CARACTERIZACIÓN GEOMORFOLOGIA

Según la cartografía geomorfológica semidetallada en escala 1:25.000 del estudio "Amenaza, Vulnerabilidad Riesgo del municipio de Lebrija" (CDMB- Consorcio Estudios & Diseños CDMB 2022), en el sitio visitado se presenta la subunidad geomorfológica denominada como:

Lomeríos Disectados (Dldi)

Esta unidad se caracteriza por tener relieve relativo menor que 150m; las laderas que los conforman son en general cortas, convexas y con pendientes muy inclinadas (11°-15°) a abruptas (16°-20°).

Estos lomeríos se encuentran compuestos por areniscas, lodolitas de calidad regular, mala y muy mala de La Formación Girón además de suelos residuales arenolimosos derivados de esta formación; así como compuestos por calizas y lodolitas de muy mala calidad de la Formación Rosa Blanca. Esta geoforma se

encuentra cubierta por áreas agrícolas heterogéneas, mosaico de cultivos, pastos, espacios naturales, pastos limpios, pastos arbolados, cultivos permanentes y pastos enmalezados. Esta unidad está caracterizada por presentar rasgos denudacionales como erosión en surco, facetas de erosión y camino de ganado, además se reportan movimientos en masa de tipo deslizamiento como el reportado en la vereda Guzmán, adyacente a la vía principal que atraviesa la vereda, pero no se reportan años asociados.

ZONIFICACIÓN DE AMENAZA

Con base en el estudio denominado como *"Plan de Ordenación y Manejo de Cuencas Hidrográficas – POMCA Cuenca Alta Rio Lebrija"* realizado por la CDMB (2019), la zona objeto de visita presenta la siguiente categorización de amenaza:

AMENAZA MEDIA POR MOVIMIENTOS EN MASA

Zonas donde se encuentran litologías con características moderadas ante la susceptibilidad a los movimientos en masa, como rocas ligeramente meteorizadas, dureza intermedia, fábrica de materiales consolidados, pendientes moderadas (inclinado a empinado), geoformas principalmente denudacionales y estructurales, con procesos denudacionales activos de menor incidencia (Caída de tierra o detritos y reptación del suelo), cobertura baja a alta con moderada densidad, suelos con material parental de rocas sedimentarias consolidadas y zonas con moderada incidencia de las estructuras de plegamiento y fallamiento.

AMENAZA BAJA POR INUNDACIÓN

Geoformas altas o muy altas dispuestas por encima de valles de inundación y fuera de cauce, con densidad de drenaje moderada a buena, superficies con pendientes altas (muy empinado a muy escarpado), asociados a geoformas de tipo ladera muy inclinada o de origen estructural, con coberturas altas con gran densidad con muy buena capacidad de escurrimiento y absorción.

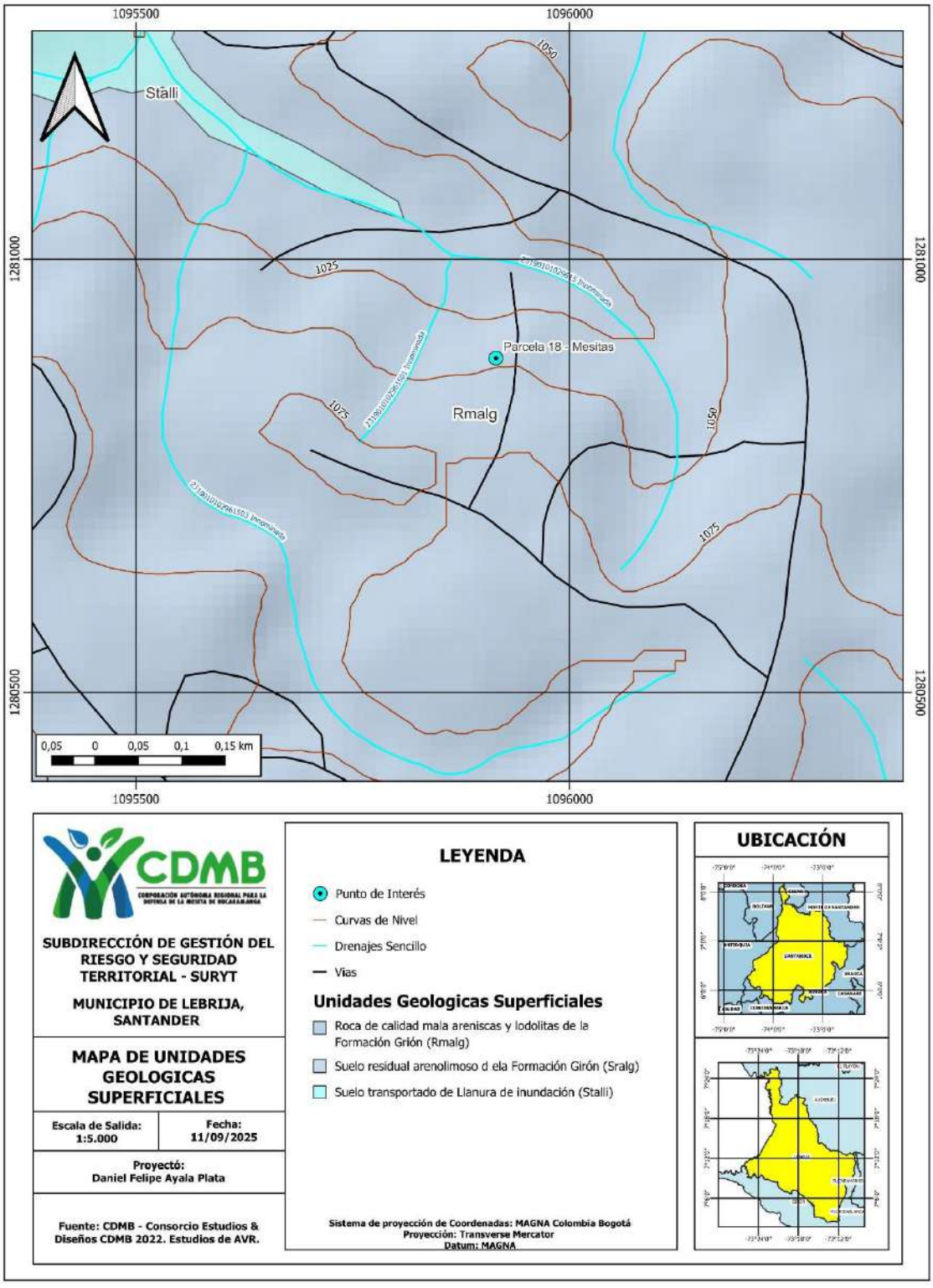


Figura 1. *Mapa de Unidades Geológicas Superficiales del área de interés en el Municipio de Lebrija – Escala 1:25.000.*
Fuente: Fuente: CDMB – Consorcio Estudios & Diseños CDMB 2022. Estudios de AVR.

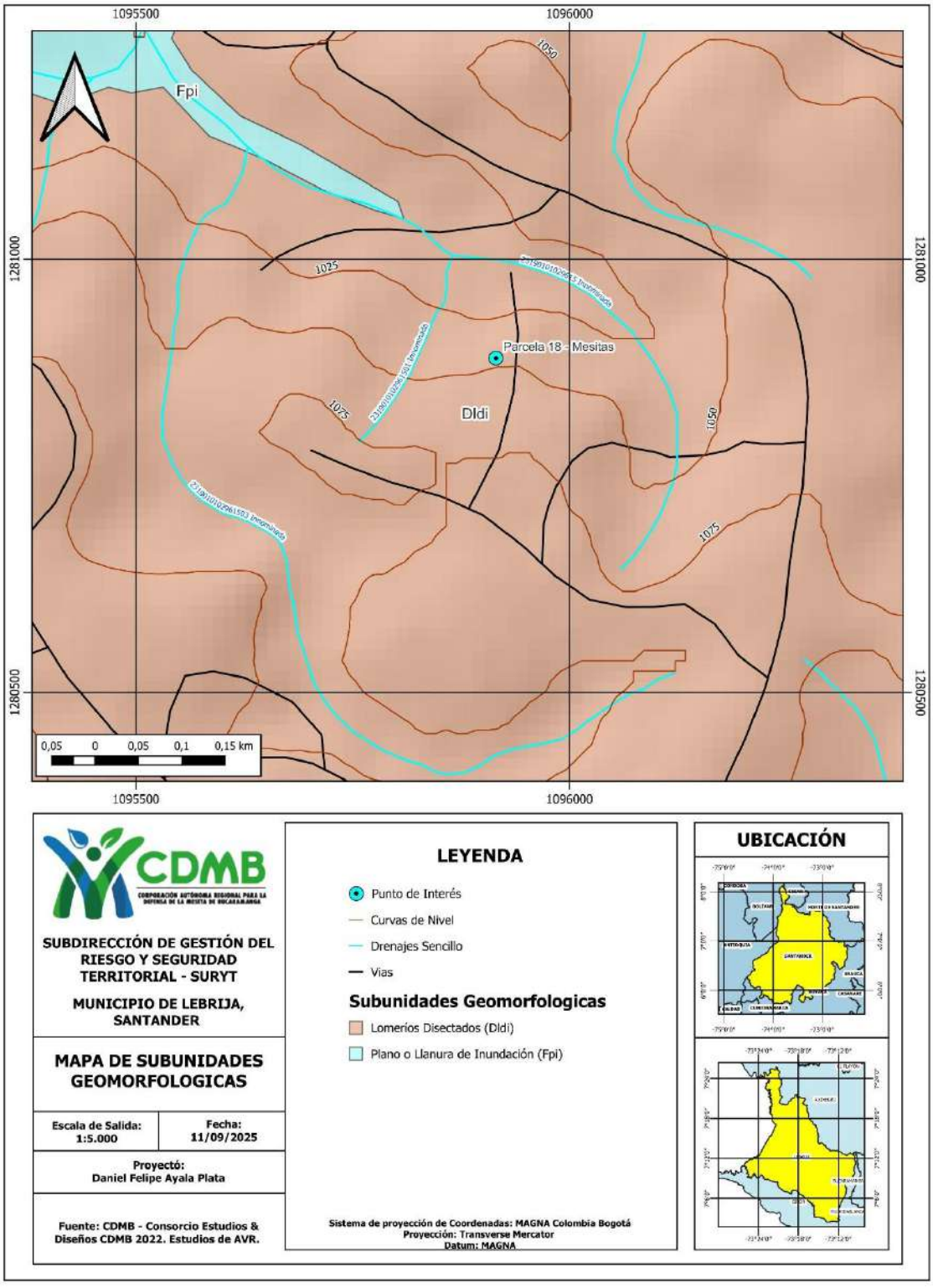


Figura 2. *Mapa de Subunidades Geomorfológicas del área de interés en el Municipio de Lebrija – Escala 1:25.000.*
Fuente: Fuente: CDMB – Consorcio Estudios & Diseños CDMB 2022. Estudios de AVR.

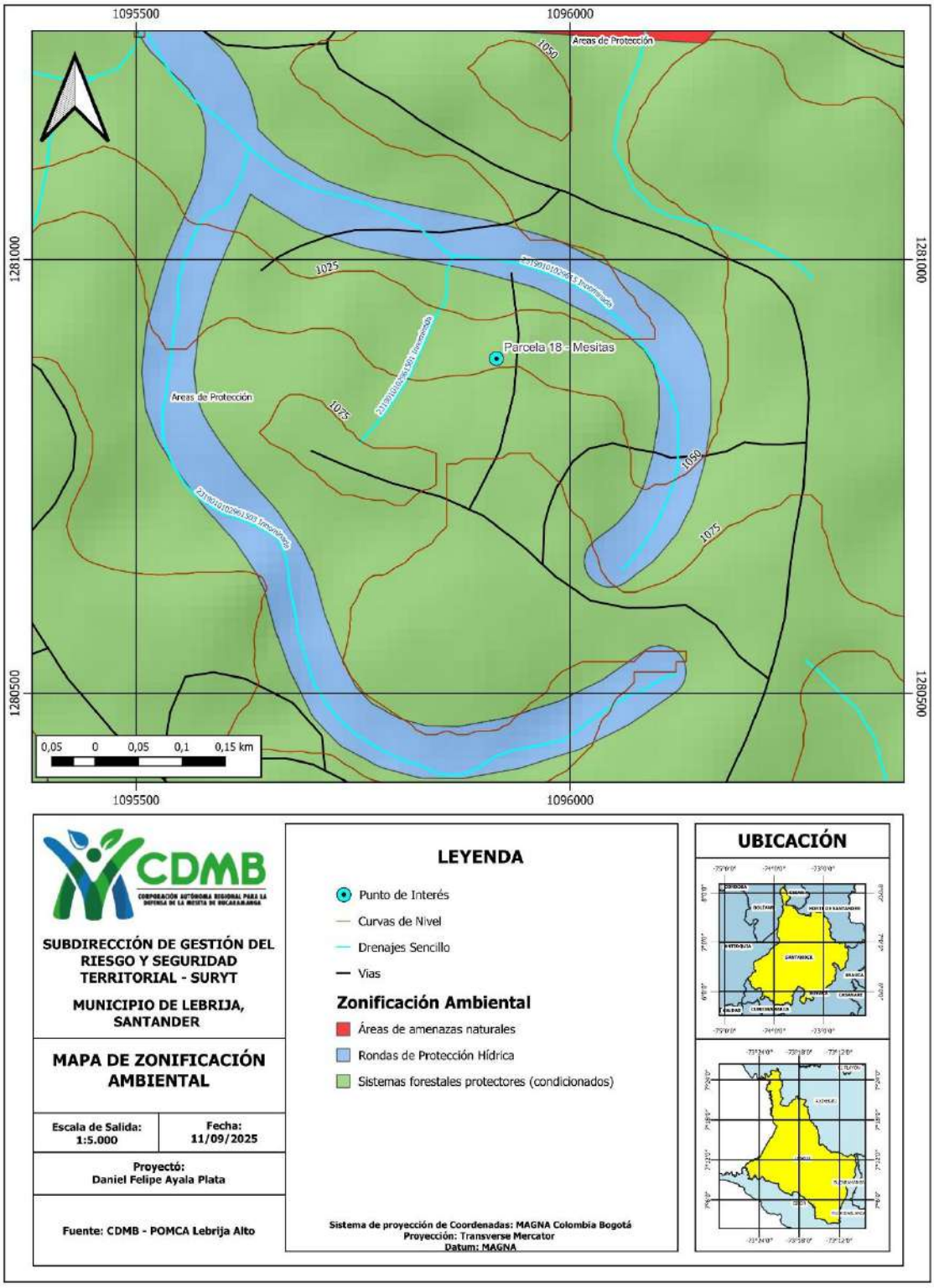


Figura 3. *Mapa de Zonificación Ambiental del área de interés en el Municipio de Lebrija – Escala 1:25.000*. Fuente: CDMB – POMCA Lebrija Alto.

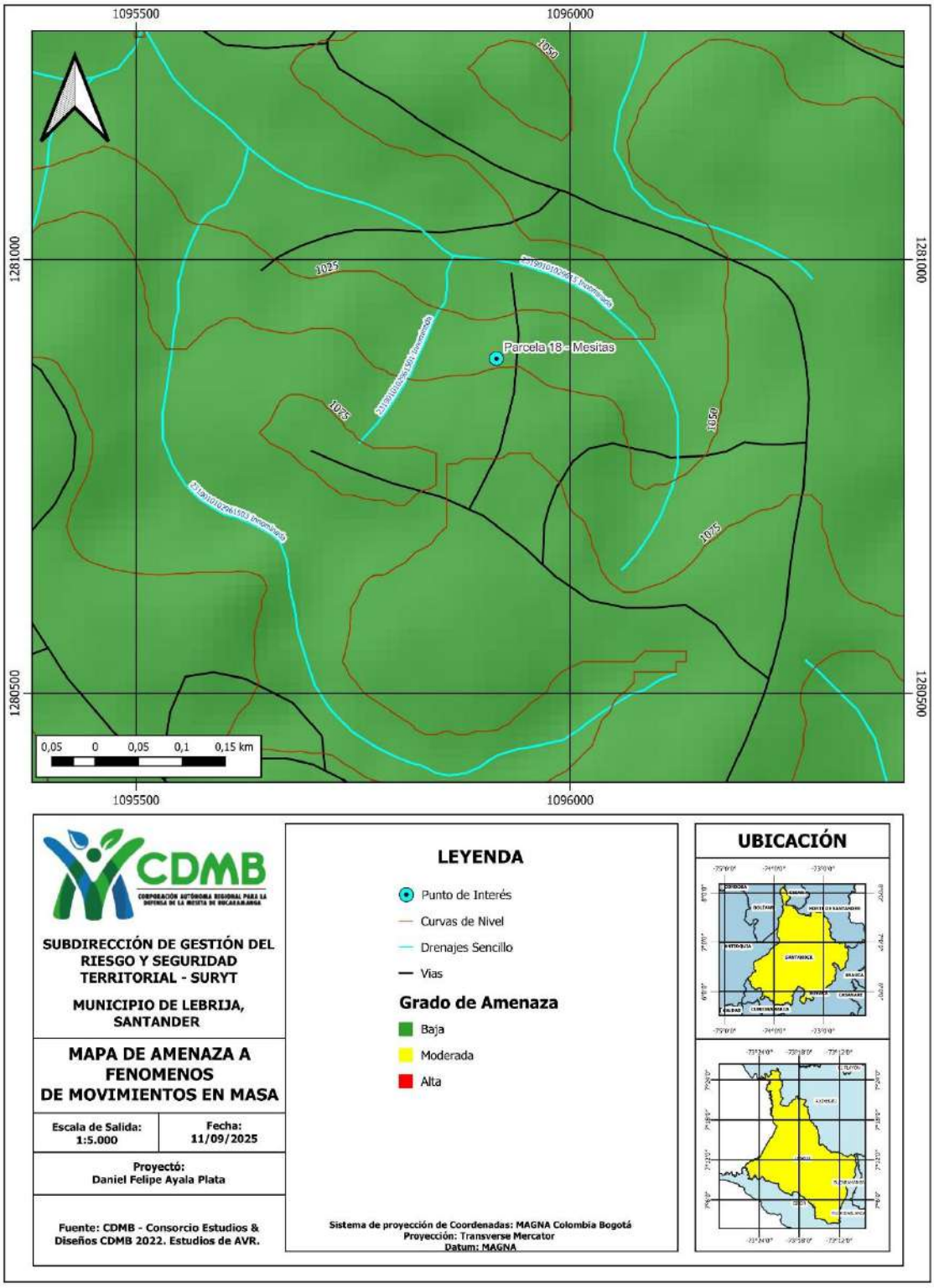


Figura 4. *Mapa de Amenaza por Fenómenos de Movimientos en Masa del área de interés en el Municipio de Lebrija – Escala 1:25.000*. Fuente: CDMB – Consorcio Estudios & Diseños CDMB 2022. Estudios de AVR.

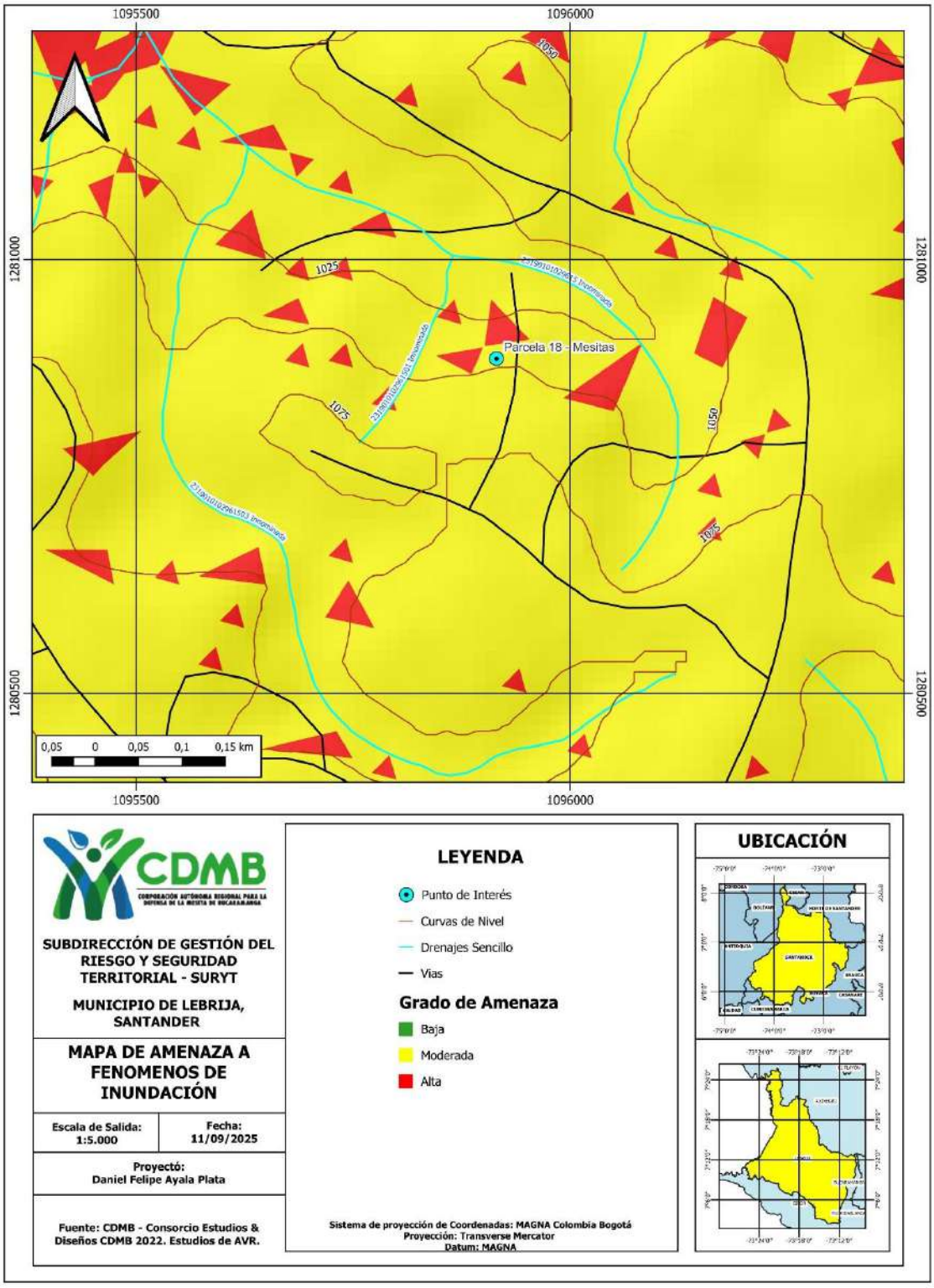


Figura 5. *Mapa de Amenaza por Fenómenos de Inundación del área de interés en el Municipio de Lebrija – Escala 1:25.000*. Fuente: CDMB – Consorcio Estudios & Diseños CDMB 2022. Estudios de AVR.

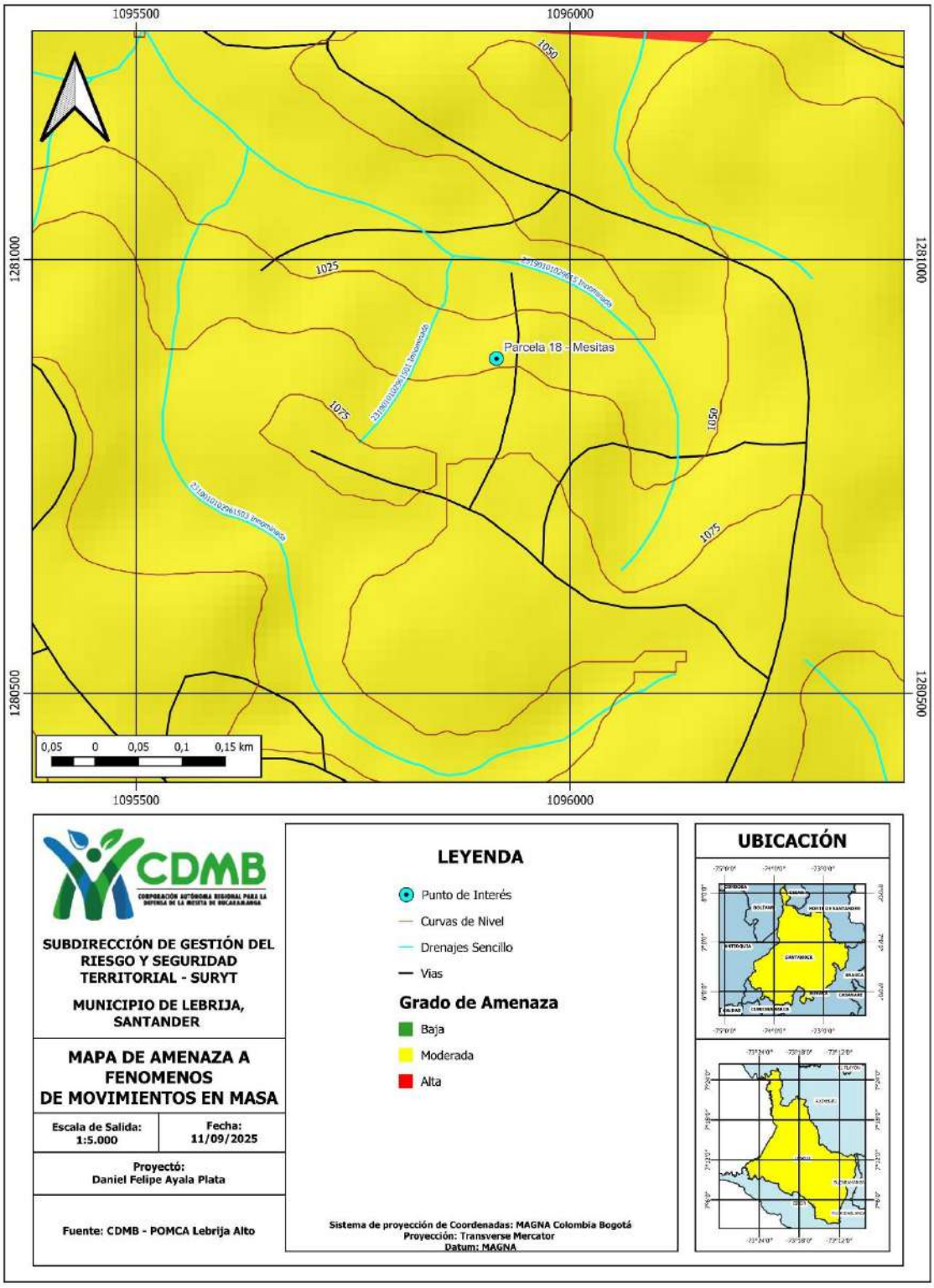


Figura 6. *Mapa de Amenaza por Fenómenos de Movimientos en Masa del área de interés en el Municipio de Lebrija – Escala 1:25.000*. Fuente: CDMB – POMCA Lebrija Alto.

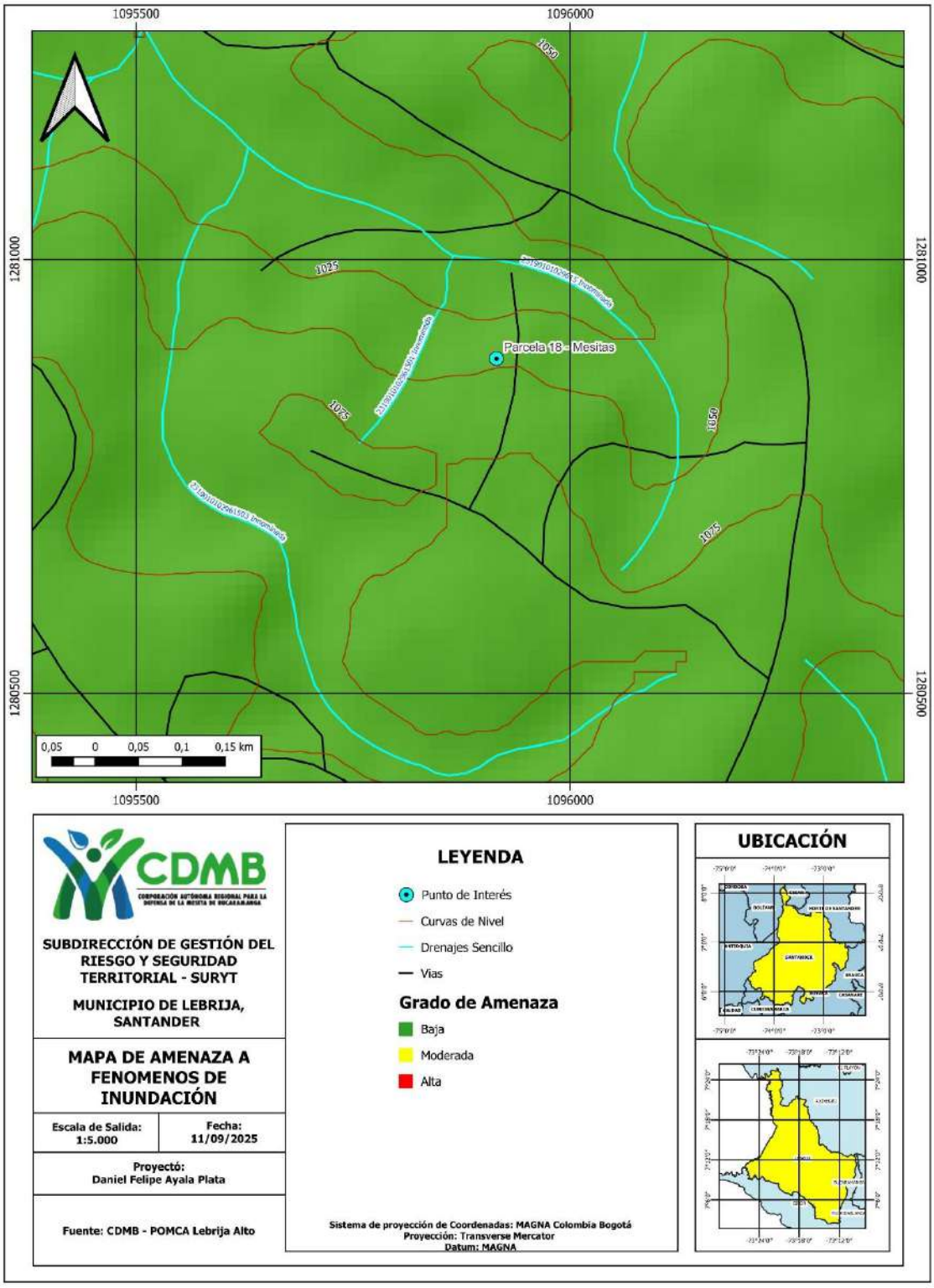


Figura 7. *Mapa de Amenaza por Fenómenos de Inundación del área de interés en el Municipio de Lebrija – Escala 1:25.000*. Fuente: CDMB – POMCA Lebrija Alto.

BARRIO MOLINOS BAJOS – FLORIDA

CARACTERIZACIÓN GEOLÓGICA

Geología general

El lugar objeto de estudio en el sector de interés ubicado en el Barrio Molinos Bajos del Municipio de Floridablanca, presenta las siguientes unidades geológicas según *"Zonificación Sismo Geotécnica Indicativa del Área Metropolitana de Bucaramanga".* (CDMB – INGEOMINAS 2001) (Figura 2):

Depósitos Aluviales.

Son los depósitos de material dejados por los ríos y quebradas mayores, los cuales se distribuyen de acuerdo con la altura y posición en los valles. Se dividen en Terrazas Medias (Qal2), Terrazas Bajas (Qal1) y Depósitos Aluviales de Cauce y Llanuras de Inundación (Qal).

Depósitos Aluviales de Terrazas Bajas (Qal1). Los mayores depósitos de este tipo conforman el área urbana de Girón, se observan en las márgenes de los ríos de Oro y Frío (valles de Guatiguará y Río Frío). Además, corresponden estos depósitos a los niveles máximos de inundación alcanzados por las crecientes extraordinarias actuales. Los cortes de terraza, de profundidad inferior a 6 metros, muestran cantos subredondeados a redondeados de areniscas cuarzosas blancas, amarillentas y resistentes, guijos ígneo-metamórficos, algunas areniscas violáceas y fragmentos de cuarzo lechoso con una disposición no uniforme y algunos lentes arenosos.

En el municipio de Floridablanca este nivel se presenta como un depósito de forma alargada, de superficie más o menos plana, de aproximadamente 4 km de longitud por 250 m promedio de ancho, donde se ubican los barrios Bucarica y Lagos II etapa. Este nivel se distribuye aguas abajo por el río Frío, donde presenta un espesor de 6 m, y la quebrada La Estancia, hasta muy cerca de la confluencia con el río de Oro.

En dicho sector, está compuesto de gravas arenosas y arenas gravosas, de forma angular a subangular, con algunos bloques de roca de tamaño métrico, de neis y cuarzomonzonita provenientes del macizo de Santander. Corresponde a depósitos aluviales, tipo flujos torrenciales y flujos de escombros, transportados a lo largo del río Frío en época reciente; dicho nivel es susceptible a flujos torrenciales y flujos de escombros.

CARACTERÍSTICAS GEOMORFOLÓGICAS

El lugar objeto de estudio en el sector de interés ubicado en el Barrio Molinos Bajos del Municipio de Floridablanca, presenta las siguientes Subunidades geomorfológicas (Servicio Geológico Colombiano, 2014) (Figura 3):

Abanico erosionado y disectado (Dfa)

Área del abanico que ha sufrido fuertes procesos de erosión y denudación formando cárcavas, surcos, solifluxión y estoraques; así como la disección por corrientes de drenajes más recientes.

CARACTERÍSTICAS GEOTÉCNICAS

El lugar objeto de estudio en el sector de interés ubicado en el Barrio Molinos Bajos del Municipio de

Floridablanca, presenta la siguiente zonificación geotécnica según *"Zonificación Sismo Geotécnica Indicativa del Área Metropolitana de Bucaramanga".* (CDMB – INGEOMINAS 2001) (Figura 4):

ZONA 6A Valles Aluviales de Los Ríos y Quebradas Principales

Descripción General

Localizada sobre los valles y llanuras de los ríos de Oro, Suratá, Frío y algunas quebradas importantes. Más específicamente la zona se encuentra en: Valle del río de Oro y sus quebradas afluentes desde Piedecuesta hasta el Café Madrid, valle del río Suratá desde Bosconia hasta el Café Madrid, valle medio de la quebrada La Loma, valle de la quebrada de La Iglesia desde el Viaducto Benjamín García Cadena hasta Chimitá, valle de la quebrada Chimitá, valle del río Frío y sus quebradas afluentes desde la urbanización Bucarica hasta Castilla Real, valles del río Lato, quebrada La Estancia y otros cauces menores.

El drenaje de mayor influencia esta referido a los ríos de Oro y Frío, responsables de la depositación de los depósitos aluviales y de las diferentes terrazas que se encuentran en ambos márgenes de sus cauces, sobre las cuales es frecuente el desarrollo de cultivos y vegetación de poca altura representada por rastrojos. Las geoformas asociadas a esta zona corresponden a la planicie de inundación y al lecho de los principales drenajes mencionados, presentando topografía plana y pendientes suaves hacia las terrazas. Esta zona está formada por los depósitos aluviales principales y terrazas (Qal, Qal1 y Qal2).

Características geotécnicas

Los suelos subsuperficiales corresponden a arenas limpias, gravas y arenas limosas en mantos subhorizontales; a diferentes profundidades, según el sitio, aparecen suelos duros o rocas.

Los niveles freáticos son poco profundos y están generalmente controlados por los niveles de agua en las cañadas, quebradas y ríos aledaños.

Problemas geotécnicos

La zona 6A presenta los siguientes problemas geotécnicos:

- Presencia de mantos de suelos sueltos no consolidados, los cuales pueden asentarse.
- Baja capacidad de soporte de los depósitos aluviales recientes.
- Áreas de suelos potencialmente licuables.
- Heterogeneidad en los materiales de fundación por presencia de paleocanales.
- Erosión debida a la dinámica de los ríos y quebradas.

Observaciones Especiales

- Previamente a la realización de proyectos de desarrollo urbano, se deben realizar estudios geotécnicos detallados que permitan determinar las limitaciones geotécnicas de cada sitio en particular y se deben construir las obras de control, estabilización y manejo.
- Todas estas áreas son potencialmente inundables, además de los estudios de geotecnia, se debe determinar en detalle la amenaza por inundación, antes de cualquier construcción o desarrollo.

AMENAZAS POR FENÓMENOS NATURALES

Con base en el estudio denominado como *"Plan de Ordenación y Manejo de Cuencas Hidrográficas – POMCA Cuenca Alta Rio Lebrija"* realizado por la CDMB (2015), la zona objeto de visita presenta la siguiente categorización de amenaza:

Movimientos en Masa

Amenaza Baja: Zonas donde se encuentran litologías con características no favorables ante los movimientos en masa, como bajo grado de meteorización, dureza alta, fabrica masiva o bandeada, pendientes bajas (Planas a moderadamente inclinadas), geoformas principalmente fluviales, sin actividad morfodinámica activa, alta y densa cobertura del suelo, suelos con material parental de rocas ígneas, metamórficas y zonas con baja incidencia de las estructuras de plegamiento y fallamiento.

Inundación

Amenaza Media: Geoformas medias a altas, de origen denudacional y estructural como las laderas subhorizontales, con alta densidad de drenaje y bajas pendientes. Cobertura de tierras bajas que ayudan a la protección del suelo frente a la erosión. Pendientes intermedias (inclinado a empinado), cauces principalmente de orden intermedio, que pueden presentar eventos de inundación.

Avenida Torrencial

Amenaza Baja: Áreas torrenciales identificadas por fotointerpretación (a la escala de trabajo o mayores), las cuales no pueden ser identificadas dentro de las categorías anteriores (zonas alejadas de los canales torrenciales y sin evidencias claras de eventos históricos y sus afectaciones).

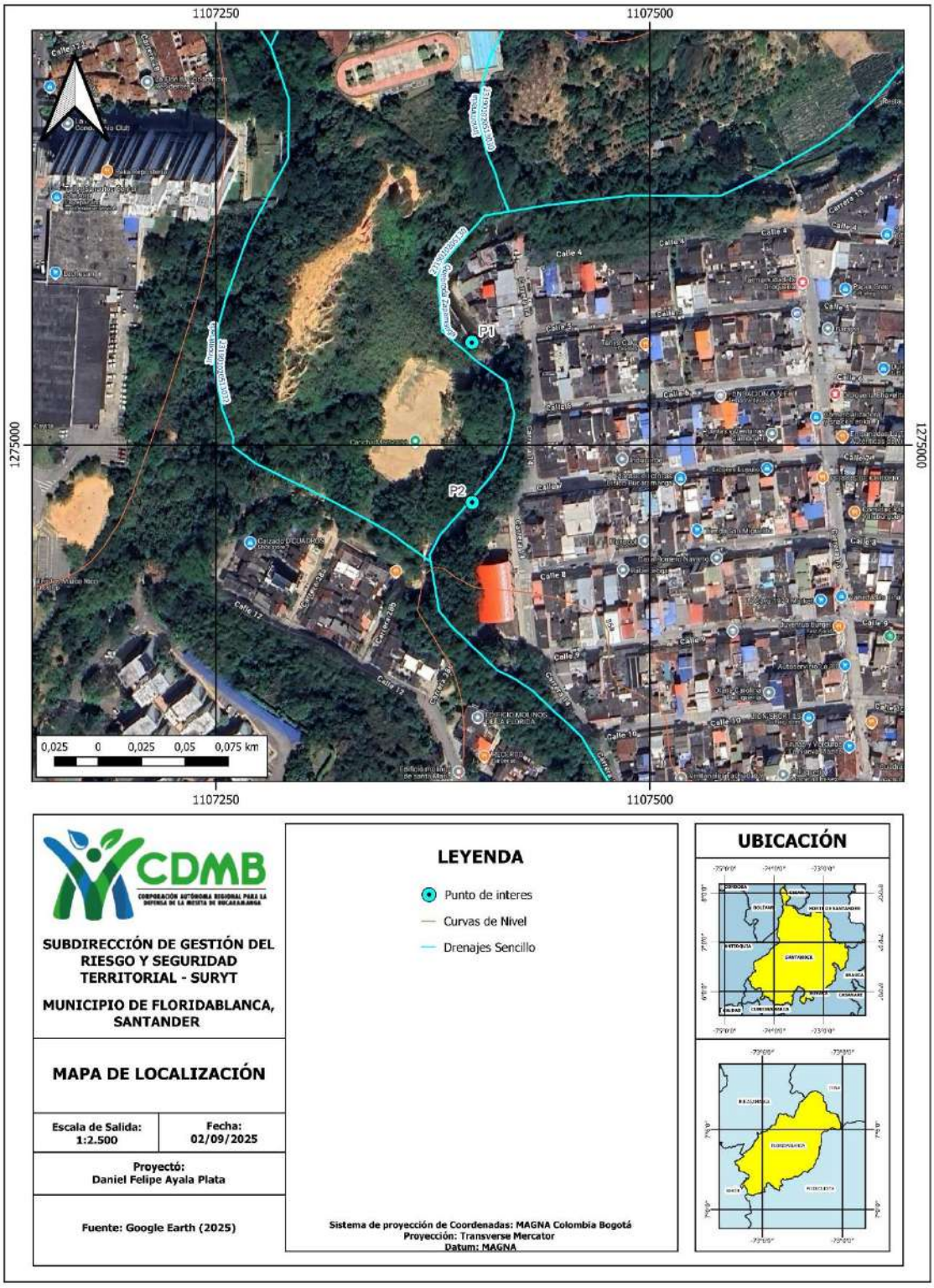


Figura 1. *Mapa de Localización del sitio de interés en el Barrio Molinos Bajos del Municipio de Floridablanca – Escala 1:25.000*. Fuente: Google Earth

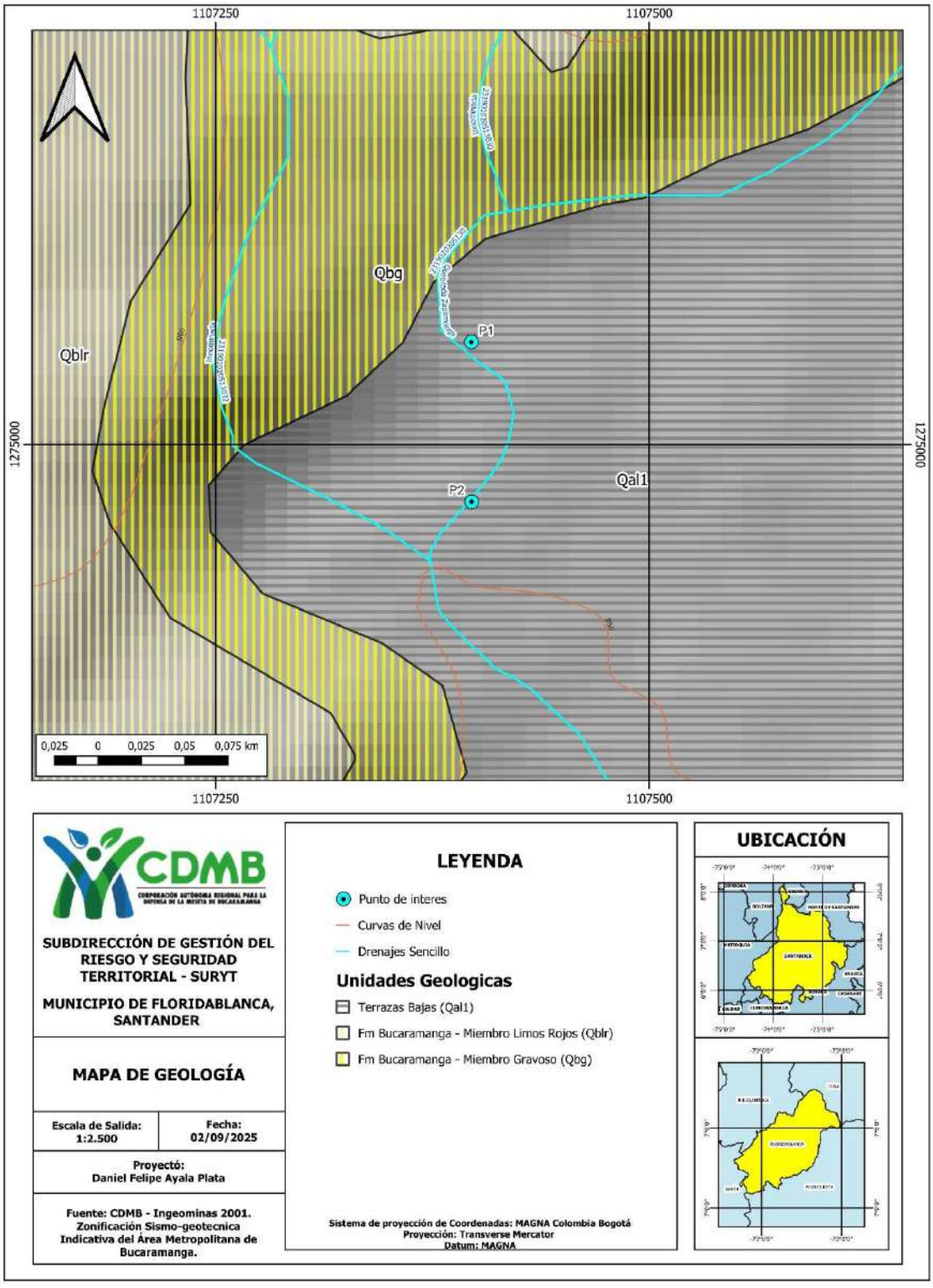


Figura 2. *Mapa de Geología del sitio de interés en el Barrio Molinos Bajos del Municipio de Floridablanca – Escala 1:25.000*. Fuente: CDMB – INGEOMINAS 2001. Zonificación Sismo Geotécnica Indicativa del Área Metropolitana de Bucaramanga.

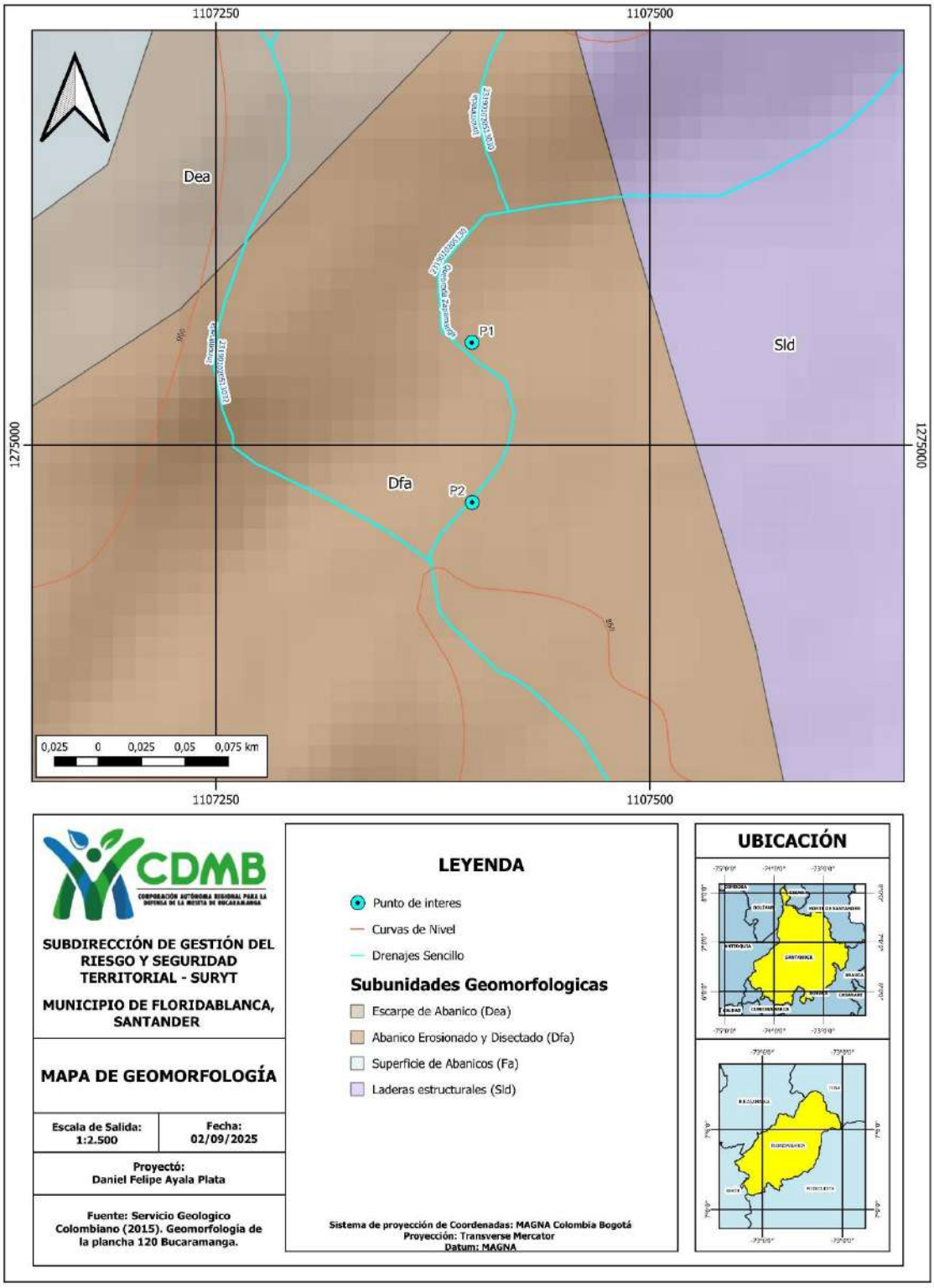


Figura 3. *Mapa de Subunidades Geomorfológicas del sitio de interés en el Barrio Molinos Bajos del Municipio de Floridablanca – Escala 1:100.000.*
Fuente: Servicio Geológico Colombiano (2015). Mapa Geomorfológico Aplicado a Movimientos en Masa, Plancha 120 Bucaramanga.

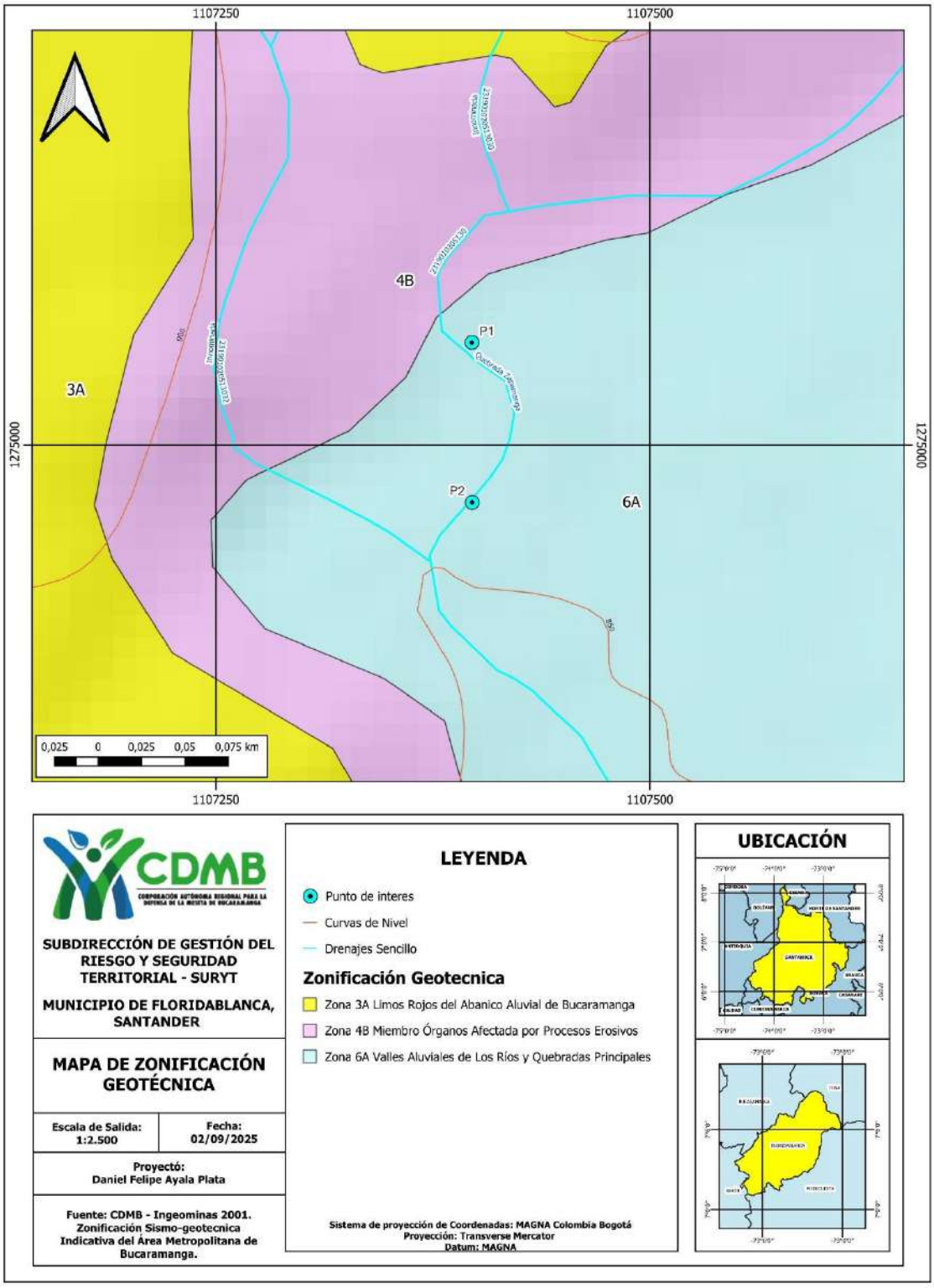


Figura 4. *Mapa de Zonificación geotécnica del sitio de interés en el Barrio Molinos Bajos del Municipio de Floridablanca – Escala 1:25.000.* Fuente: CDMB – INGEOMINAS 2001. Zonificación Sismo Geotécnica Indicativa del Área Metropolitana de Bucaramanga.

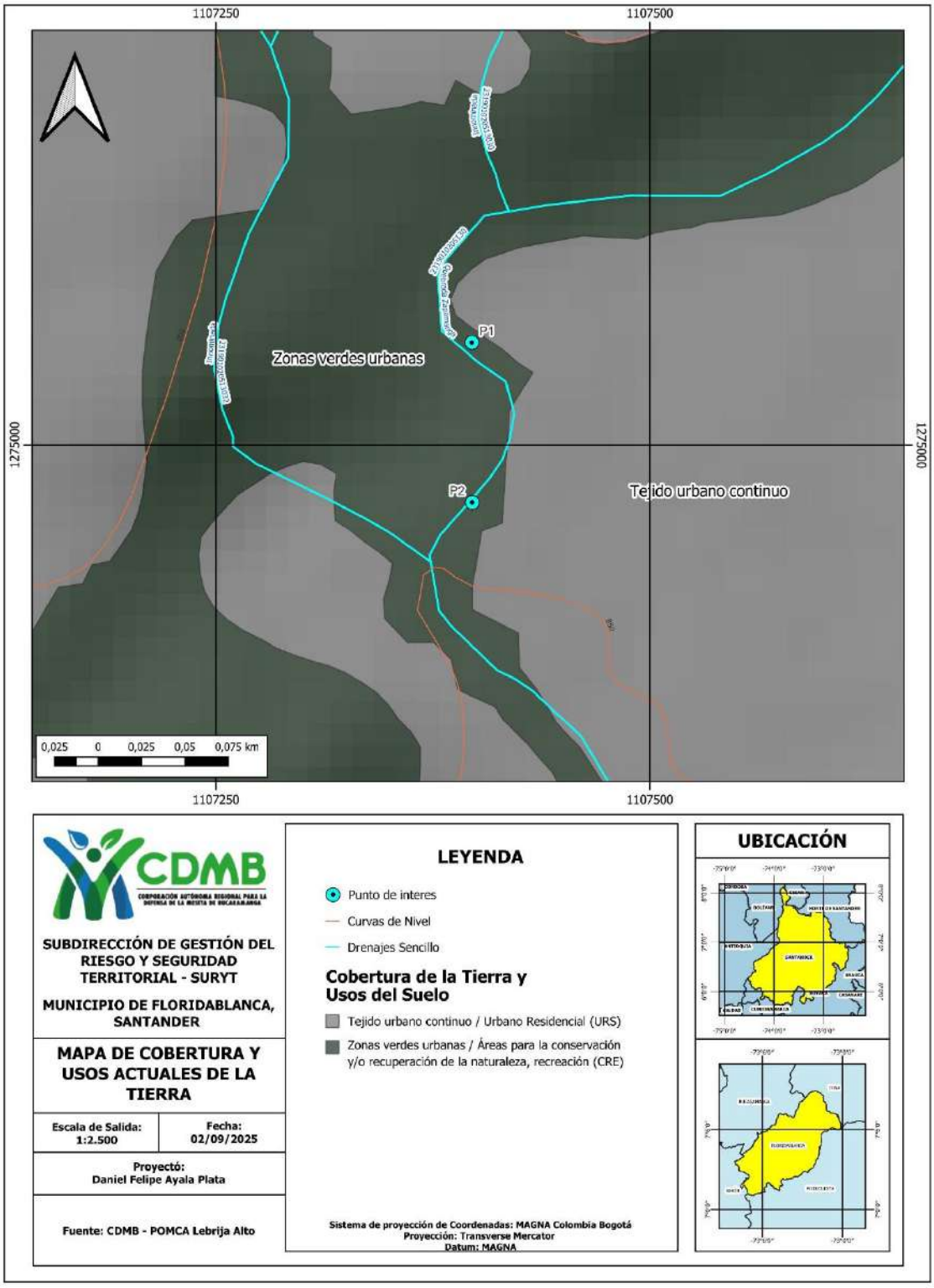


Figura 5. *Mapa de Cobertura de la Tierra del sitio de interés en el Barrio Molinos Bajos del Municipio de Floridablanca – Escala 1:25.000*. Fuente: CDMB – POMCA Lebrija Alto.

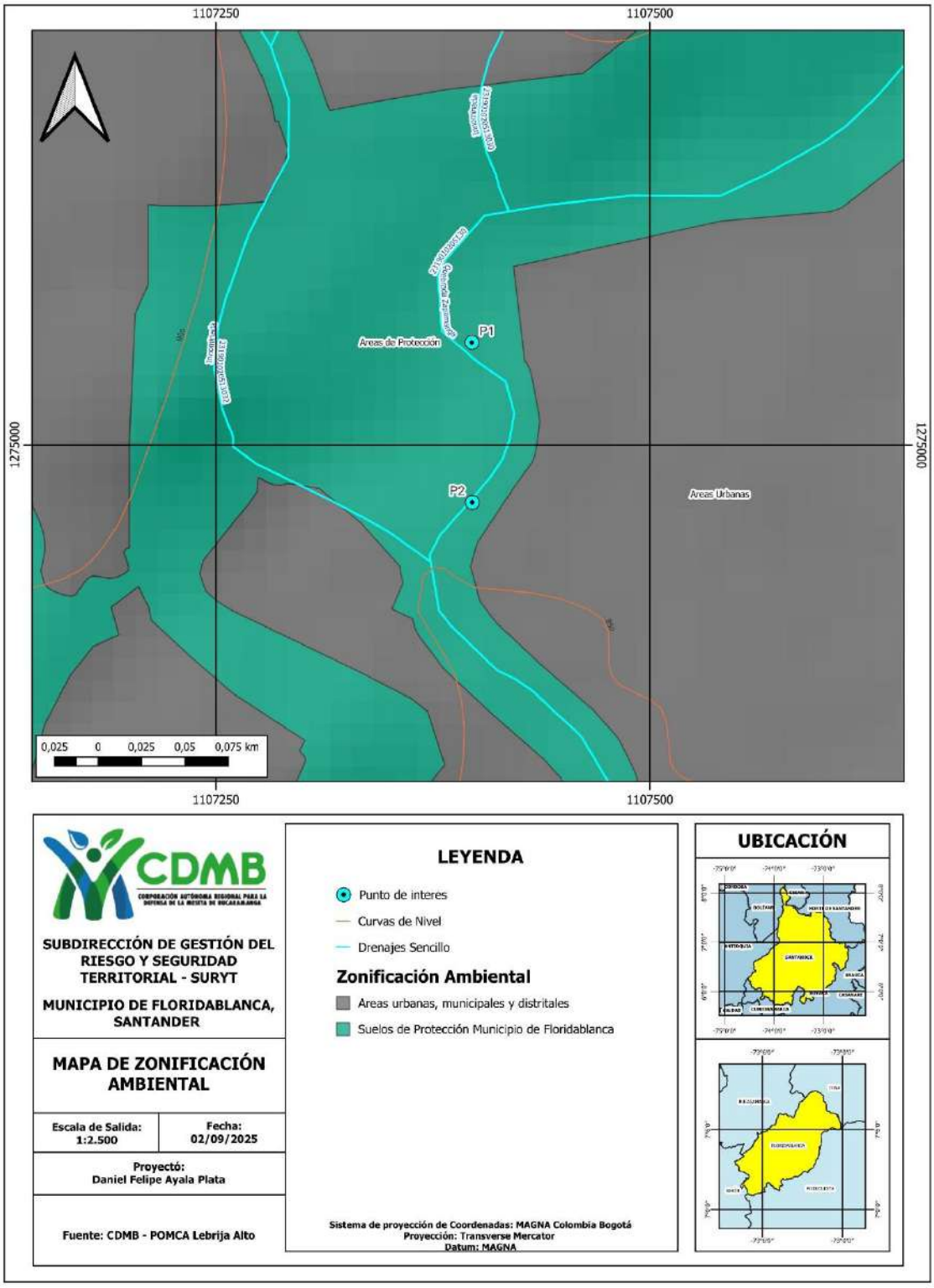


Figura 6. *Mapa de Zonificación Ambiental del sitio de interés en el Barrio Molinos Bajos del Municipio de Floridablanca – Escala 1:25.000*. Fuente: CDMB – POMCA Lebrija Alto.

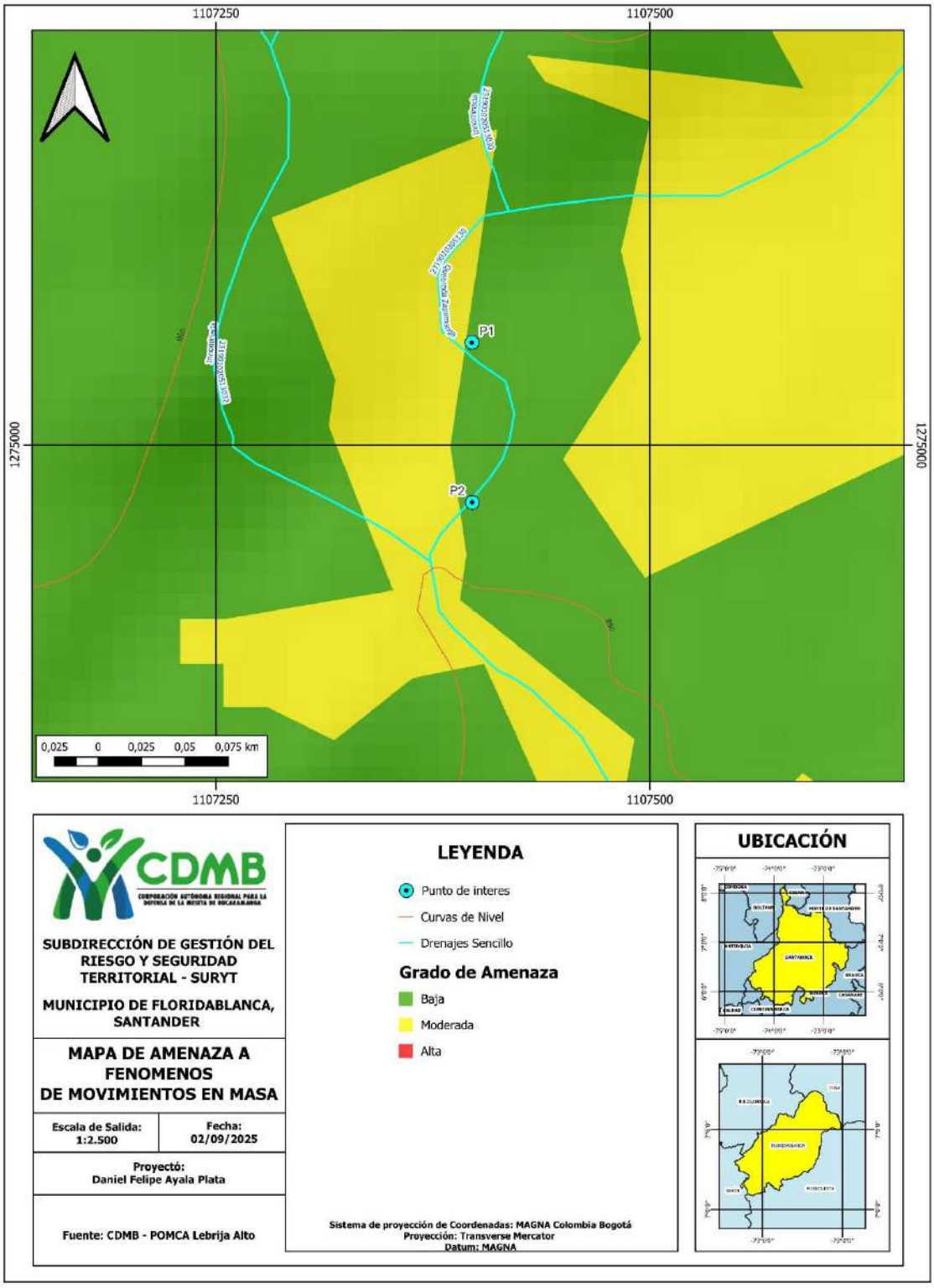


Figura 7. *Mapa de Amenaza por fenómenos de movimientos en masa del sitio de interés en el Barrio Molinos Bajos del Municipio de Floridablanca – Escala 1:25.000*. Fuente: CDMB – POMCA Lebrija Alto.

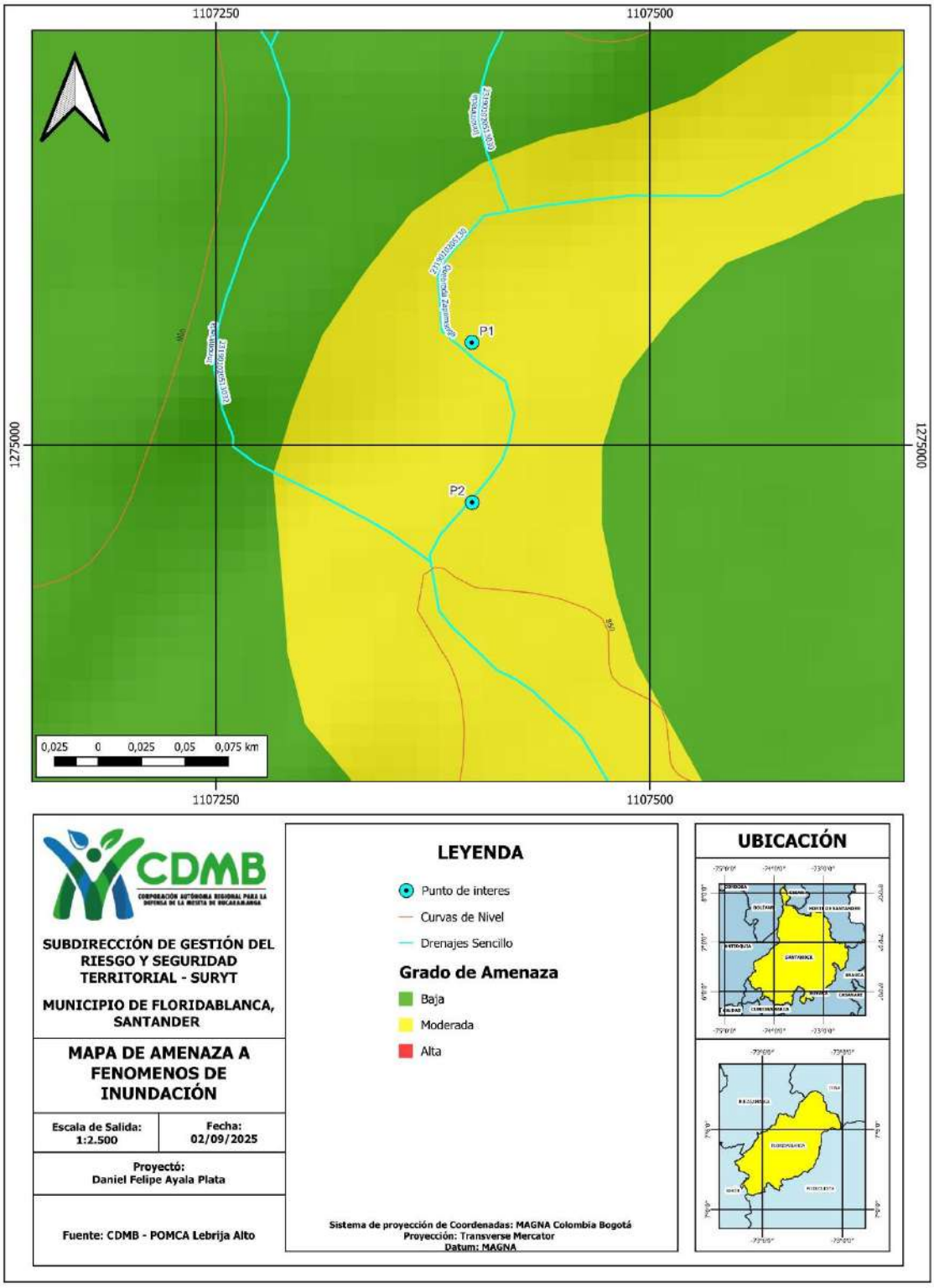


Figura 8. *Mapa de Amenaza por fenómenos de inundación del sitio de interés en el Barrio Molinos Bajos del Municipio de Floridablanca – Escala 1:25.000*. Fuente: CDMB – POMCA Lebrija Alto.

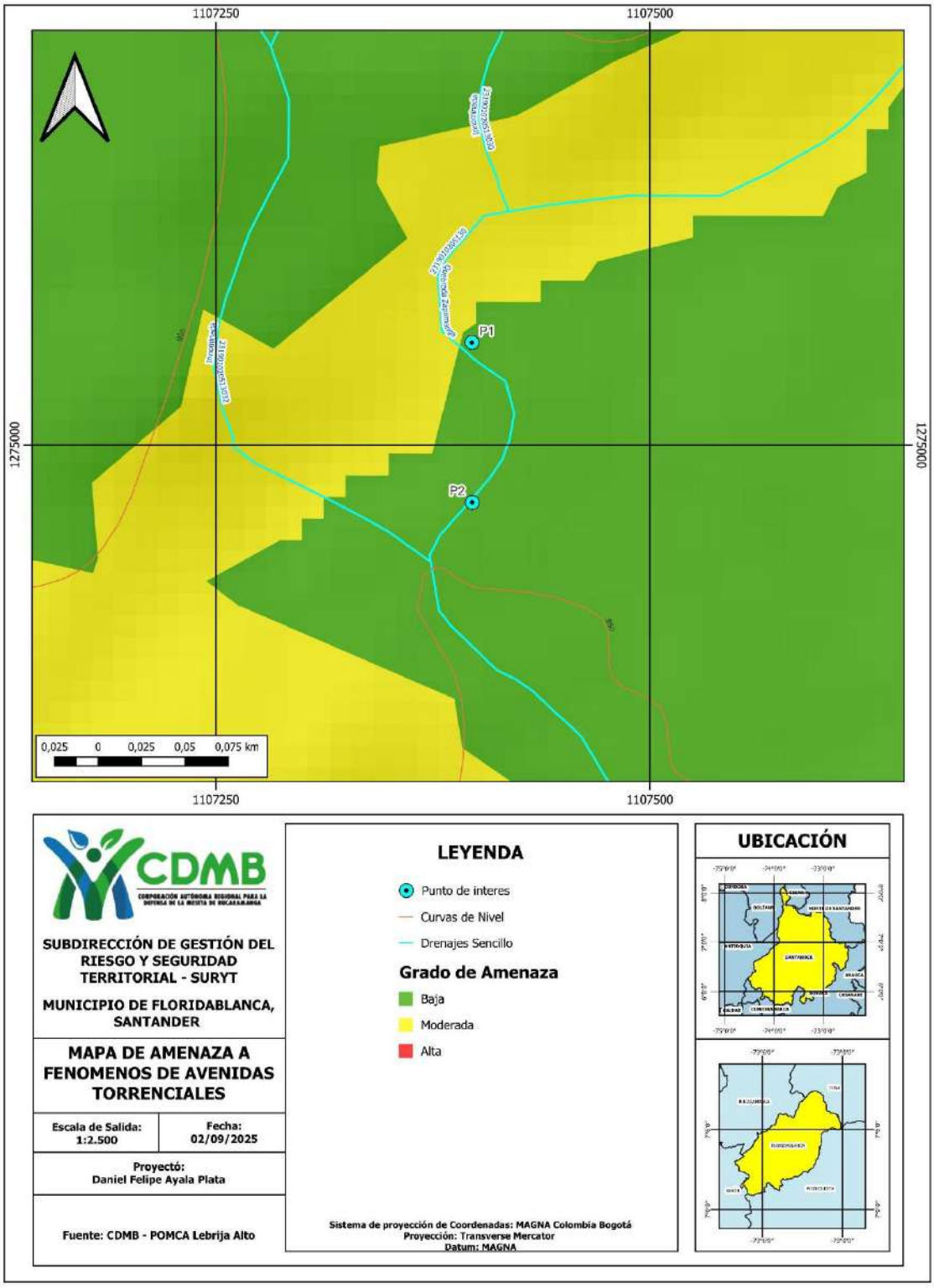
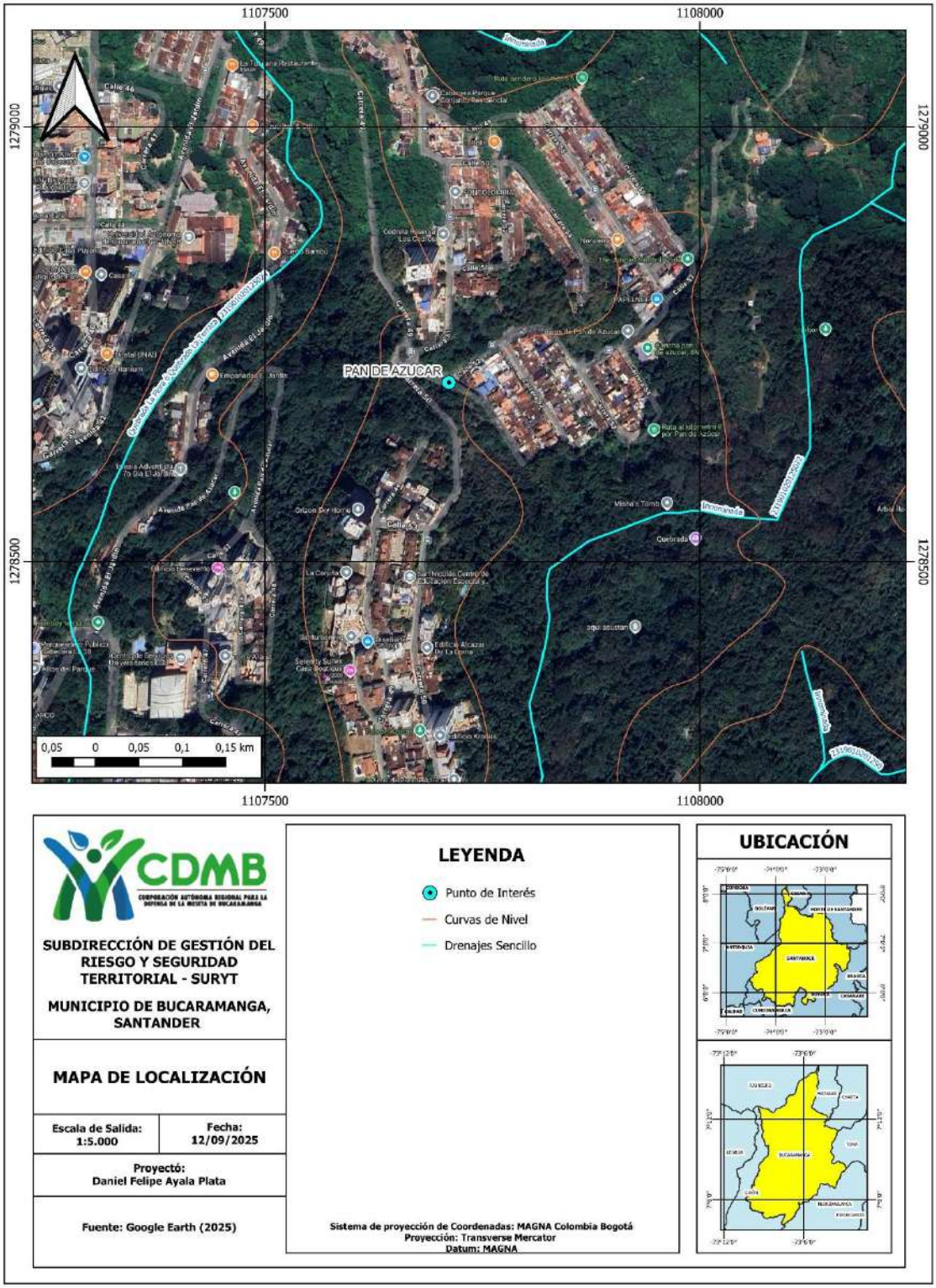


Figura 9. *Mapa de Amenaza por fenómenos de avenidas torrenciales del sitio de interés en el Barrio Molinos Bajos del Municipio de Floridablanca – Escala 1:25.000*. Fuente: CDMB – POMCA Lebrija Alto.

BARRIO PAN DE AZUCAR – BUCARAMANGA



BARRIO PANTANO II – BUCARAMANGA

CARACTERIZACIÓN GEOLÓGICA

Geología general

El lugar objeto de estudio en el sector de interés ubicado en el Barrio Pantano II, (Municipio de Bucaramanga), presenta las siguientes unidades geológicas (*CDMB - Ingeominas, 2001*) (Figura 2):

Formación Bucaramanga.

Se trata de un importante depósito sedimentario de edad Cuaternaria que morfológicamente corresponde a un abanico aluvial erosionado, posiblemente asociado en su mayor parte al río Suratá, acumulado sobre una depresión de origen tectónico. Este abanico limita al nororiente y oriente con el Macizo de Santander, al noroccidente y occidente con el Cerro de Palonegro y el Río de Oro, y al sur con la Mesa de Ruitoque. Presenta una superficie suavemente ondulada, con pendiente ligeramente inclinada al occidente, entre 2º y 7º, y una extensión aproximada de 60 a 80 km².

La Formación Bucaramanga es disectada por varias quebradas, la mayoría afluentes del Río de Oro, conformando un drenaje dendrítico subparalelo. El espesor del depósito aumenta de oriente a occidente y aunque el valor real de éste se desconoce, siendo actualmente motivo de investigación, algunos cortes geológicos permiten estimar, en los sectores más profundos, valores promedios cercanos a los 250 m. De acuerdo con la granulometría, morfología, agentes de transporte y fuentes de los materiales, esta unidad se acumuló en un ambiente típicamente fluvial, donde alternan materiales de origen aluvial tipo cono de deyección, flujos de escombro, canal y lagunar (INGEOMINAS - CDMB, 2001).

Considerando algunos trabajos recientes dentro de los cuales se encuentran las clasificaciones hechas por Hubach (1952) y Niño & Vargas (1993), se propuso dividir la formación Bucaramanga, de base a techo, en los siguientes miembros: Miembro Organos (Qbo), Miembro Finos (Qbf), Miembro Gravoso (Qbg) y Miembro Limos Rojos (Qblr).

Miembro Órganos (Qbo). Definido por Hubach (1952). Aflora en las laderas y escarpes de la parte occidental de la Meseta de Bucaramanga y el Área Metropolitana, en los alrededores del municipio de Girón, anillo vial, en las estribaciones de la parte norte de la mesa de Ruitoque y en los cortes de la carretera que comunica la población de Girón con la ciudad de Bucaramanga. Los mejores afloramientos donde se puede observar casi toda la secuencia se presentan en una extensa área sobre el escarpe occidental del Abanico de Bucaramanga, destacándose los siguientes espesores: En las quebradas dos Aguas (espesor : 164.8 m), las Navas (espesor : 72 m de la base del nivel), Argelia (espesor : 60 m de la parte superior del nivel) y la parte norte de la Cuyamita (espesor : 8.8 m de la parte superior del nivel) ; otros afloramientos son referidos a los barrios La Feria (espesor : 144.2 m) y Don Bosco (5.2 m del tope del nivel) (INGEOMINAS - CDMB, 2001).

Con base en las columnas realizadas, correlaciones estratigráficas y cortes topográficos, se estima que su espesor podría superar los 180 m, siendo el nivel más potente de la Formación Bucaramanga (Mancera y Salamanca, 1994). Morfológicamente este miembro constituye valles en “V”, interfluvios de filos ondulados con crestas agudas ramificadas.

Se caracteriza por erosionarse fácilmente, formando surcos, cárcavas y tierras malas que dan formas de estoraques que alcanzan alrededor de 15 m de altura y sobre el se desarrolla un drenaje dendrítico subparalelo.

De acuerdo con Bueno y Solarte (1994), corresponde a una serie monótona de niveles polimícticos de fragmentos gruesos, de aspecto conglomerático, en alternancia con capas y lentes limo arenosos, con variaciones laterales y verticales en composición y textura. Hubach (1952) describe niveles lenticulares limo arenosos, con espesores hasta de 5 m.

Los niveles de aspecto "conglomerático" conforman depósitos de gravas y bloques, débilmente consolidados, clastos soportados (60%) y grano soportados (40%), dispuestos en forma de capas gruesas a muy gruesas, con espesores hasta de 15 metros. El tamaño de los cantos varía entre 10 y 30 cm, alcanzando bloques mayores de 1 metro de diámetro. Estos se componen en su mayoría de areniscas silíceas de grano medio, bien cementadas y en menor proporción de fragmentos de rocas ígneas ácidas de textura fanerítica, neis micáceo de color amarillo a rosado, areniscas lodosas rojizas de grano fino y alto contenido de micas, cuarzo lechoso, liditas y cherts. Todos los fragmentos tienen formas redondeadas a sub redondeadas, esfericidad baja a media y mala selección. Los niveles gravosos presentan matriz arcillosa, pardo amarillento, con algunas variaciones a gris amarillento. Los feldespatos en las rocas se encuentran moderadamente meteorizados (INGEOMINAS- CDMB, 2001).

Los niveles finos corresponden a arcillas arenosas y arenas arcillosas compactas, de consistencia firme, ligeramente micáceas, con trazas de materia orgánica. Su origen se relaciona con depósitos cíclicos intercanales. El mayor espesor de los niveles limo arenosos se presentan hacia la base, lo que explica periodos más largos de retrabajamiento, bajo un régimen fluvial constante. El predominio de lentes hacia la parte superior y los contactos irregulares podrían indicar periodos de erosión por corrientes intermitentes (Bueno y Solarte, 1994).

Los depósitos se encuentran medianamente meteorizados, presentando poca compactación de éstos, con alta permeabilidad y son fácilmente erodables, lo que facilita el desprendimiento de bloques y cantos en las épocas de fuertes precipitaciones.

El ambiente de depositación de este miembro se relaciona con flujos de escombros y flujos torrenciales, e interdigitación de facies de corrientes de canal, correspondiendo a la parte proximal y media del Abanico de Bucaramanga. La edad del Miembro Órganos podría abarcar el Pleistoceno medio (INGEOMINAS- CDMB, 2001).

Depósitos Aluviales.

Son los depósitos de material dejados por los ríos y quebradas mayores, los cuales se distribuyen de acuerdo con la altura y posición en los valles. Se dividen en Terrazas Medias (Qal2), Terrazas Bajas (Qal1) y Depósitos Aluviales de Cauce y Llanuras de Inundación (Qal).

Depósitos Aluviales de Cauce y Llanura de Inundación (Qal). Las principales acumulaciones están localizadas en los valles y llanuras de inundación de los ríos de Oro, Surata, del Hato y Frio, además de sus quebradas tributarias como la Iglesia, Zapamanga, Suratoque, Aranzoque y en general toda la red hidrográfica que se desarrolla al occidente del Macizo de Santander, en especial las corrientes que entallan, de manera profunda, el abanico aluvial conformado por la formación Bucaramanga- Estos depósitos están compuestos por fragmentos de composición y granulometría muy variable.

En general contienen cantos de areniscas silíceas, areniscas conglomeráticas, conglomerados, cuarcitas y lodolitas, como también granito, granodiorita, diorita, gabro, neis y esquisto, en una matriz areno lodosa. El tamaño de los cantos varia desde unos pocos centímetros hasta 1 m, con predominio del diámetro de 50 cm, de forma subredondeada a redondeada y baja esfericidad.

El aluvión del rio Surata muestra bloques de calizas redondeadas de 2 m de diámetro, conglomerados calcáreas, neises, granitos y areniscas cuarzosas de estratificación cruzada incluidas dentro de una matriz arenosa. Estos depósitos son bastante sueltos y permeables.

CARACTERÍSTICAS GEOMORFOLÓGICAS

El lugar objeto de estudio en el sector de interés ubicado en el Barrio Molinos Bajos del Municipio de Floridablanca, presenta las siguientes Subunidades geomorfológicas (Servicio Geológico Colombiano, 2014) (Figura 3):

Abanico erosionado y disectado (Dfa)

Área del abanico que ha sufrido fuertes procesos de erosión y denudación formando cárcavas, surcos, solifluxión y estoraques; así como la disección por corrientes de drenajes más recientes.

Escarpe de abanico (Dea)

Laderas casi verticales de longitud corta, de formas concavas o convexas, presentes en los bordes de la superficie del abanico y en donde se presentan con frecuencia fenómenos de remoción en masa.

CARACTERÍSTICAS GEOTÉCNICAS

ZONA 4B Miembro Órganos Afectada por Procesos Erosivos

Descripción General

Esta zona conforma la escarpa occidental y sur del Abanico-Terraza de Bucaramanga, así como parte de las zonas norte y occidental de la mesa de Ruitoque, parte superior de los valles aluviales del río de Oro, río Frío y quebrada de la Iglesia.

El drenaje es dendrítico y subparalelo, con cañadas en V, con una densidad de drenaje muy alta y altas pendientes en los cauces laterales; generalmente cada quebrada presenta un cauce principal de pendientes variables de 3% a 10% y cañadas laterales con pendientes superiores al 10%. Las geoformas asociadas a esta zona corresponden a cárcavas y depresiones limitadas por colinas alargadas, algunos sectores están sometidos a erosión intensa (Bad Lands). Litológicamente está constituida por los denominados miembros Órganos (Qbo) y Finos (Qbf) de la formación Bucaramanga.

Características geotécnicas

Los suelos subsuperficiales corresponden a gravas areno arcillosas, con gran cantidad de cantos redondeados, correspondientes a la formación Órganos.

No aparecen niveles freáticos subsuperficiales, pero en la mayoría de los casos se presentan niveles freáticos profundos o acuíferos colgados sobre el basamento de la formación Órganos.

Problemas geotécnicos

- La zona 4B se encuentra amenazada por procesos muy intensos de erosión activa, los cuales no es posible estabilizar con obras normales de ingeniería.

Observaciones Especiales

- Las características geológicas, geotécnicas y morfológicas de estas áreas no permiten garantizar la estabilidad de proyectos de desarrollo urbano. Por lo tanto, cualquier edificación u obra de infraestructura que se localice en esta área, contribuiría a magnificar el proceso erosivo.
- Se recomienda diseñar e implementar un programa para el establecimiento de cobertura vegetal protectora en toda el área afectada por procesos de erosión.

AMENAZAS POR FENÓMENOS NATURALES

Con base en el estudio denominado como *"Plan de Ordenación y Manejo de Cuencas Hidrográficas – POMCA Cuenca Alta Rio Lebrija"* realizado por la CDMB (2015), la zona objeto de visita presenta la siguiente categorización de amenaza:

Amenaza Media: Geoformas medias a altas, de origen denudacional y estructural como las laderas subhorizontales, con alta densidad de drenaje y bajas pendientes. Cobertura de tierras bajas que ayudan a la protección del suelo frente a la erosión. Pendientes intermedias (inclinado a empinado), cauces principalmente de orden intermedio, que pueden presentar eventos de inundación.

Amenaza Alta: Geoformas principalmente fluviales con alturas bajas a medias respecto al cauce, con gran probabilidad de inundarse o anegarse, de bajas pendientes (Plano a moderadamente inclinado), asociadas a terrazas medias, cauces principales de cauce viejos, con curvaturas cóncavas, con poca cobertura de tierra y que presentan antecedentes de ocurrencia de inundaciones.

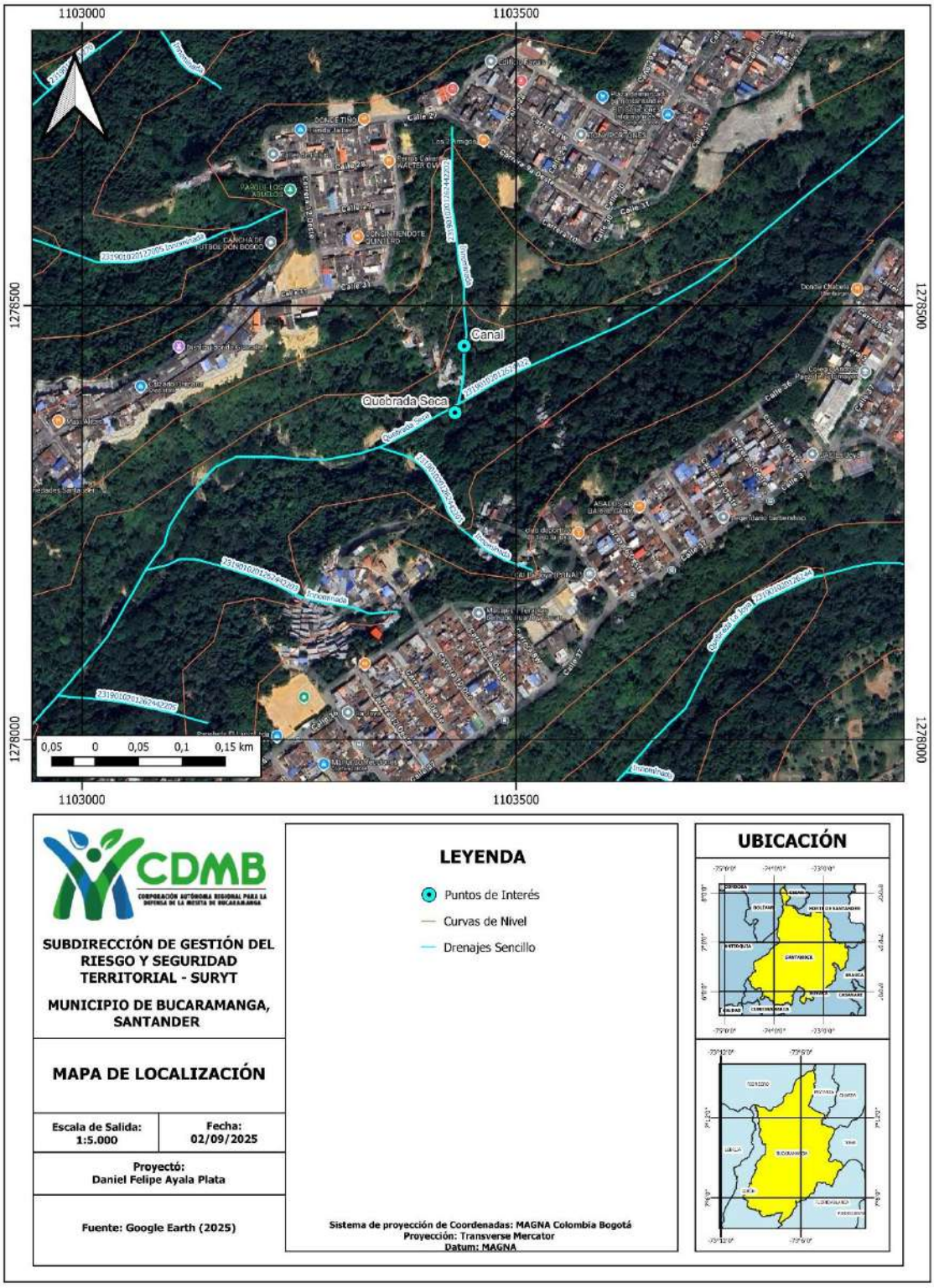


Figura 1. *Mapa Localización de la zona de interés en el Barrio Pantano II en el Municipio de Bucaramanga*. Fuente: Google Earth (2025).

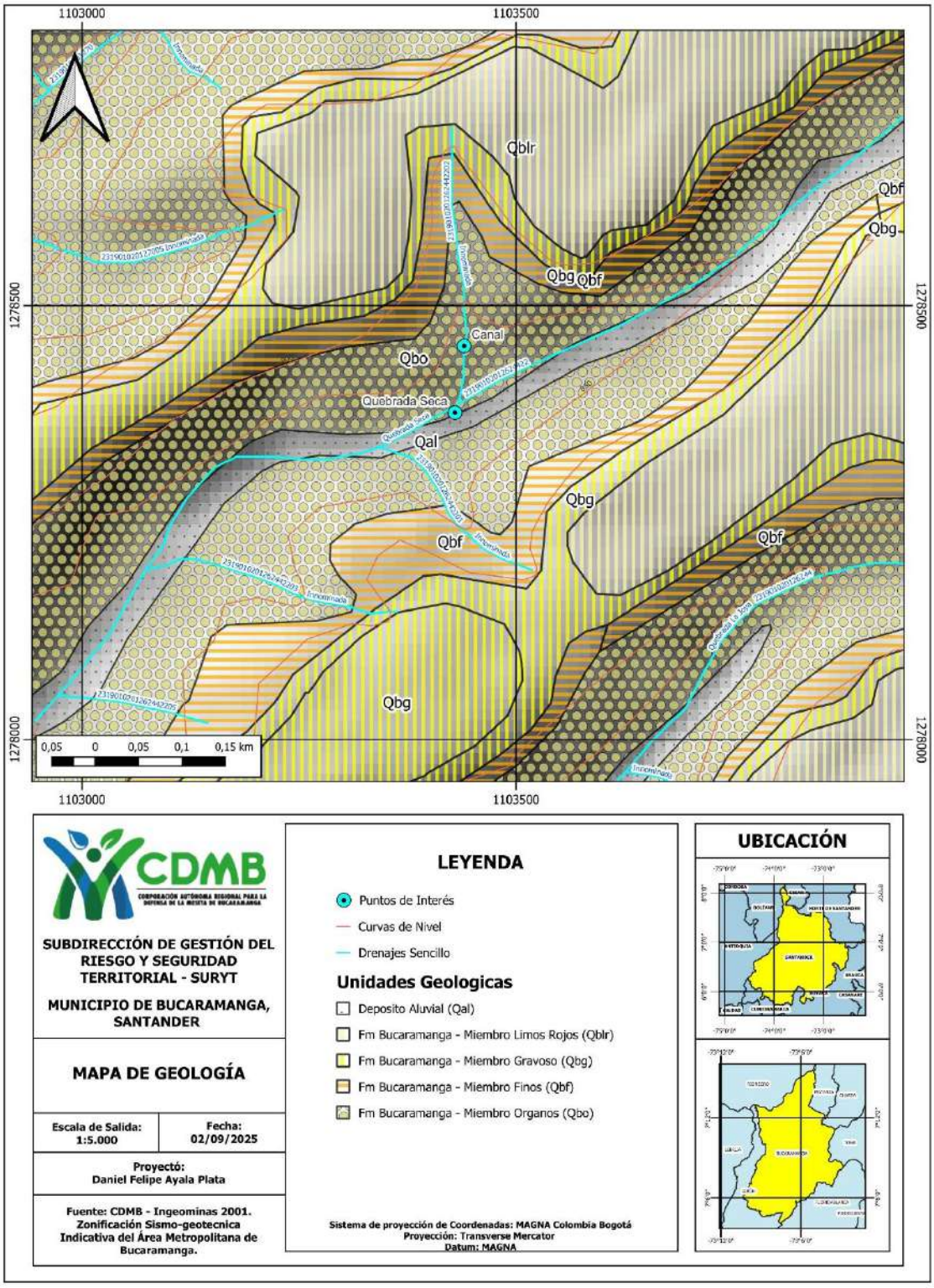


Figura 2. *Mapa de Geología de la zona de interés en el Barrio Pantano II en el Municipio de Bucaramanga.* Fuente: CDMB – INGEOMINAS 2001. Zonificación Sismo Geotécnica Indicativa del Área Metropolitana de Bucaramanga.

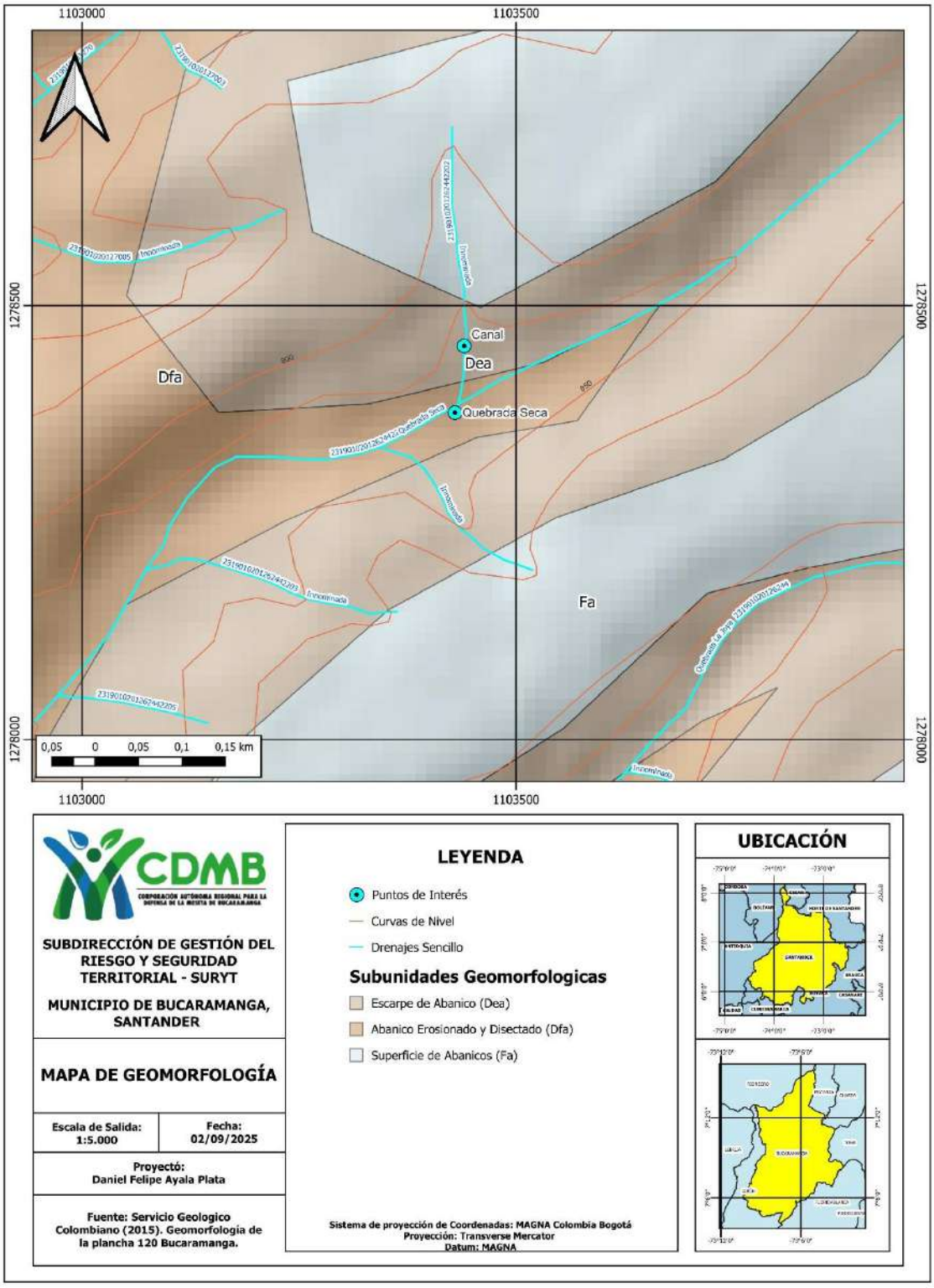


Figura 3. *Mapa de Subunidades Geomorfológicas de la zona de interés en el Barrio Pantano II en el Municipio de Bucaramanga.* Fuente: SGC, 2015.

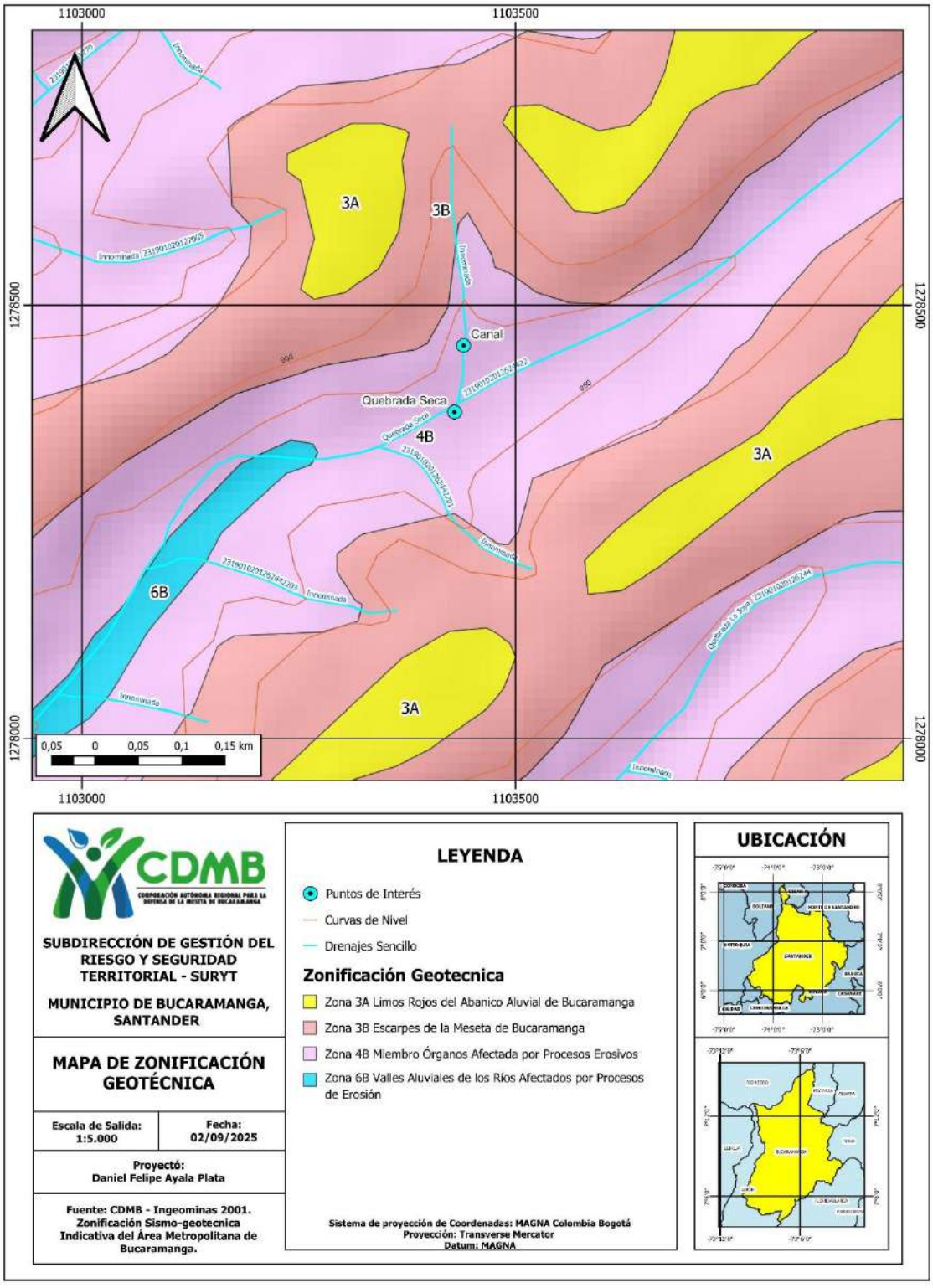


Figura 4. *Mapa de Zonificación Geotecnia de la zona de interés en el Barrio Pantano II en el Municipio de Bucaramanga.* Fuente: CDMB – INGEOMINAS 2001. Zonificación Sismo Geotécnica Indicativa del Área Metropolitana de Bucaramanga

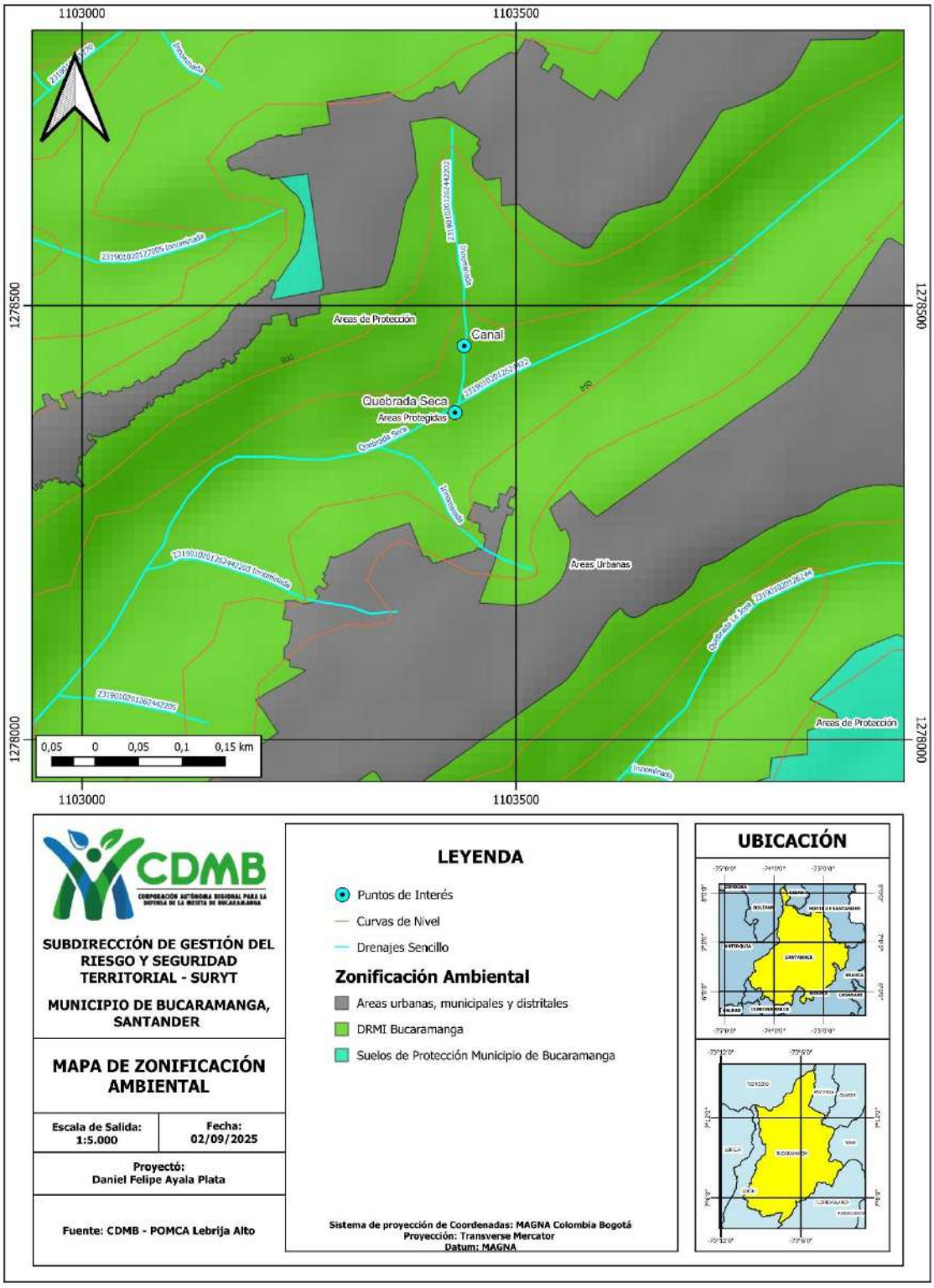


Figura 5. *Mapa de Zonificación Ambiental de la zona de interés en el Barrio Pantano II en el Municipio de Bucaramanga.* Fuente: CDMB – POMCA Lebrija Alto.

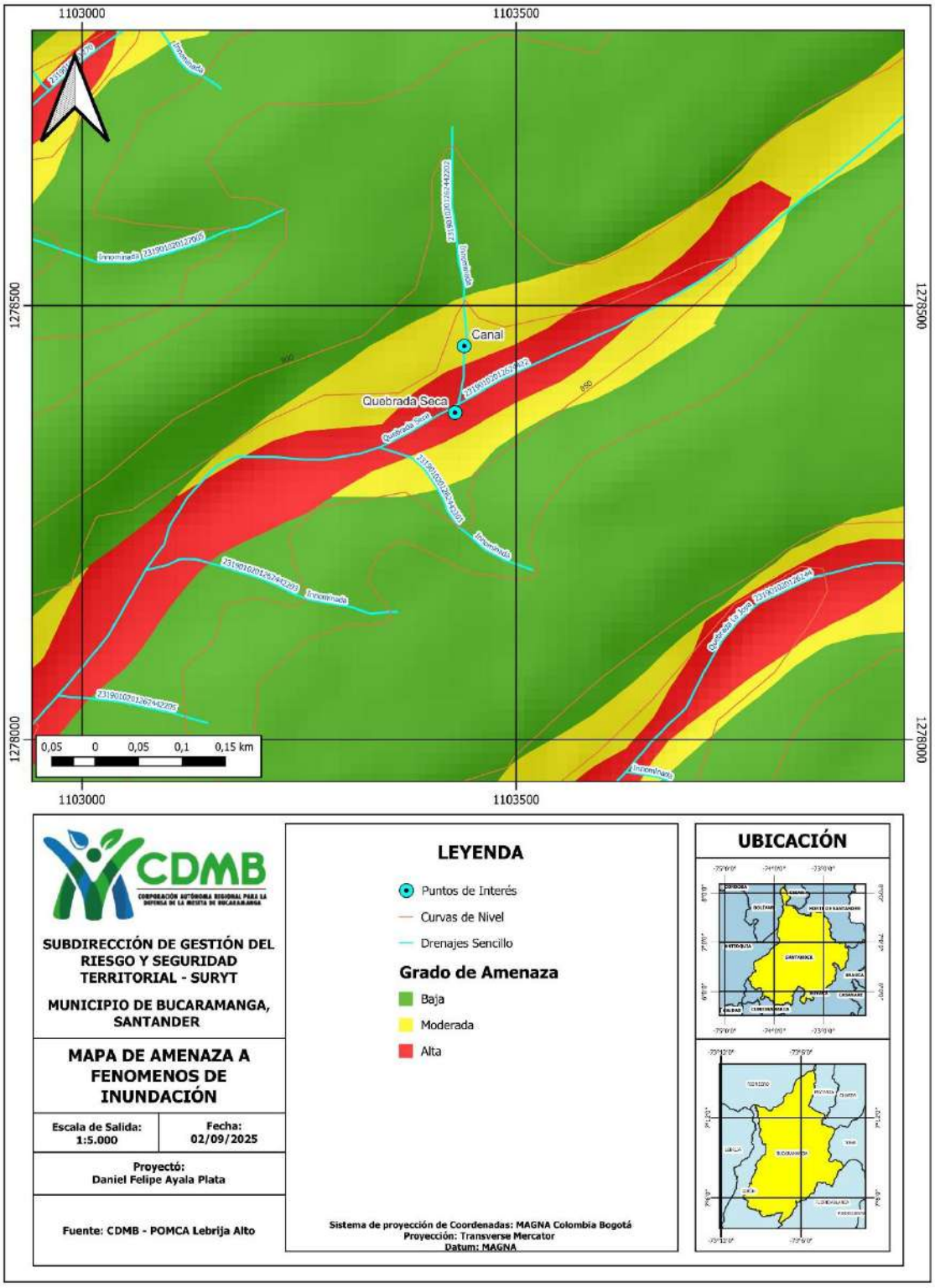


Figura 6. *Mapa de Amenaza por fenómenos de movimientos en masa de la zona de interés en el Barrio Pantano II en el Municipio de Bucaramanga*. Fuente: CDMB – POMCA Lebrija Alto.

SECTOR LA PLATANALA – RIONEGRO

GEOLOGÍA

El área de estudio se encuentra ubicada en áreas de planicies aluviales localizadas en el sector oriental de la cuenca sedimentaria del Valle Medio del Magdalena (Royero & Clavijo, 2001). En la zona mencionada, incluyendo el sector occidental de la Cordillera Oriental, se presentan los siguientes tipos principales de rocas (Arias & Vargas, 1981; Ward et. al., 1973; Royero & Clavijo, 2001):

1) Basamento metamórfico de edad proterozoico (Neis de Bucaramanga, Ortoneis de Berlín) y rocas metasedimentarias paleozoicas (Formación Silgará).
2) Granitoides de edad paleozoico (Granito de Durania) y mesozoico (Grupo Plutónico de Santander).
3) Cubierta sedimentaria paleozoica (formaciones Floresta, Diamante), triásica (Formación Tiburón), jurásica (Formaciones Bocas, Jordán y Girón), cretácica (formaciones Tambor, Rosablanca, Paja, Tablazo, Simití, La Luna, y Umir) y terciaria (formaciones Lisama, La Paz, Esmeralda, Mugrosa, Colorado, y Grupo Real).
4) Depósitos inconsolidados cuaternarios (Grupo Mesa, Depósitos Glaciales, Depósitos de Terraza & Cono de Deyección, Deposito de Coluvión, y Depósitos Aluviales).

En el sector de interés y áreas circundantes está expuesta la siguiente unidad geológica (Royero & Clavijo, 2001; Ward et. al., 1977) (Ver Figura 3):

Depósitos Aluviales (Qal): Corresponden a sedimentos de origen fluvial (aluvión), de edad holoceno, distribuidos a lo largo de los valles de los principales ríos (Magdalena, Lebrija, Salamaga, Playón, Cáchira, Suratá, de Oro, Negro, Charta, entre otros) y quebradas (Samacá). En las áreas montañosas los depósitos aluviales son escasos.

En áreas de alta montaña (paramo), posiblemente algunos de los aluviones presentan edad pleistocena, en parte o enteramente correlativos con depósitos de terraza y cono aluvial.

En el sitio visitado se presentan los depósitos cuaternarios de la unidad denominada Depósitos Aluviales (Qal), de acuerdo con la cartografía geológica en escala 1:100.000 del Servicio Geológico Colombiano (Ward et. al., 1973).

Llanuras de inundación (Qfal): Presentan una gran extensión observándose principalmente hacia el flanco Oriental del valle del Río Magdalena. Algunas llanuras generan terrazas en los cauces de ríos y quebradas, desarrollando geoformas de acumulación a medida que ocurren procesos de migración lateral de corrientes. Dentro de estas geoformas típicas se encuentran diques naturales, llanuras de inundación distal, llanuras de inundación proximal, abanicos por desborde de canal, meandros abandonados, paleocanales, diques naturales antiguos y llanuras de inundación antiguas.

3.2. GEOMORFOLOGÍA

De acuerdo con la cartografía geomorfológica en escala 1:100.000 de las Plancha 109 del Servicio Geológico Colombiano (2014), en los lugares visitados se encuentran ubicados en la geoforma de ambiente fluvial denominada cauce aluvial (Fca) entre otras (Ver Figura 8, 9 y 10). A continuación, se describen las unidades geomorfológicas reconocidas en área de estudio y sectores circundantes (Servicio Geológico Colombiano, 2014)

Cauce aluvial (Fca): canal de forma irregular originado por la excavación de corrientes perennes o estacionales en macizos rocoso o sedimentos aluviales. Los cauces más importantes y cartografiables son los ríos Lebrija, Sogamoso y algunos tramos de los ríos Playonero, Negro, Suratá y Charta. La continuidad de la geoforma de canal depende en gran medida de factores como la pendiente, resistencia del lecho, carga de sedimentos y caudal de la corriente. En el caso de canales rectos, la forma del cauce es controlada estructuralmente por fallas y lineamientos. La topografía es otro importante control, dado que en zonas planas o semiplanas se presentan cauces de forma meándrica, debido al cabio

súbito en la dirección del flujo. Geoformas asociadas a sistemas anastomosados o trenzados dependen de la cantidad de carga de sedimentos en la corriente.

Planicie o llanura de inundación (Fpi): franja de terreno con morfología baja, plana y ondulada, eventualmente inundable, limitado por escarpes de terraza aluvial. Se encuentra ubicada adyacente a cauces fluviales principales, y también incluye planos fluviales menores en forma de "U" y "V" y conos coluviales menores, localizados en los flancos de los valles intramontanos. Geoforma constituida de depósitos de granulometría fina, producto de la sedimentación durante eventos de inundación fluvial de los principales ríos y quebradas.

Terraza de acumulación subreciente (Ftas): Morfología ondulada, disectadas, localmente basculadas, con inclinaciones entre 3° a 10º donde se presenta limitada por escarpes de 5 a 20 m. Su origen es relacionado a la ampliación del valle de un río. La superficie de la anterior llanura aluvial queda adosada a las márgenes del valle en forma de escalón o resalte topográfico que define la terraza.

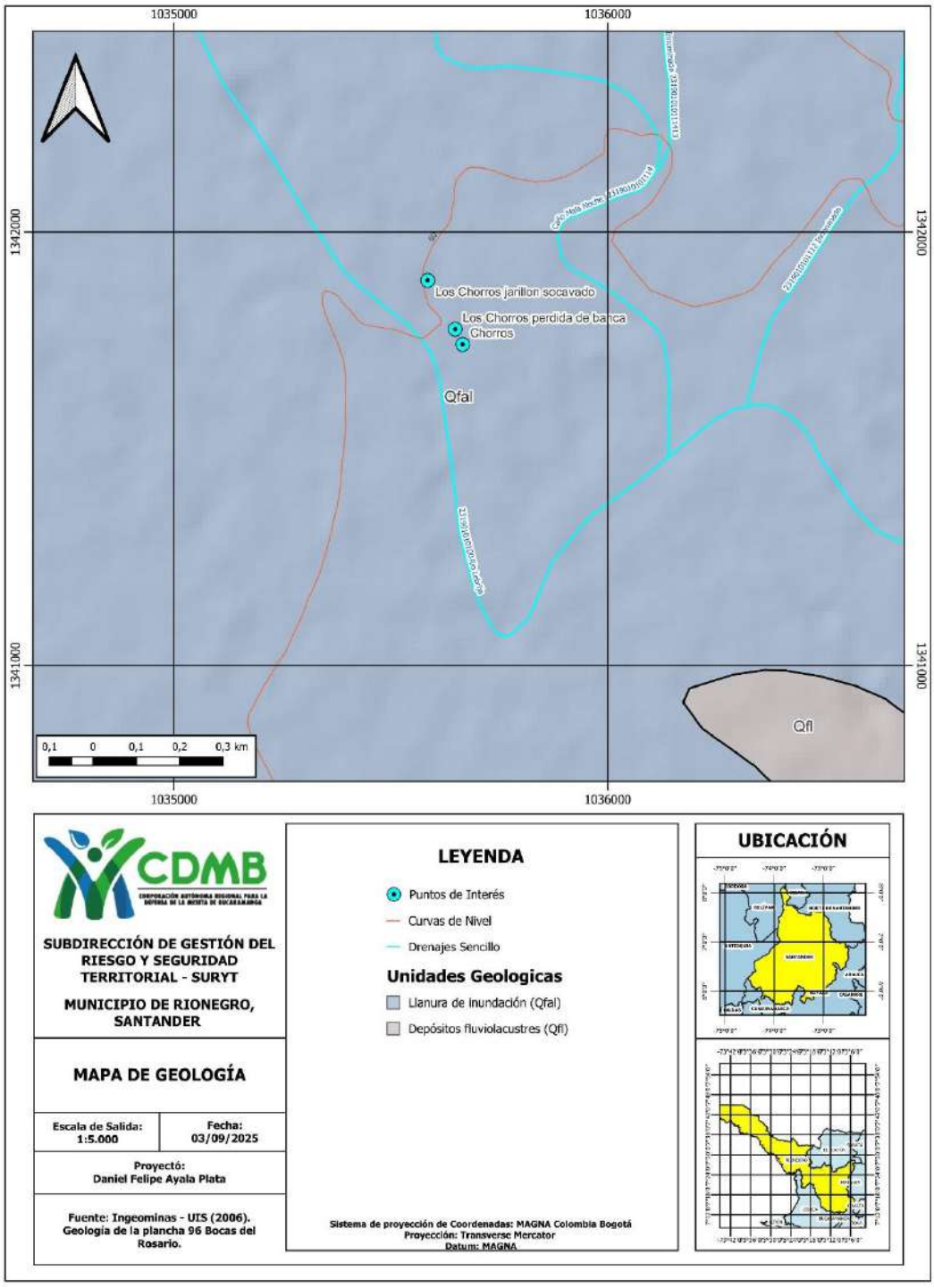


Figura No. 5. Mapa Geológico Regional vereda San José de los Chorros. Fuente: Servicio Geológico colombiano 2014. Geología Plancha 96 Bocas del Rosario. Escala 1:100.000

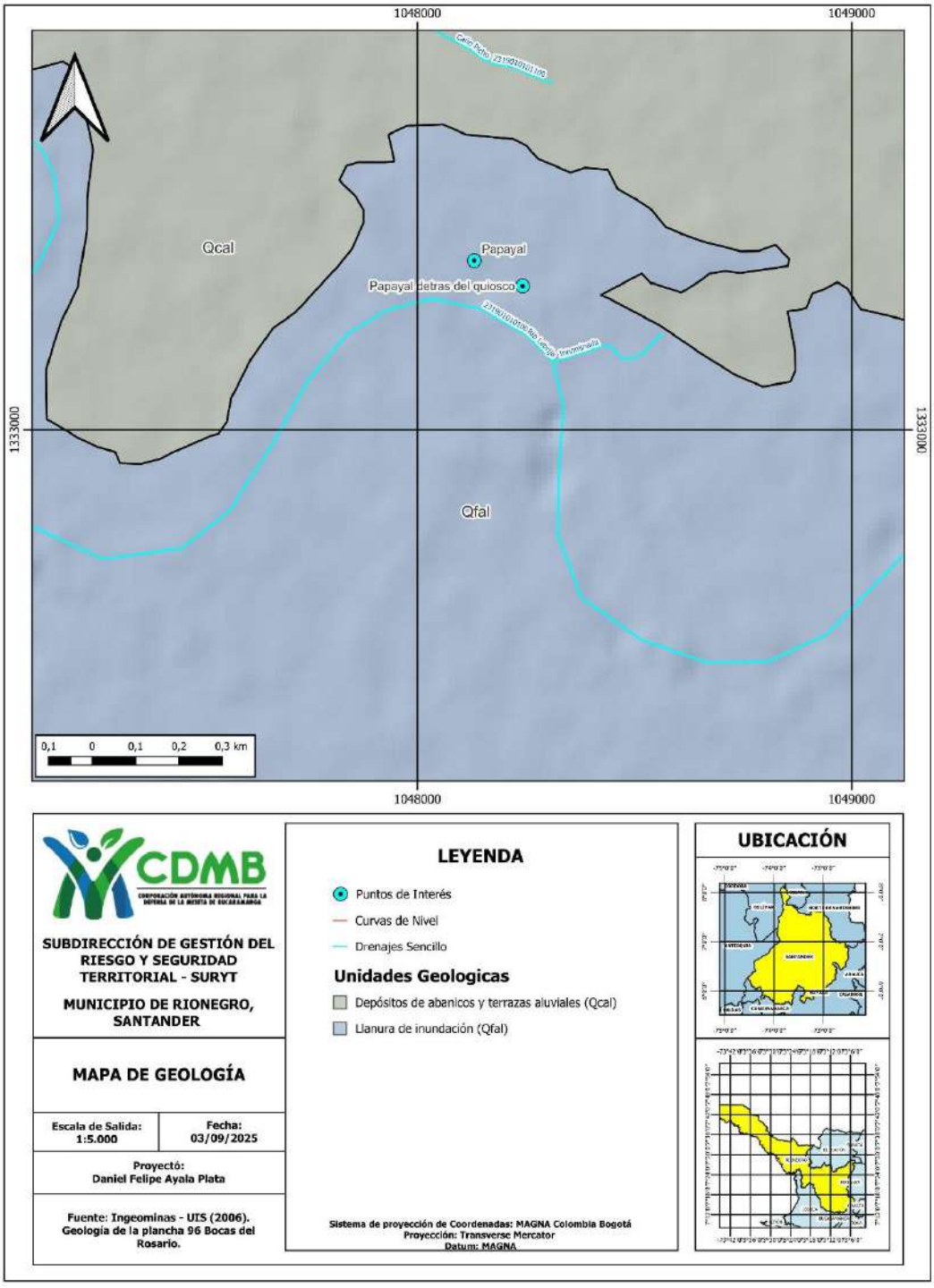


Figura No. 6. Mapa Geológico Regional vereda Papayal. Fuente: Servicio Geológico colombiano – UIS 2006. Geología Plancha 96 Bocas del Rosario, Escala 1:100.000

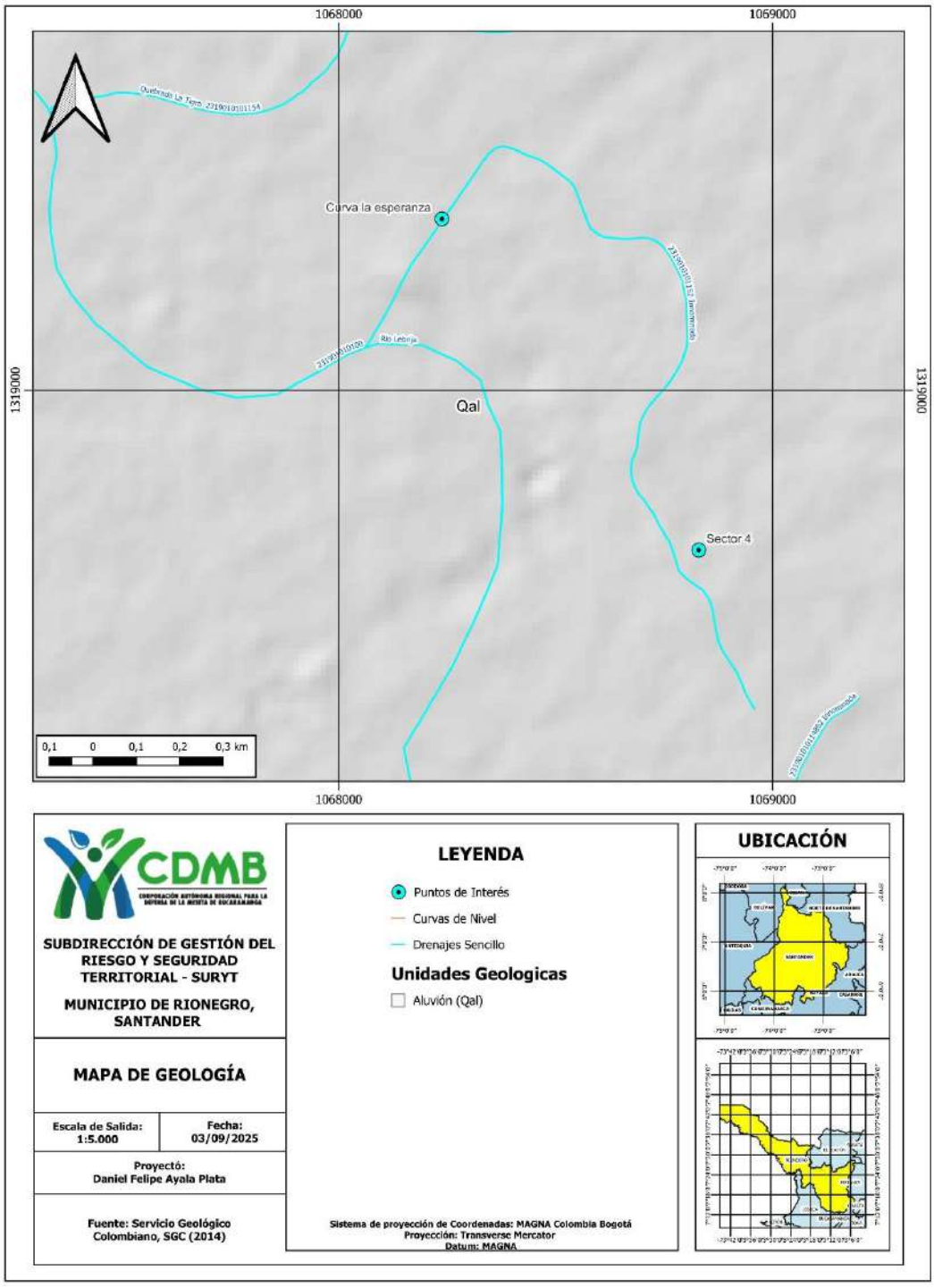


Figura No. 7. Mapa Geológico Regional vereda Venecia. Fuente: Servicio Geológico colombiano 2014. Geología Plancha 109 Rionegro, Escala 1:100.000

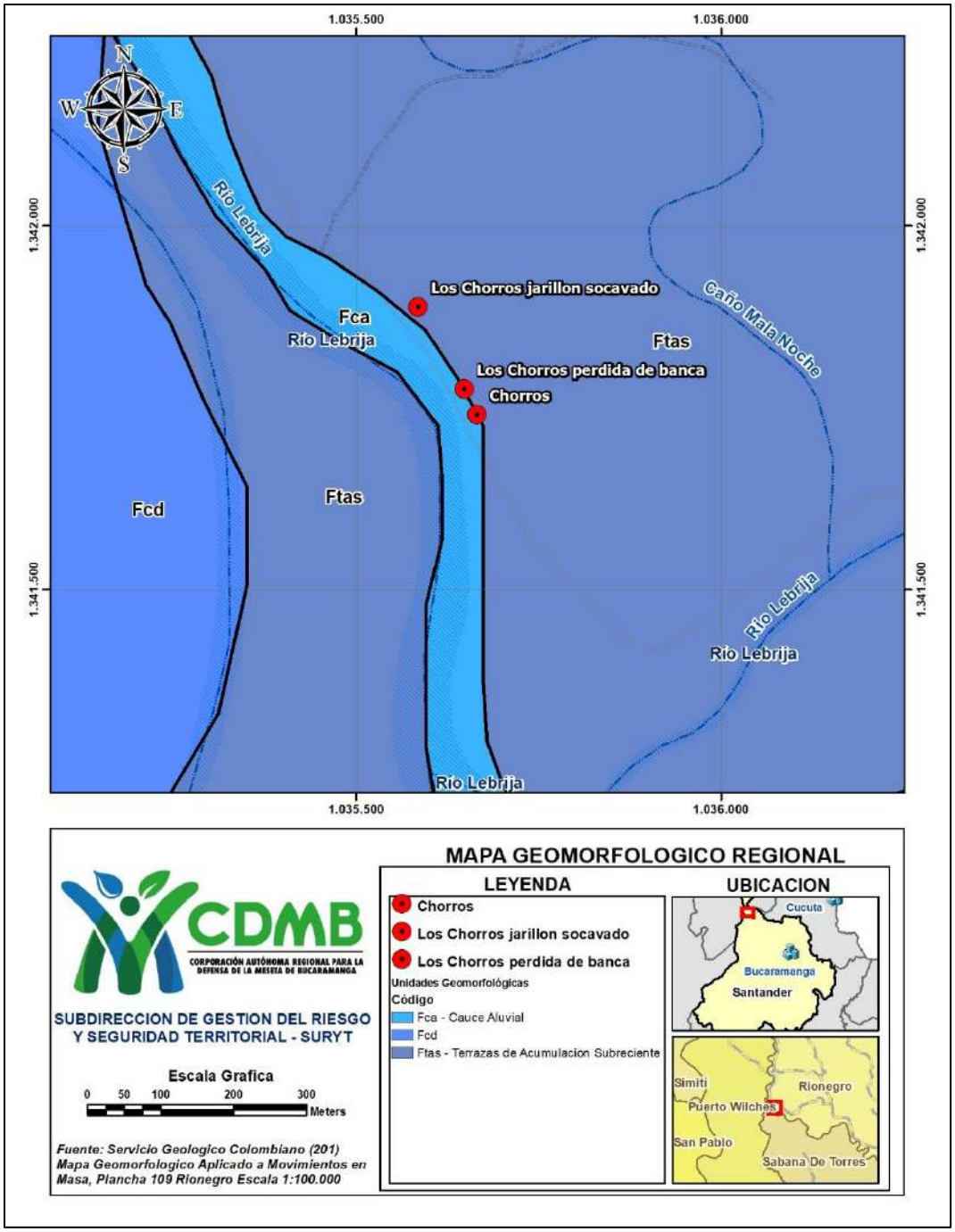


Figura No. 8. Mapa Geomorfológico Regional vereda San José de los Chorros. Fuente: Servicio Geológico colombiano 2014. Plancha 109 Rionegro, Escala 1:100.000

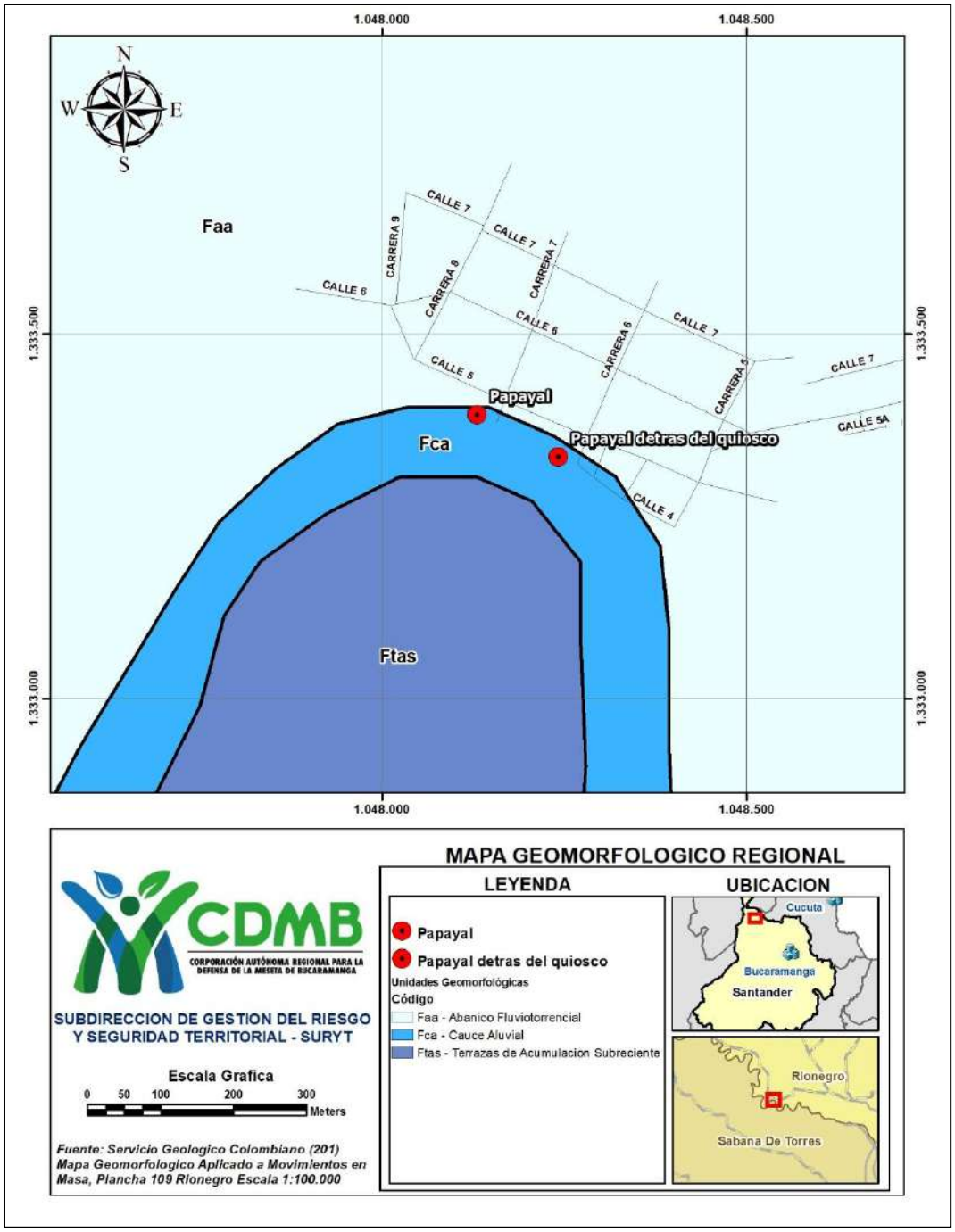


Figura No. 9. Mapa Geomorfológico Regional vereda Papayal. Fuente: Servicio Geológico colombiano 2014. Plancha 109 Rionegro, Escala 1:100.000

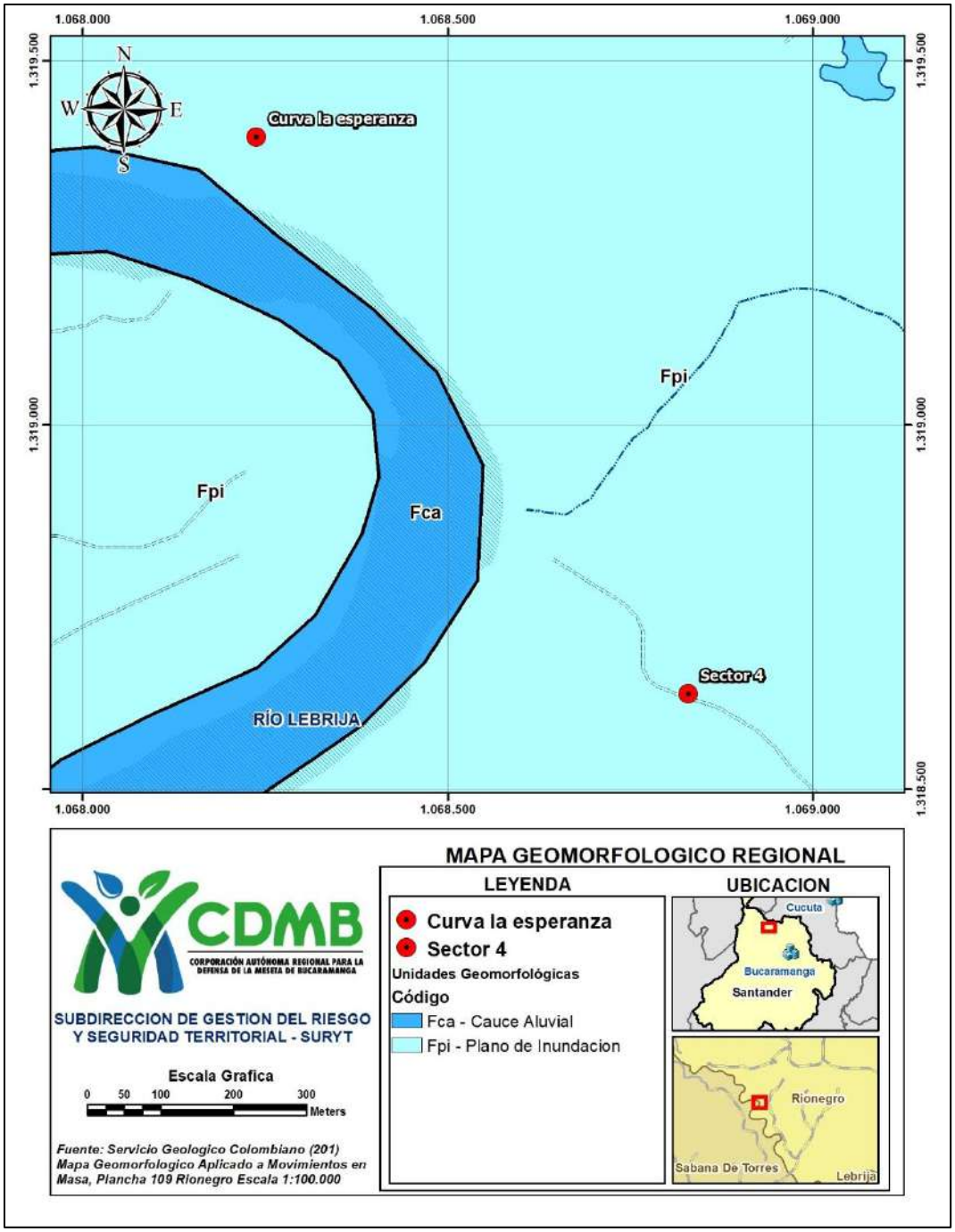


Figura No. 10. Mapa Geomorfológico Regional vereda Venecia. Fuente: Servicio Geológico colombiano 2014. Plancha 109 Rionegro, Escala 1:100.000

QUEBRADA ARANZOQUE – FLORIDABLANCA

CARACTERIZACIÓN GEOLÓGICA

Geología general

El lugar objeto de estudio en el sector de interés ubicado en la Quebrada Aranzoque del Municipio de Floridablanca, presenta las siguientes unidades geológicas según *"Zonificación Sismo Geotécnica Indicativa del Área Metropolitana de Bucaramanga".* (CDMB – INGEOMINAS 2001) (Figura 2):

Depósitos Aluviales.

Son los depósitos de material dejados por los ríos y quebradas mayores, los cuales se distribuyen de acuerdo con la altura y posición en los valles. Se dividen en Terrazas Medias (Qal2), Terrazas Bajas (Qal1) y Depósitos Aluviales de Cauce y Llanuras de Inundación (Qal).

Depósitos Aluviales de Cauce y Llanura de Inundación (Qal). Las principales acumulaciones están localizadas en los valles y llanuras de inundación de los ríos de Oro, Surata, del Hato y Frio, además de sus quebradas tributarias como la Iglesia, Zapamanga, Suratoque, Aranzoque y en general toda la red hidrográfica que se desarrolla al occidente del Macizo de Santander, en especial las corrientes que entallan, de manera profunda, el abanico aluvial conformado por la formación Bucaramanga- Estos depósitos están compuestos por fragmentos de composición y granulometría muy variable.

En general contienen cantos de areniscas silíceas, areniscas conglomeráticas, conglomerados, cuarcitas y lodolitas, como también granito, granodiorita, diorita, gabro, neis y esquisto, en una matriz areno lodosa. El tamaño de los cantos varia desde unos pocos centímetros hasta 1 m, con predominio del diámetro de 50 cm, de forma subredondeada a redondeada y baja esfericidad.

El aluvión del rio Surata muestra bloques de calizas redondeadas de 2 m de diámetro, conglomerados calcáreas, neises, granitos y areniscas cuarzosas de estratificación cruzada incluidas dentro de una matriz arenosa. Estos depósitos son bastante sueltos y permeables.

CARACTERÍSTICAS GEOMORFOLÓGICAS

El lugar objeto de estudio en el sector de interés ubicado en la Quebrada Aranzoque del Municipio de Floridablanca, presenta las siguientes Subunidades geomorfológicas (Servicio Geológico Colombiano, 2014) (Figura 3):

Planicies o llanuras de inundación (Fpli)

Franja de terreno plana baja de morfología ondulada de 0.05 - 5 km de amplitud, eventualmente inundables. Se presentan a lado y lado de los cauces fluviales y se limita localmente por escarpes de terraza. Se constituye de gravas, arenas y arcillas producto de la sedimentación durante eventos torrenciales e inundación fluvial. Se incluyen los planos y cauces fluviales menores en formas de "U" o "V" localizados en los flancos de los valles intramontanos.

Abanico erosionado y disectado (Dfa)

Área del abanico que ha sufrido fuertes procesos de erosión y denudación formando cárcavas, surcos, solifluxión y estoraques; así como la disección por corrientes de drenajes más recientes.

CARACTERÍSTICAS GEOTÉCNICAS

El lugar objeto de estudio en el sector de interés ubicado en la Quebrada Aranzoque del Municipio de Floridablanca, presenta la siguiente zonificación geotécnica según *"Zonificación Sismo Geotécnica Indicativa del Área Metropolitana de Bucaramanga".* (CDMB – INGEOMINAS 2001) (Figura 4):

ZONA 6A Valles Aluviales de Los Ríos y Quebradas Principales

Descripción General

Localizada sobre los valles y llanuras de los ríos de Oro, Suratá, Frío y algunas quebradas importantes. Más específicamente la zona se encuentra en: Valle del río de Oro y sus quebradas afluentes desde Piedecuesta hasta el Café Madrid, valle del río Suratá desde Bosconia hasta el Café Madrid, valle medio de la quebrada La Loma, valle de la quebrada de La Iglesia desde el Viaducto Benjamín García Cadena hasta Chimitá, valle de la quebrada Chimitá, valle del río Frío y sus quebradas afluentes desde la urbanización Bucarica hasta Castilla Real, valles del río Lato, quebrada La Estancia y otros cauces menores.

El drenaje de mayor influencia esta referido a los ríos de Oro y Frío, responsables de la depositación de los depósitos aluviales y de las diferentes terrazas que se encuentran en ambos márgenes de sus cauces, sobre las cuales es frecuente el desarrollo de cultivos y vegetación de poca altura representada por rastrojos. Las geoformas asociadas a esta zona corresponden a la planicie de inundación y al lecho de los principales drenajes mencionados, presentando topografía plana y pendientes suaves hacia las terrazas. Esta zona está formada por los depósitos aluviales principales y terrazas (Qal, Qal1 y Qal2).

Características geotécnicas

Los suelos subsuperficiales corresponden a arenas limpias, gravas y arenas limosas en mantos subhorizontales; a diferentes profundidades, según el sitio, aparecen suelos duros o rocas.

Los niveles freáticos son poco profundos y están generalmente controlados por los niveles de agua en las cañadas, quebradas y ríos aledaños.

Problemas geotécnicos

La zona 6A presenta los siguientes problemas geotécnicos:

- Presencia de mantos de suelos sueltos no consolidados, los cuales pueden asentarse.
- Baja capacidad de soporte de los depósitos aluviales recientes.
- Áreas de suelos potencialmente licuables.
- Heterogeneidad en los materiales de fundación por presencia de paleocanales.
- Erosión debida a la dinámica de los ríos y quebradas.

Observaciones Especiales

- Previamente a la realización de proyectos de desarrollo urbano, se deben realizar estudios geotécnicos detallados que permitan determinar las limitaciones geotécnicas de cada sitio en particular y se deben construir las obras de control, estabilización y manejo.
- Todas estas áreas son potencialmente inundables, además de los estudios de geotecnia, se debe determinar en detalle la amenaza por inundación, antes de cualquier construcción o desarrollo.

AMENAZAS POR FENÓMENOS NATURALES

Con base en el estudio denominado como *"Plan de Ordenación y Manejo de Cuencas Hidrográficas – POMCA Cuenca Alta Rio Lebrija"* realizado por la CDMB (2015), la zona objeto de visita presenta la siguiente categorización de amenaza:

Inundación

Amenaza Alta: Asociada a geoformas principalmente fluviales con alturas bajas a medias respecto al cauce, con gran probabilidad de inundarse o anegarse, de bajas pendientes (Plano a moderadamente inclinado), asociadas a terrazas medias, cauces principales de cauce viejos, con curvaturas cóncavas, con poca cobertura de tierra y que presentan antecedentes de ocurrencia de inundaciones.

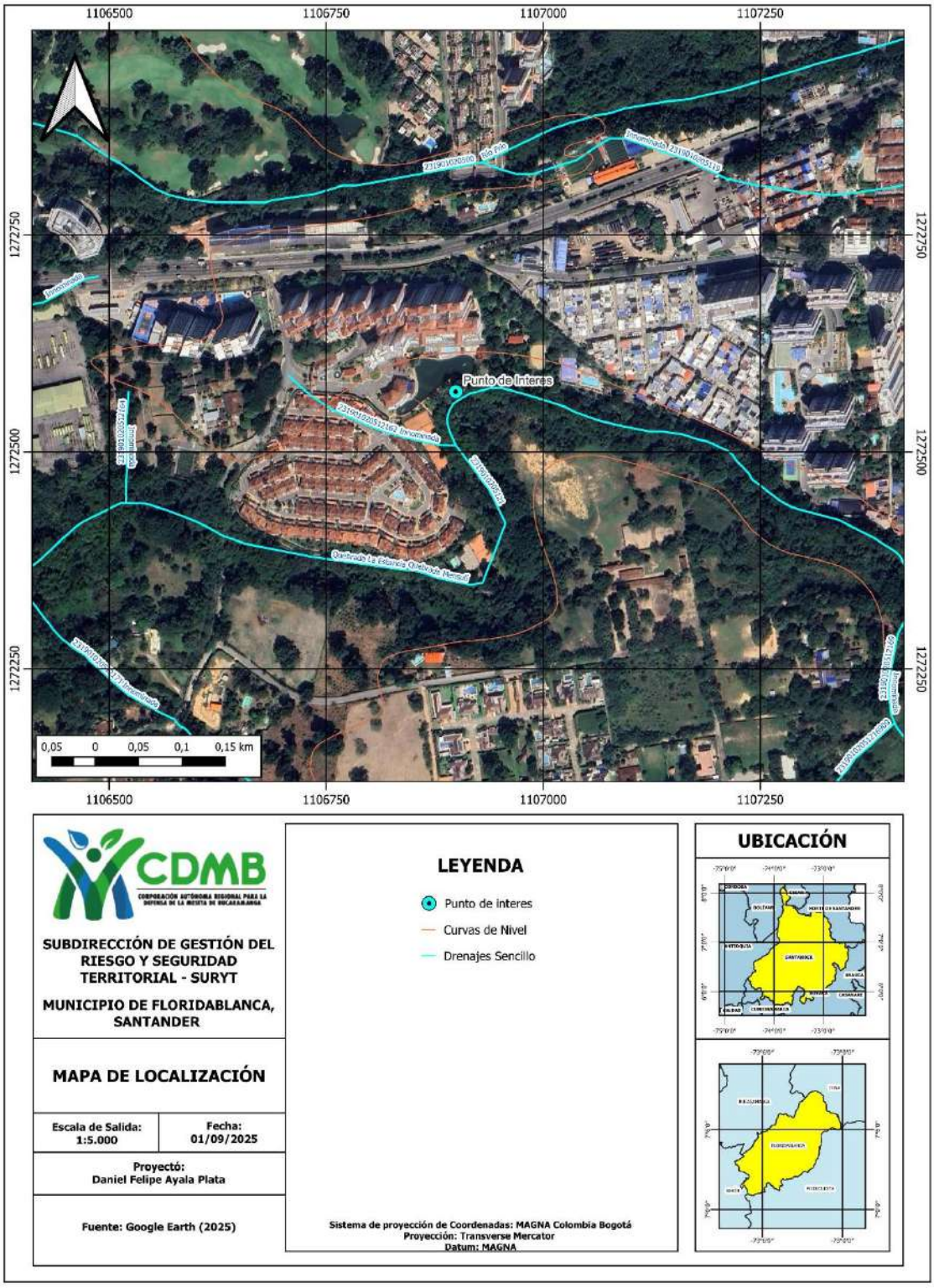


Figura 1. *Mapa de Localización del sitio de interés en la Quebrada Aranzoque del Municipio de Floridablanca*. Fuente: Google Earth, 2025

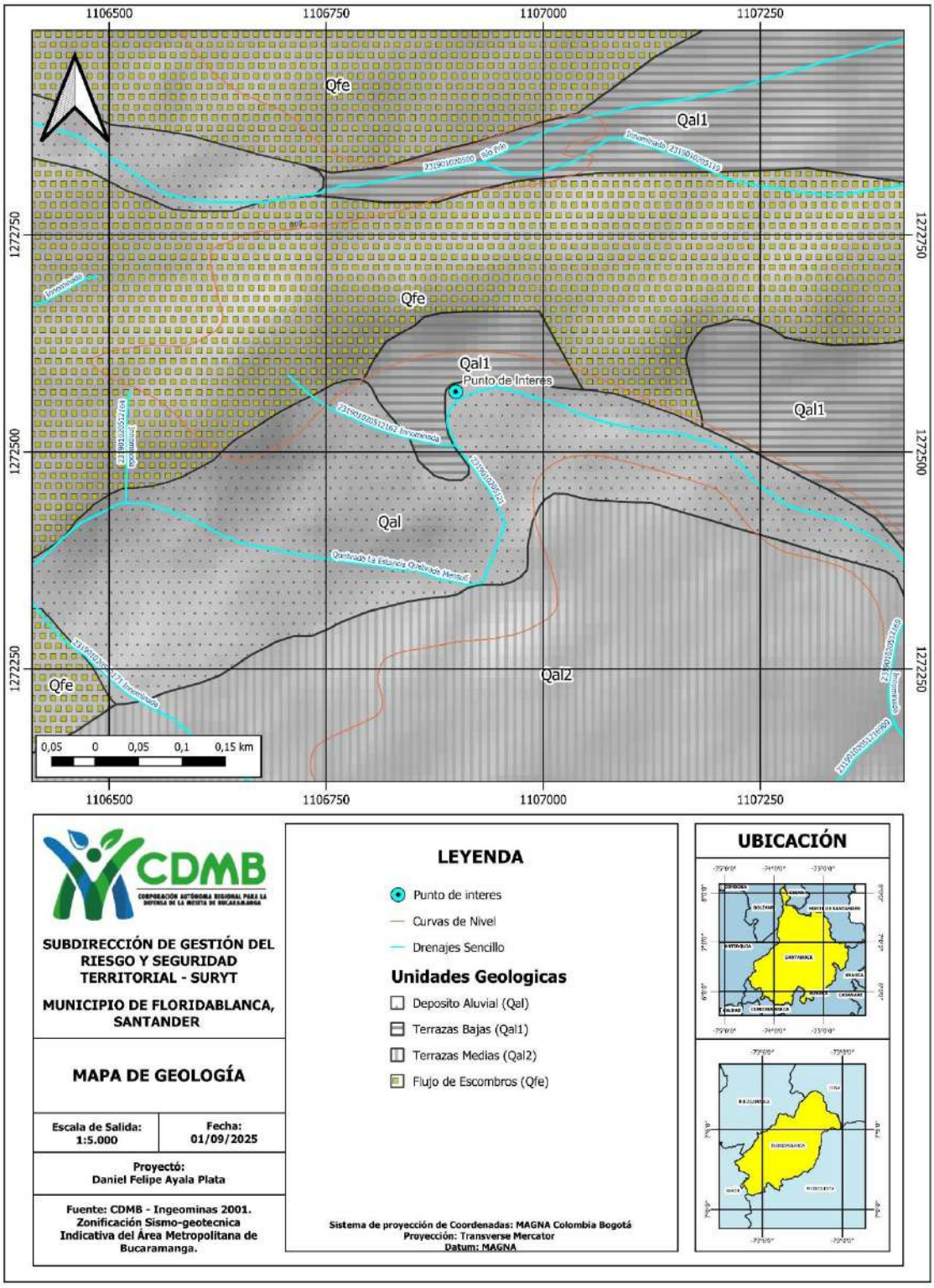


Figura 2. *Mapa de Geología del sitio de interés en la Quebrada Aranzoque del Municipio de Floridablanca – Escala 1:25.000.* Fuente: CDMB – INGEOMINAS 2001. Zonificación Sismo Geotécnica Indicativa del Área Metropolitana de Bucaramanga.

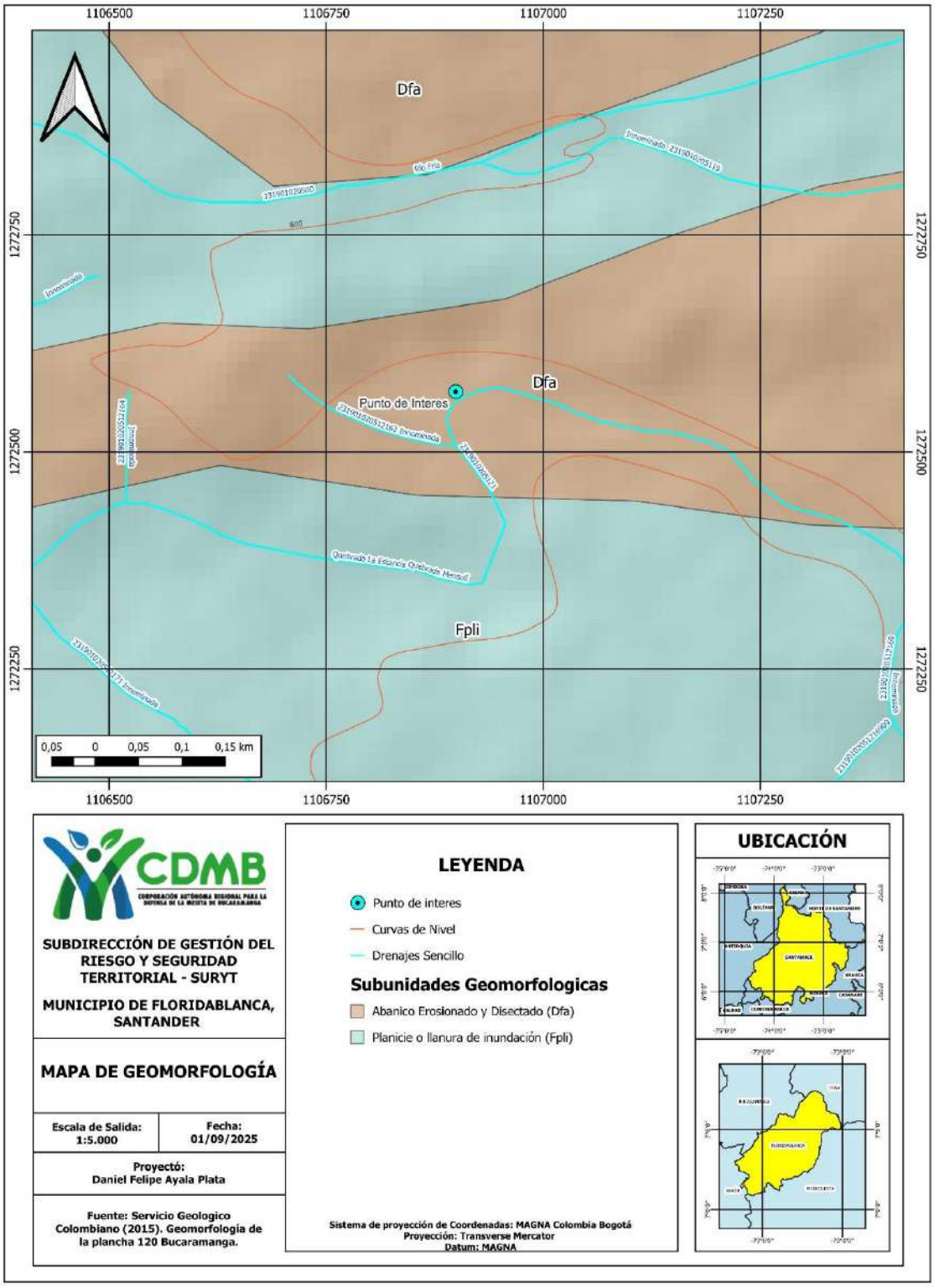


Figura 3. *Mapa de Geomorfología del sitio de interés en la Quebrada Aranzoque del Municipio de Floridablanca – Escala 1:100.000*. Fuente: Servicio Geológico Colombiano – SGC, 2015.

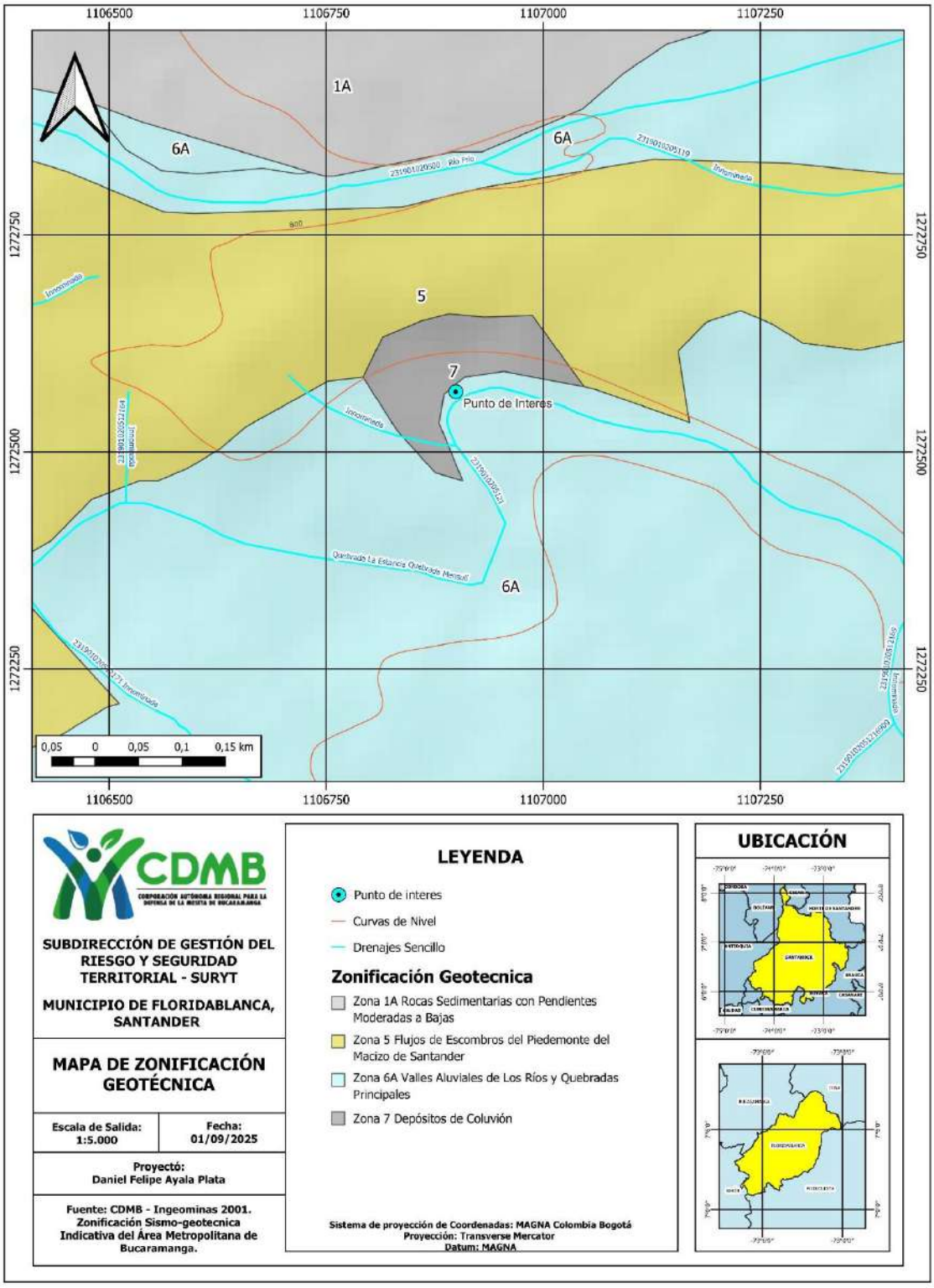


Figura 4. *Mapa de Zonificación geotécnica del sitio de interés en la Quebrada Aranzoque del Municipio de Floridablanca – Escala 1:25.000*. Fuente: CDMB – INGEOMINAS 2001. Zonificación Sismo Geotécnica Indicativa del Área Metropolitana de Bucaramanga.

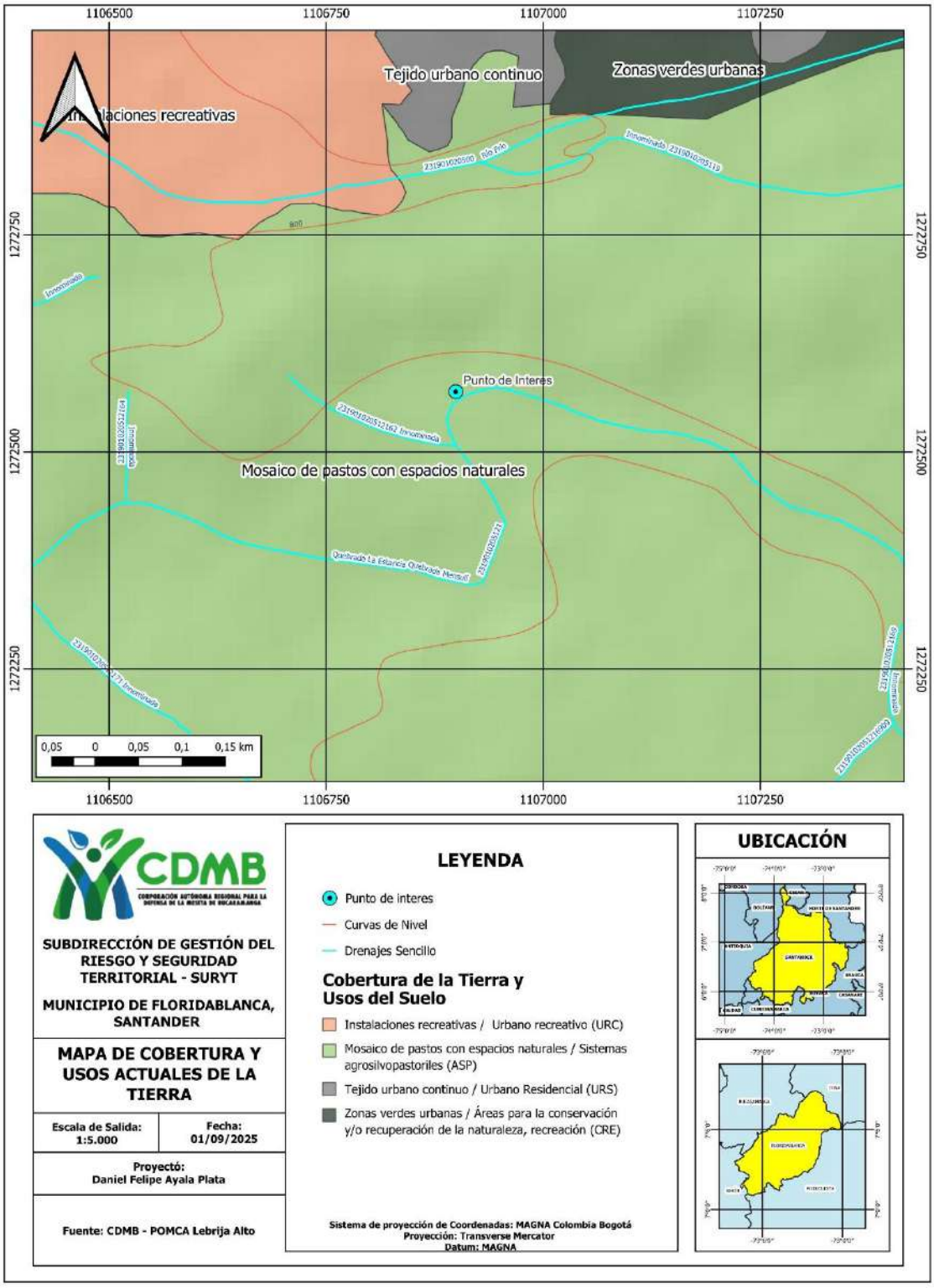


Figura 5. *Mapa de Cobertura de la Tierra del sitio de interés en la Quebrada Aranzoque del Municipio de Floridablanca – Escala 1:25.000*. Fuente: CDMB – POMCA Lebrija Alto.

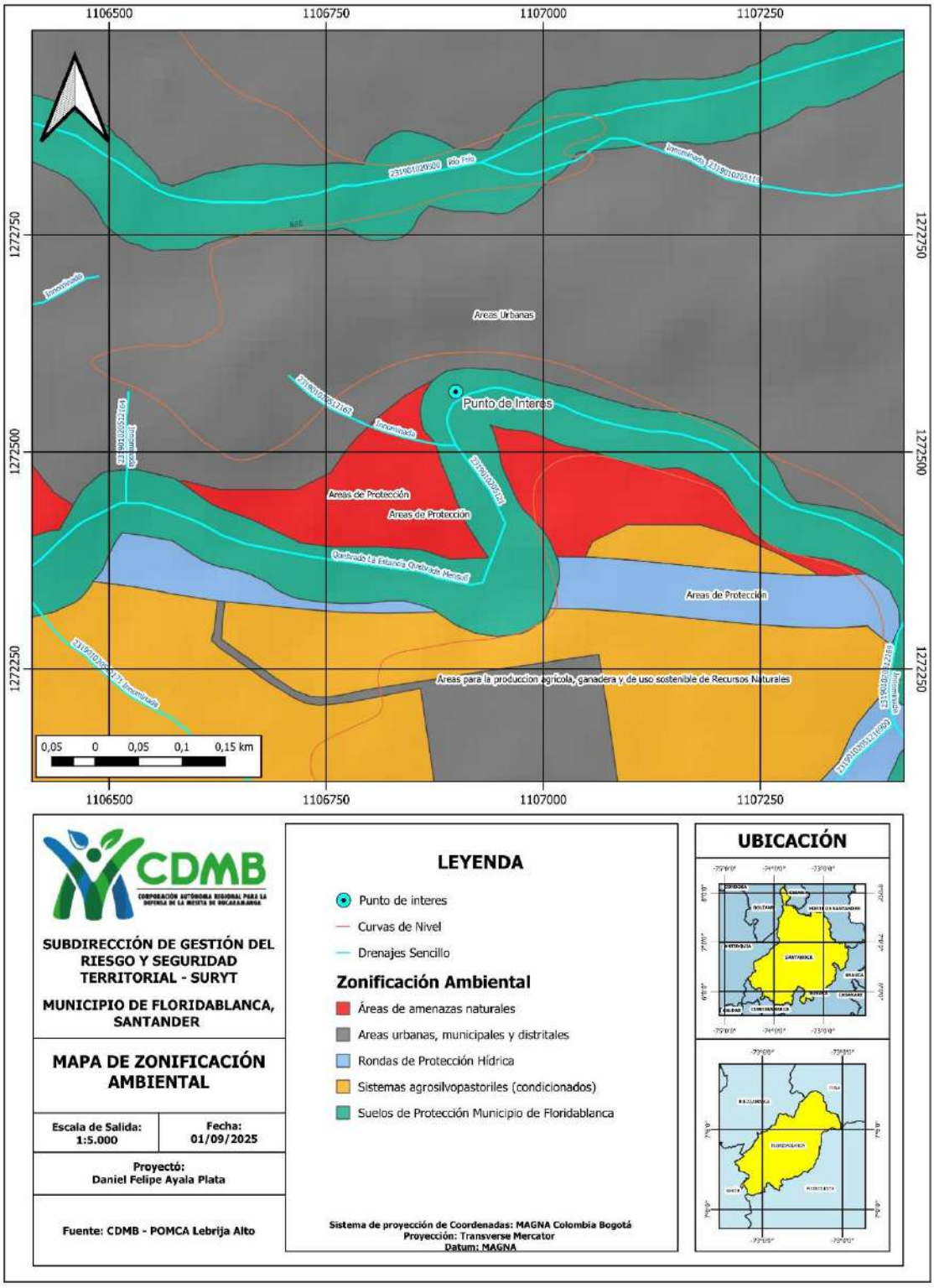


Figura 6. *Mapa de Zonificación Ambiental del sitio de interés en la Quebrada Aranzoque del Municipio de Floridablanca – Escala 1:25.000*. Fuente: CDMB – POMCA Lebrija Alto.

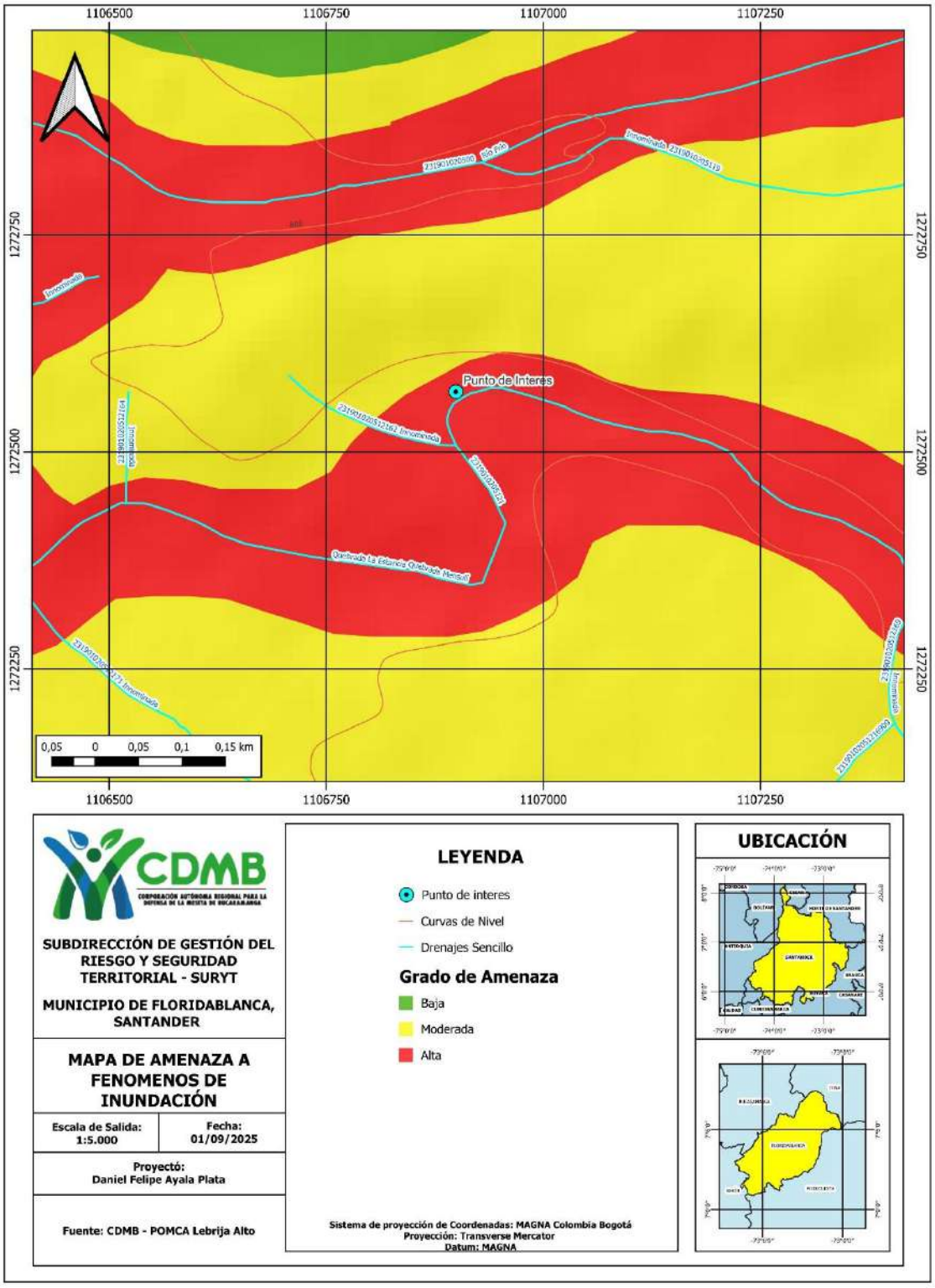


Figura 7. *Mapa de Amenaza por fenómenos de inundación del sitio de interés en la Quebrada Aranzoque del Municipio de Floridablanca – Escala 1:25.000*. Fuente: CDMB – POMCA Lebrija Alto.

VILLA ESMERALDA – BUCARAMANGA

CARACTERIZACIÓN GEOLÓGICA

Geología general

El lugar objeto de estudio en el sector de interés ubicado en el Barrio Campo Hermoso, (Municipio de Bucaramanga), presenta las siguientes unidades geológicas (*CDMB - Ingeominas, 2001*) (Figura 2):

Formación Bucaramanga

Inicialmente descrita por De Porta (1958). Se trata de un importante depósito sedimentario de edad Cuaternaria que morfológicamente corresponde a un abanico aluvial erosionado, posiblemente asociado en su mayor parte al río Suratá, acumulado sobre una depresión de origen tectónico. Este abanico limita al nororiente y oriente con el Macizo de Santander, al noroccidente y occidente con el Cerro de Palonegro y el Río de Oro, y al sur con la Mesa de Ruitoque. Presenta una superficie suavemente ondulada, con pendiente ligeramente inclinada al occidente, entre 2º y 7º, y una extensión aproximada de 60 a 80 km^2. La Formación Bucaramanga es disectada por varias quebradas, la mayoría afluentes del Río de Oro, conformando un drenaje dendrítico subparalelo.

El espesor del depósito aumenta de oriente a occidente y aunque el valor real de éste se desconoce, siendo actualmente motivo de investigación, algunos cortes geológicos permiten estimar, en los sectores más profundos, valores promedios cercanos a los 250 m.
De acuerdo con la granulometría, morfología, agentes de transporte y fuentes de los materiales, esta unidad se acumuló en un ambiente típicamente fluvial, donde alternan materiales de origen aluvial tipo cono de deyección, flujos de escombro, canal y lagunar (INGEOMINAS- CDMB, 2001).

Considerando algunos trabajos recientes dentro de los cuales se encuentran las clasificaciones hechas por Hubach (1952) y Niño & Vargas (1993), se propuso dividir la formación Bucaramanga, de base a techo, en los siguientes miembros: Miembro Organos (Qbo), Miembro Finos (Qbf), Miembro Gravoso (Qbg) y Miembro Limos Rojos (Qblr).

De acuerdo con las dataciones paleomagnéticas publicadas en el proyecto hidroeléctrico Fonce-Suárez, la parte más antigua de la Formación Bucaramanga tiene unos 730.000 años ubicándola dentro del Pleistoceno Medio – Superior (INGEOMINAS- CDMB, 2001).

Miembro Gravoso (Qbg). Su espesor varía entre los 8 y 30 metros. Presenta niveles gravosos, gravoarenosos y gravolodosos. Los cantos son, en su mayor parte, tamaño grava de diámetro promedio 15 centímetros y bloques de roca, en menor cantidad, hasta de 0.8 metros de diámetro, subangulares a subredondeados, en matriz areno-lodosa, color pardo rojizo, rojizo y ocre pálido. En general el depósito es matriz soportado, aunque localmente se presenta clasto soportado. El contacto inferior con el Miembro Finos (Qbf) es neto, contínuo y suavemente onduloso y el contacto superior con el Miembro Limos rojos es gradacional (Niño & Vargas, 1992).

Macroscópicamente se estima que la matriz representa alrededor de un 60% del volumen total, con aproximadamente unas 2/ 3 partes de arena tamaño medio a grueso y 1/ 3 de finos. Los cantos están compuestos en su mayor parte por rocas metamórficas e ígneas del Macizo de Santander, y areniscas

cuarzosas, areniscas limosas y limolitas moradas de las Formaciones Girón y Jordán. La matriz, por su parte, es de composición cuarzo-feldespática micácea (cuarzo, plagioclasa, láminas de muscovita), de consistencia media y de baja cohesión.

Los depósitos que conforman el Miembro Gravoso (Qbg) presentan un grado de meteorización medio a alto. Los bajos porcentajes de humedad natural (W< 15%), el predominio granular y el grado de meteorización sugiere que, al menos la parte superficial de este miembro tiene poca compactación y buena permeabilidad. El ambiente de depositación indica un dominio de flujo de escombros (INGEOMINAS - CDMB, 2001).

CARACTERÍSTICAS GEOMORFOLÓGICAS

El lugar objeto de estudio en el sector de interés ubicado en el Barrio Campo Hermoso del Municipio de Bucaramanga, presenta las siguientes Subunidades geomorfológicas (Servicio Geológico Colombiano, 2014) (Figura 3):

Superficie de Abanico (Fa)

Geoforma ampliamente explayada y aterrazado de varios kilómetros de extensión, de laderas rectas o cóncavas y con suaves pendientes. Su origen está asociado con acumulación de material aluvial en una zona plana o un valle amplio, a la salida de un valle tributario.

CARACTERÍSTICAS GEOTÉCNICAS

ZONA 3B Escarpes de la Meseta de Bucaramanga

Descripción General

La zona se encuentra localizada en la corona de los escarpes del Abanico de Bucaramanga, siguiendo una línea continua a lo largo del perímetro de la zona 3A e incluye las áreas junto al escarpe occidental de Bucaramanga y los sectores de los barrios localizados sobre éste. El ancho de esta franja es de mínimo 100 metros medidos desde la cabeza de los taludes perimetrales del Abanico.

La morfología de la zona corresponde en la parte más superior a una zona plana, inclinada de baja pendiente, que hacia el sector más inferior pasa a escarpes semiverticales o taludes de alta pendiente. Geológicamente la zona 3B está conformada por una parte de los miembros Limos Rojos (Qblr) y Gravoso (Qbg) pertenecientes a la formación Bucaramanga.

Características geotécnicas

Los suelos subsuperficiales corresponden a arenas gravo-arcillosas, cementadas por óxidos de hierro sobre mantos gravosos y algo conglomeráticos. En razón a la morfología de los escarpes, estos suelos presentan una alta susceptibilidad al agrietamiento cosísmico. En el pié de los taludes verticales se presentan afloramientos de agua de los niveles freáticos del abanico sobre los mantos arcillosos o de finos.

Problemas geotécnicos

En la zona escarpada se presentan problemas geotécnicos de gran magnitud, entre los cuales se incluyen

las siguientes:

- Agrietamiento cosísmico de la superficie del suelo.
- Deslizamientos de tierra.
- Avance de las cárcavas de erosión.

Observaciones Especiales

- Las características geológicas, geotécnicas y morfológicas de estas áreas no permiten garantizar la estabilidad de proyectos de desarrollo urbano. Por lo tanto, cualquier edificación u obra de infraestructura que se localice en esta área, estará en grave peligro de ser afectada severamente por procesos de inestabilidad del terreno.
- Se recomienda continuar con el programa iniciado por la CDMB de conformación de una zona de amortiguación a los procesos de erosión en todo el perímetro del escarpe vertical de la meseta de Bucaramanga.
- Se recomienda realizar estudios tendientes a determinar las zonas amenazadas por deslizamientos y diseñar y construir las obras de estabilización y control. El programa del plan maestro de control de erosión debe continuarse hasta lograr la estabilización de los taludes que representen peligro para los asentamientos humanos localizados en las áreas cercanas a los escarpes.

AMENAZAS POR FENÓMENOS NATURALES

Con base en el estudio denominado como *"Zonificación de Amenaza por movimientos en masa en algunas laderas de los Municipios de Bucaramanga, Floridablanca, Girón"* realizado por la CDMB y el Servicio Geológico Colombiano (2009), la zona objeto de visita presenta la siguiente categorización:

Movimientos en Masa

Amenaza Alta: incluye áreas con alta probabilidad a los movimientos en masa de magnitud importante tipo deslizamiento traslacional en suelos y caídas, falla en cuña y fallas planares en rocas, que implicarían en términos generales daños severos en las zonas involucradas, relacionados con destrucción de total o parcial de viviendas, caminos, carreteables, vías principales, redes de alcantarillado y acueducto, sistemas de drenajes, canales y alcantarillas y en general afectación de la infraestructura asociada. En la actualidad estas zonas se encuentran afectadas por flujos superficiales y evidencias de agrietamientos que pueden ser asociados a movimientos en masa y en general presentan una alta intervención antrópica. En zonas habitadas se recomienda su intervención mediante obras de control y mitigación definidas a partir de estudios detallados de estabilidad, con el fin de minimizar los daños asociados a la ocurrencia de eventos. Para las zonas afectadas por procesos erosivos se recomienda ejecutar procesos de recuperación de suelos. En zonas no habitadas se deberá exigir la ejecución de estudios de estabilidad y definición de obras de mitigación para autorizar nuevos desarrollos urbanísticos y de infraestructura.

Con base en el estudio denominado como *"Plan de Ordenación y Manejo de Cuencas Hidrográficas – POMCA Cuenca Alta Rio Lebrija"* realizado por la CDMB (2015), la zona objeto de visita presenta la siguiente categorización de amenaza:

Inundación

Amenaza Baja: Geoformas altas o muy altas dispuestas por encima de valles de inundación y fuera de cauce, con densidad de drenaje moderada a buena, superficies con pendientes altas (muy empinado a muy

escarpado), asociados a geoformas de tipo ladera muy inclinada o de origen estructural, con coberturas altas con gran densidad con muy buena capacidad de escurrimiento y absorción

Avenida Torrencial

Amenaza Baja: Áreas torrenciales identificadas por fotointerpretación (a la escala de trabajo o mayores), las cuales no pueden ser identificadas dentro de las categorías anteriores (zonas alejadas de los canales torrenciales y sin evidencias claras de eventos históricos y sus afectaciones).

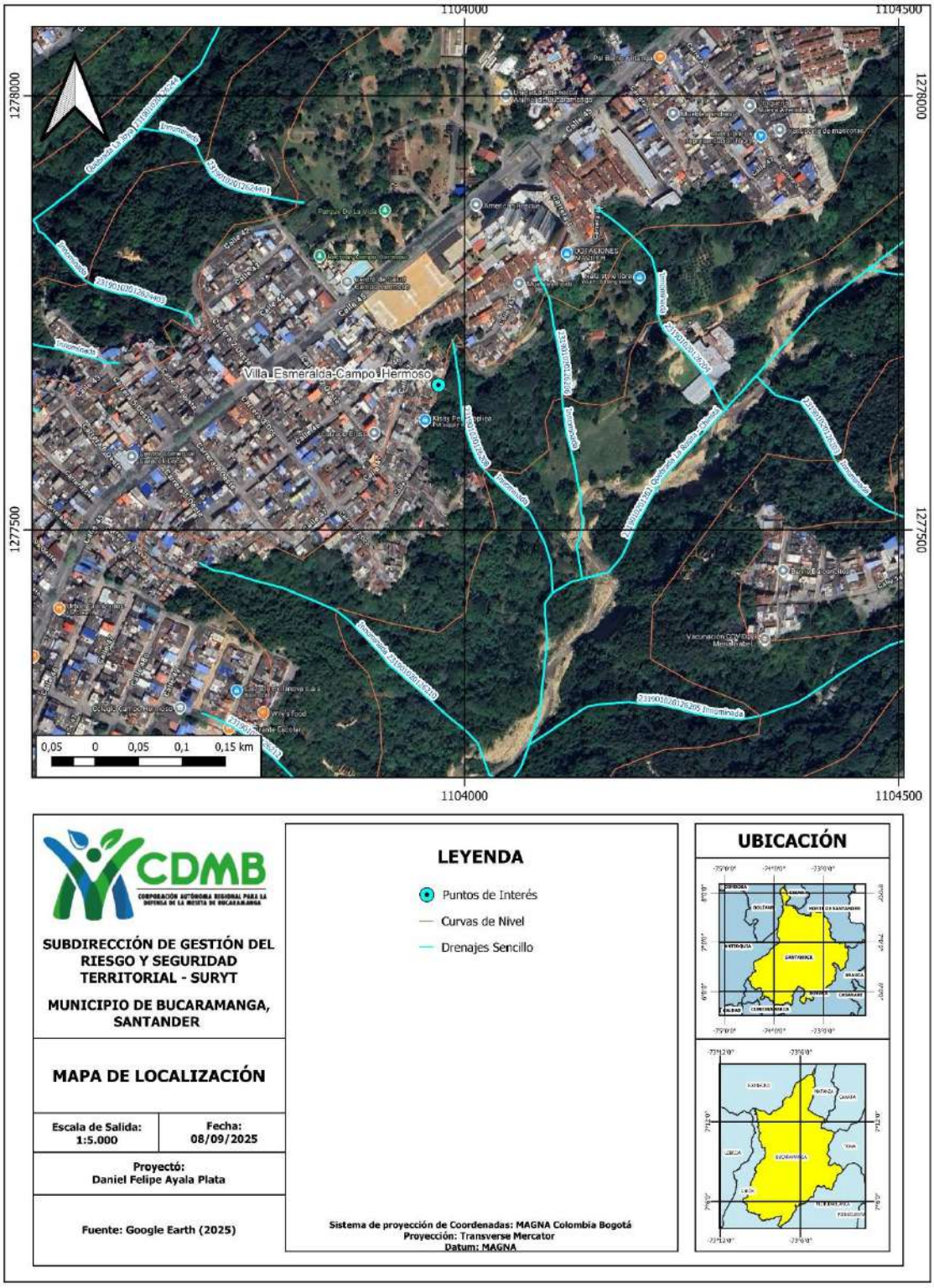


Figura 1. *Mapa Localización de la zona de interés en el Barrio Campo Hermoso en el Municipio de Bucaramanga*. Fuente: Google Earth (2025).

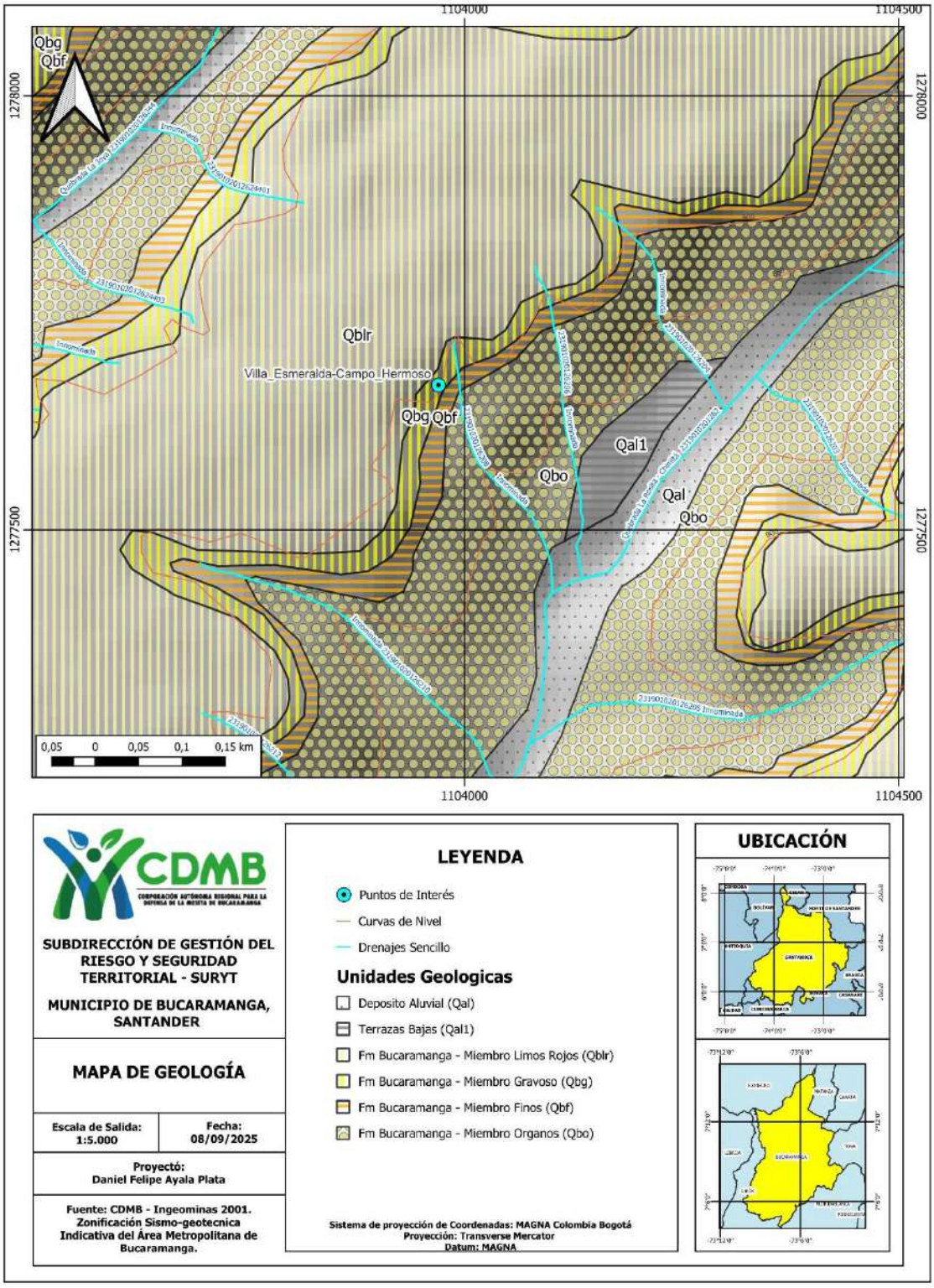


Figura 2. *Mapa de Geología de la zona de interés en el Barrio Campo Hermoso en el Municipio de Bucaramanga.* Fuente: CDMB – INGEOMINAS 2001. Zonificación Sismo Geotécnica Indicativa del Área Metropolitana de Bucaramanga.

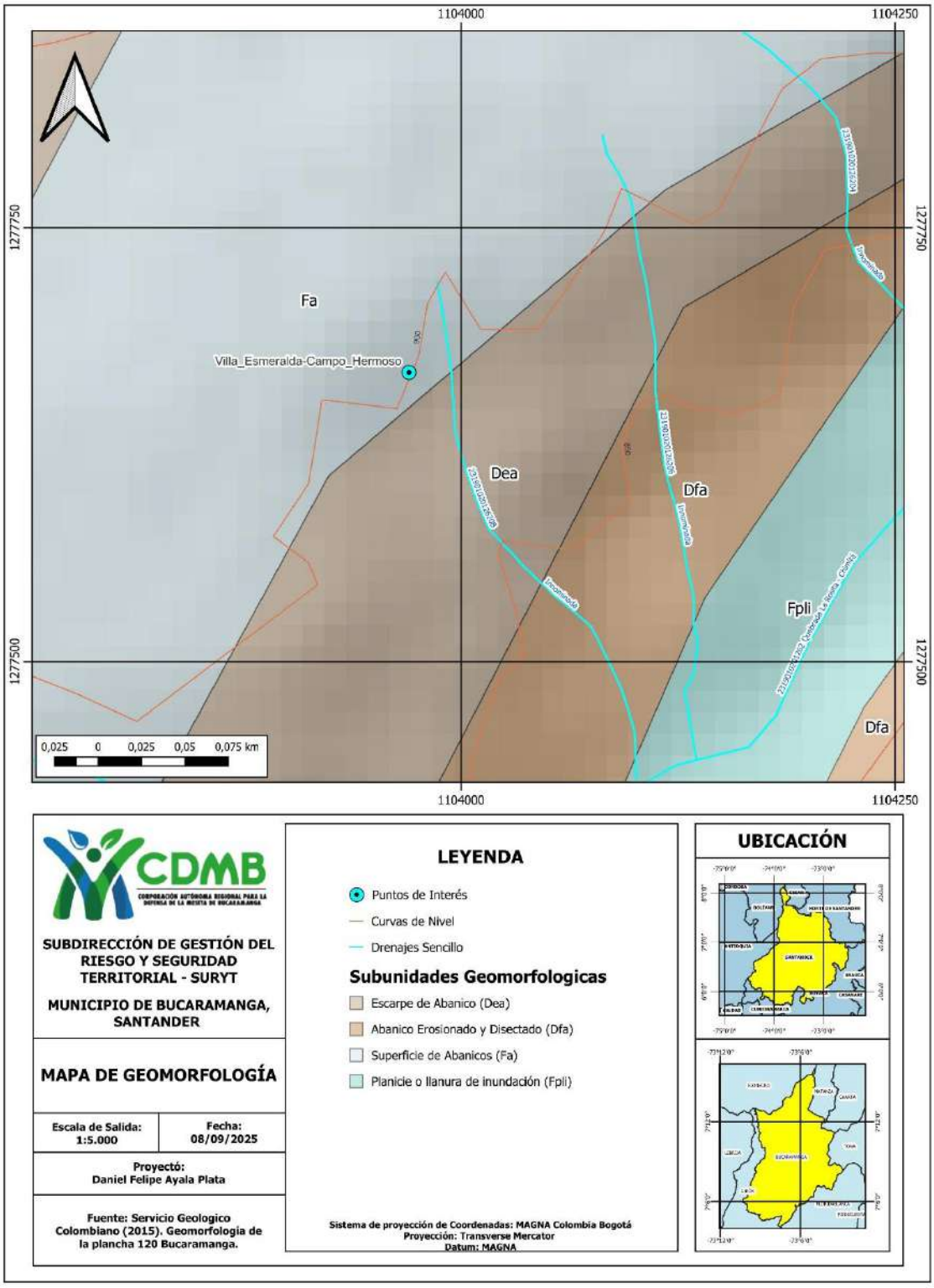


Figura 3. *Mapa de Subunidades Geomorfológicas de la zona de interés en el Barrio Campo Hermoso en el Municipio de Bucaramanga.* Fuente: SGC, 2015.

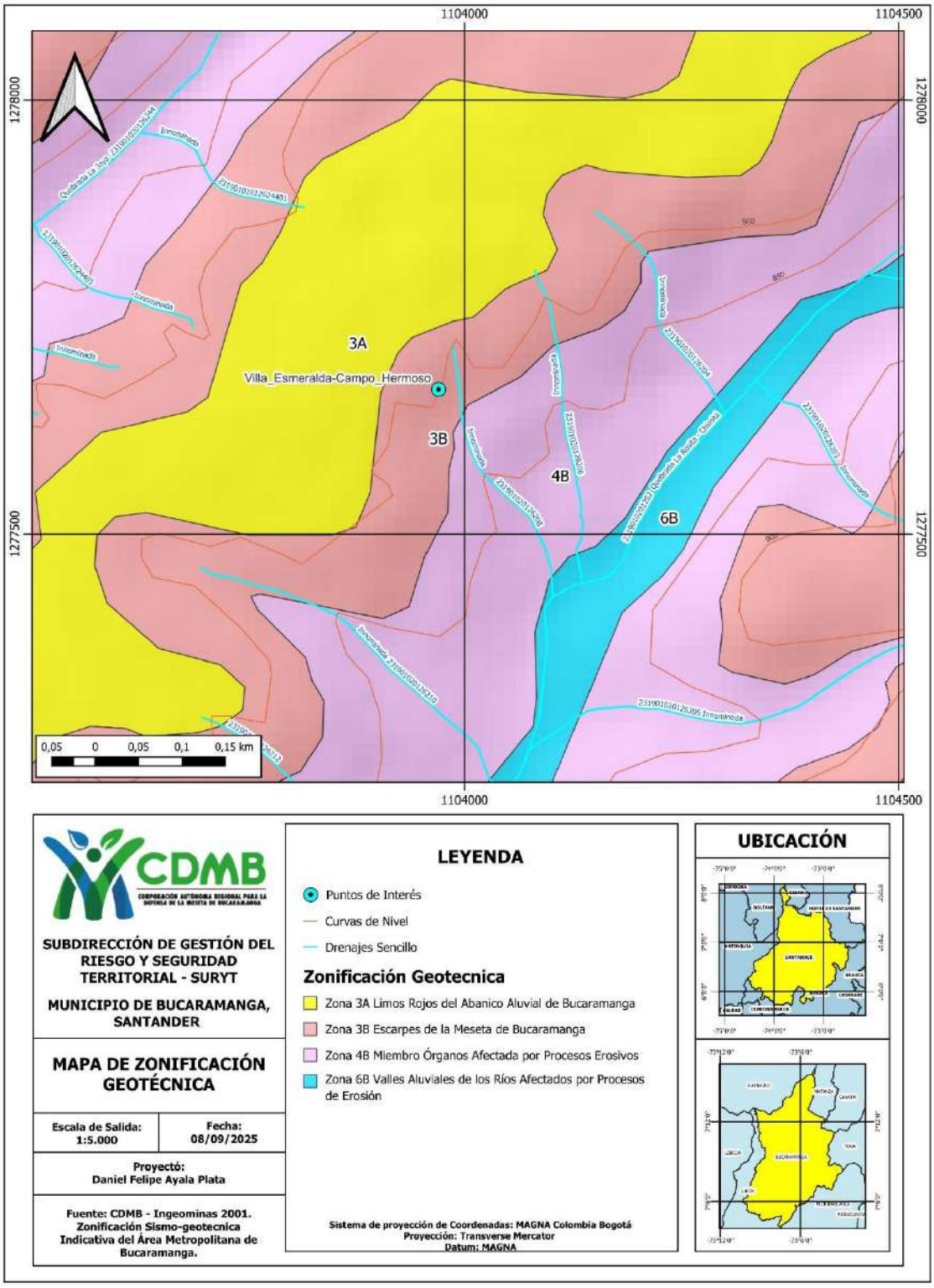


Figura 4. *Mapa de Zonificación Geotecnia de la zona de interés en el Barrio Campo Hermoso en el Municipio de Bucaramanga.* Fuente: CDMB – INGEOMINAS 2001. Zonificación Sismo Geotécnica Indicativa del Área Metropolitana de Bucaramanga

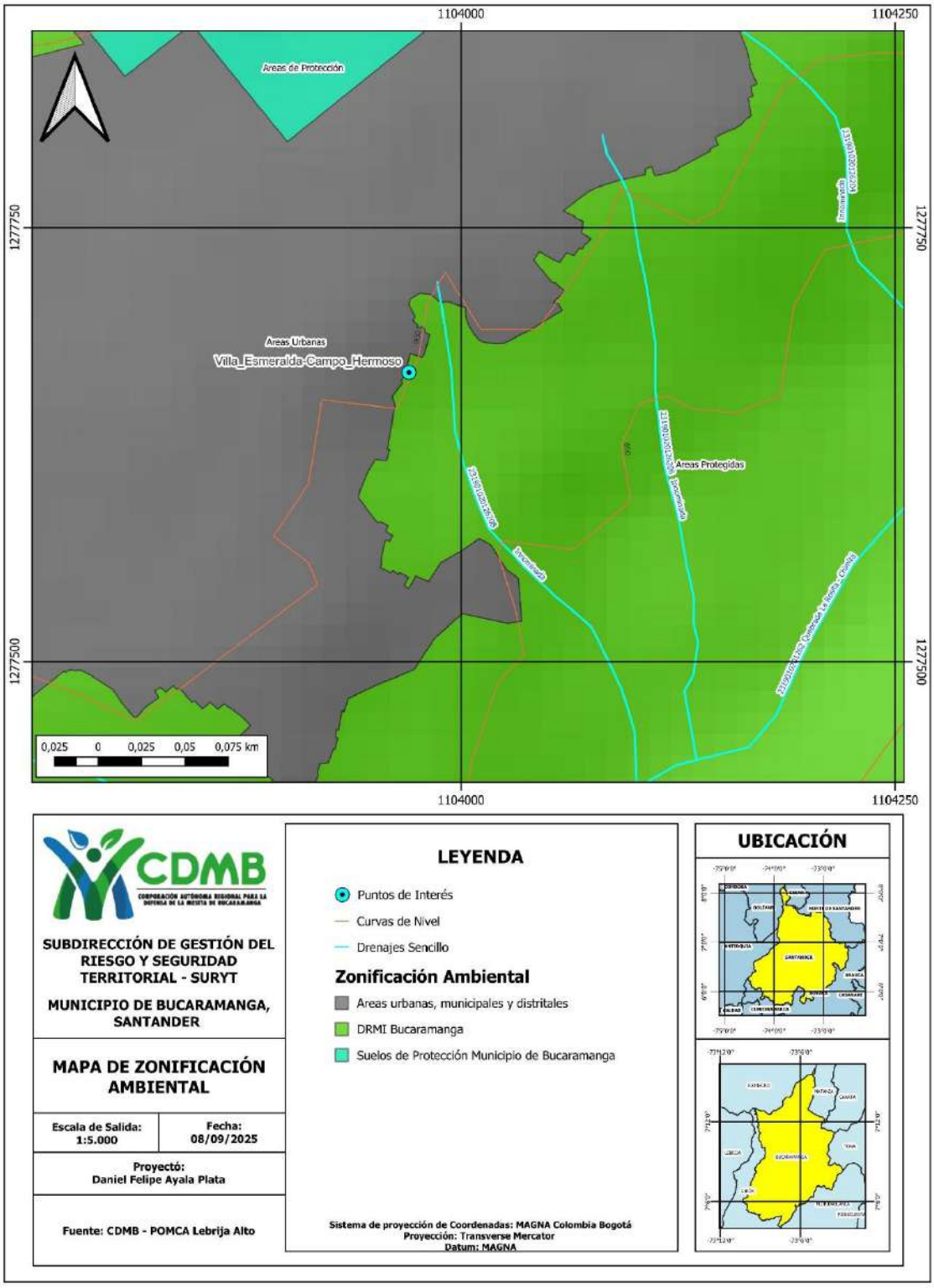


Figura 5. *Mapa de Zonificación Ambiental de la zona de interés en el Barrio Campo Hermoso en el Municipio de Bucaramanga.* Fuente: CDMB – POMCA Lebrija Alto.

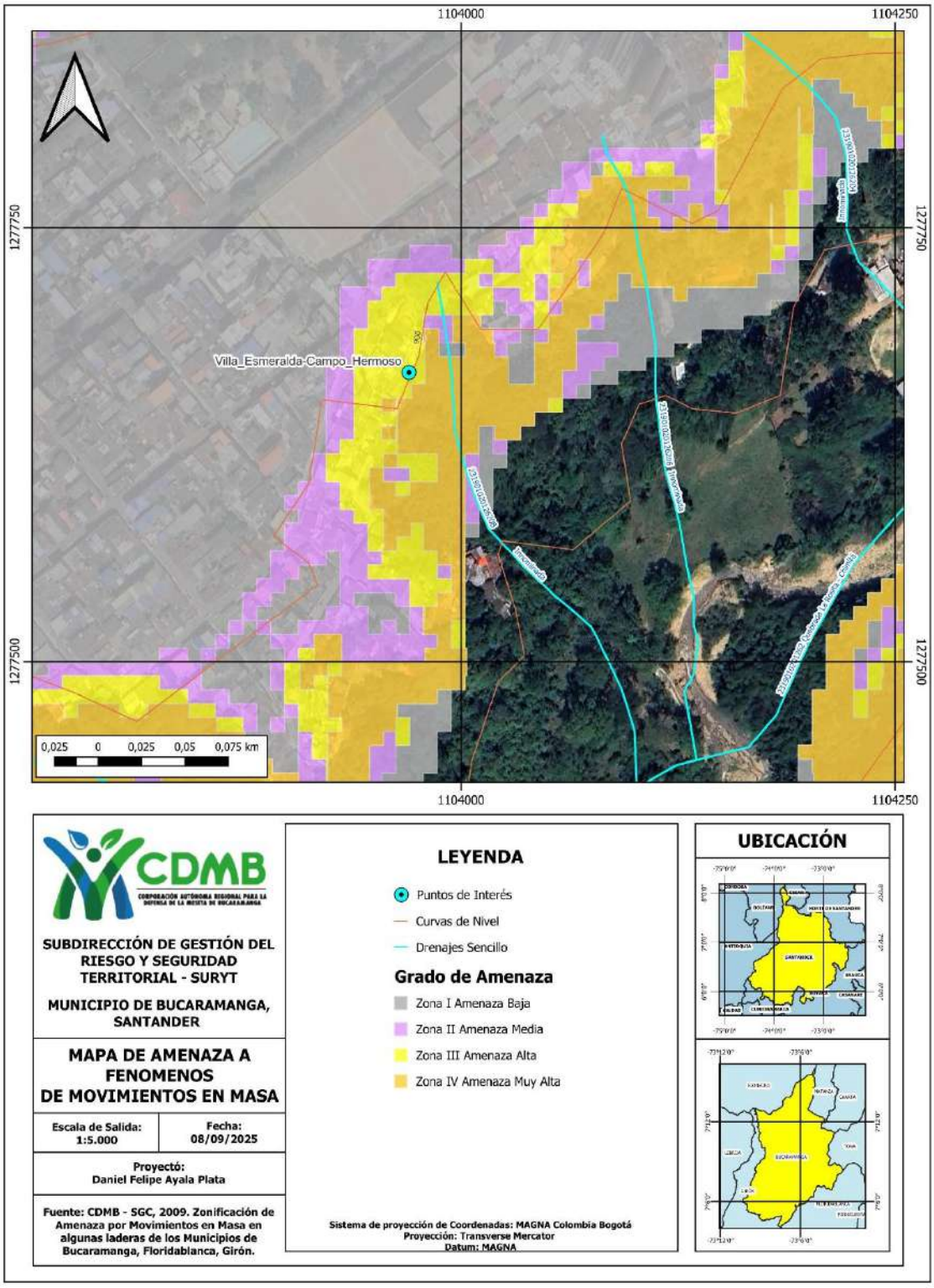


Figura 6. *Mapa de Amenaza por fenómenos de movimientos en masa de la zona de interés en el Barrio Campo Hermoso en el Municipio de Bucaramanga*. Fuente: CDMB – SGC, 2009.

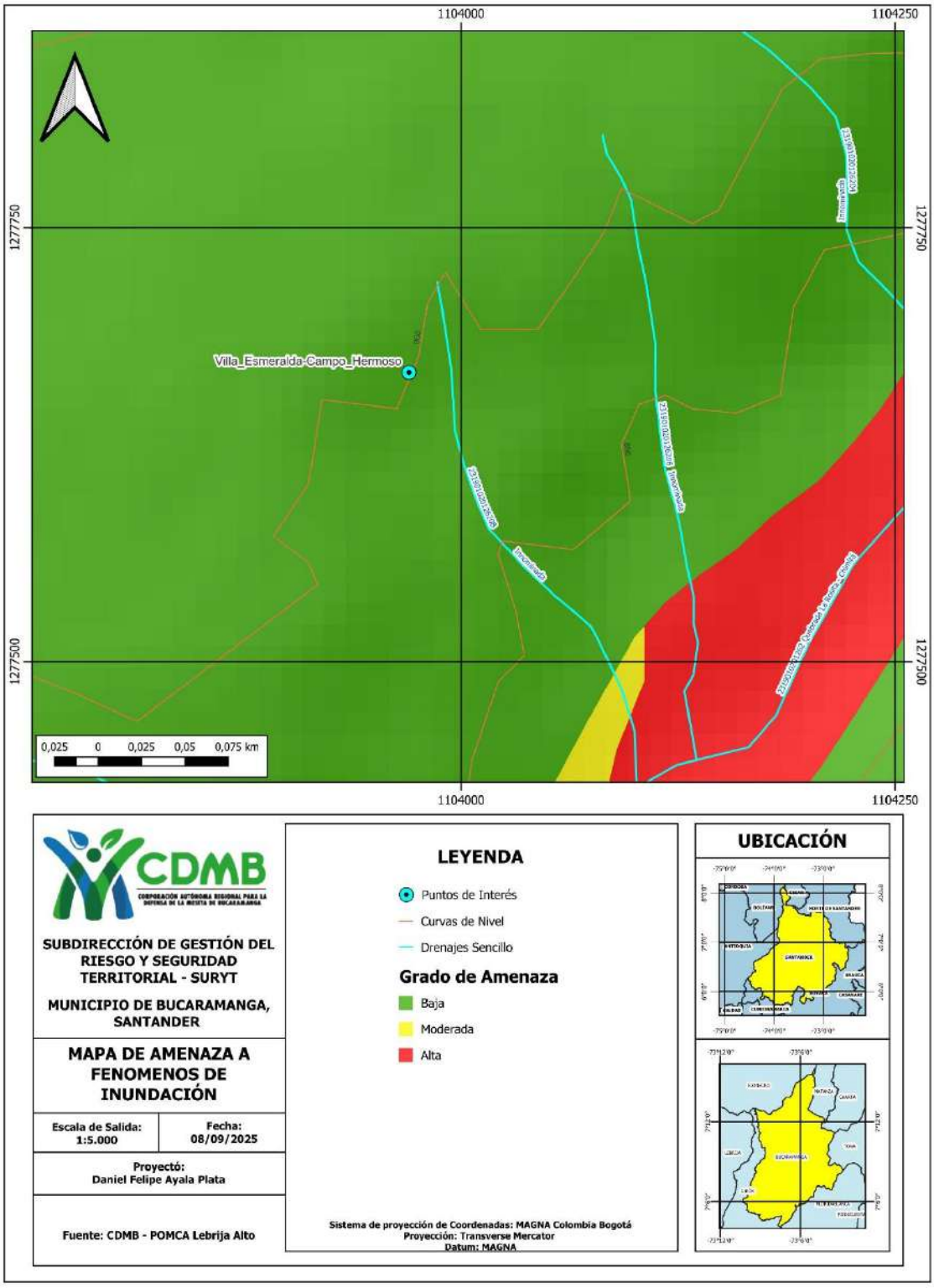


Figura 7. *Mapa de Amenaza por fenómenos de inundación de la zona de interés en el Barrio Campo Hermoso en el Municipio de Bucaramanga*.
Fuente: CDMB – POMCA Lebrija Alto.

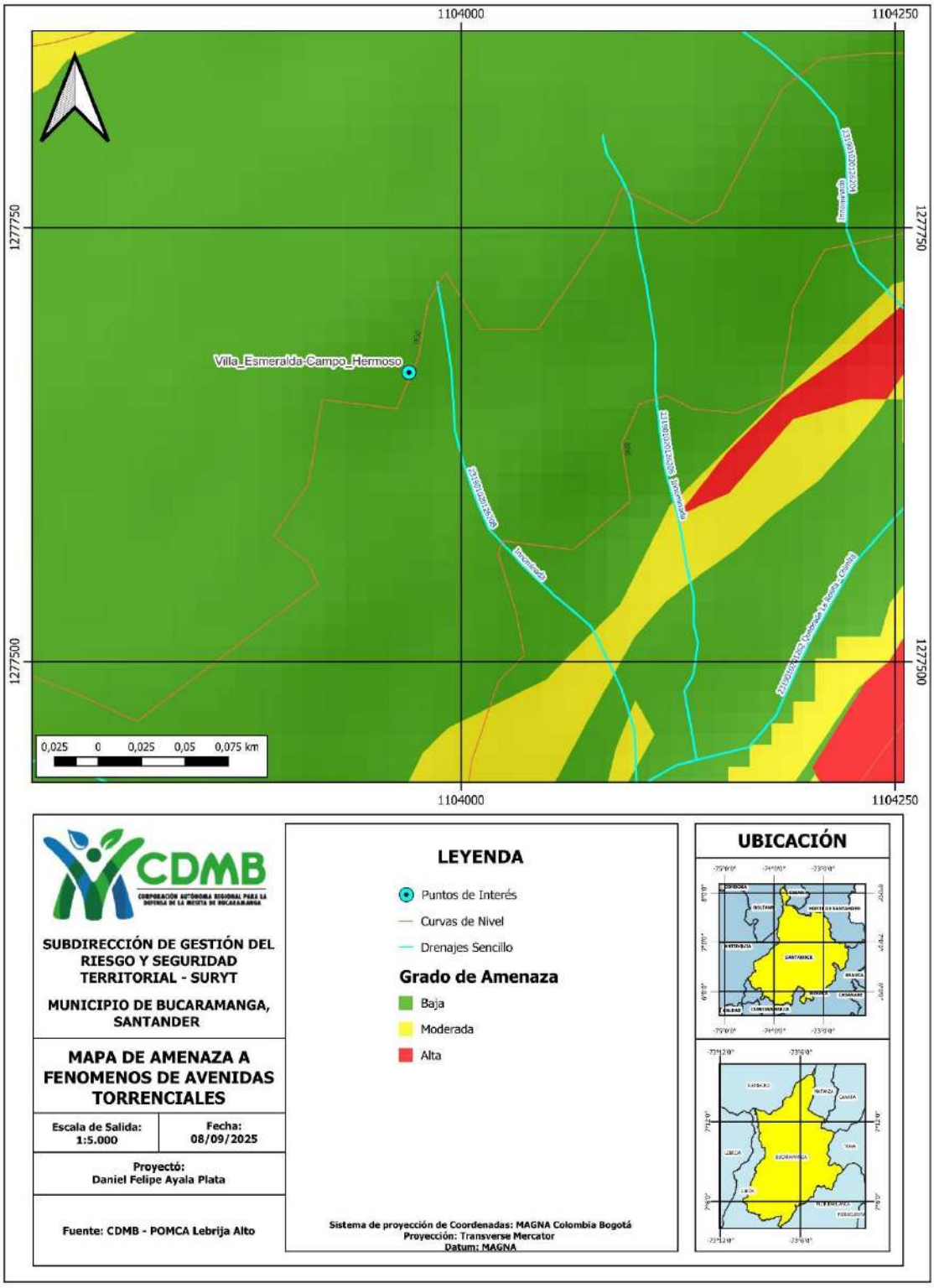


Figura 8. *Mapa de Amenaza por fenómenos de avenidas torrenciales de la zona de interés en el Barrio Campo Hermoso en el Municipio de Bucaramanga*. Fuente: CDMB – POMCA Lebrija Alto.

VILLA UBALDINA – FLORIDA

CARACTERIZACIÓN GEOLÓGICA

Geología general

El lugar objeto de estudio en el sector de interés ubicado en el Municipio de Floridablanca, presenta las siguientes unidades geológicas según *"Zonificación Sismo Geotécnica Indicativa del Área Metropolitana de Bucaramanga".* (CDMB – INGEOMINAS 2001) (Figura 2):

Depósitos Aluviales.

Son los depósitos de material dejados por los ríos y quebradas mayores, los cuales se distribuyen de acuerdo con la altura y posición en los valles. Se dividen en Terrazas Medias (Qal2), Terrazas Bajas (Qal1) y Depósitos Aluviales de Cauce y Llanuras de Inundación (Qal).

Depósitos Aluviales de Terrazas Bajas (Qal1). Los mayores depósitos de este tipo conforman el área urbana de Girón, se observan en las márgenes de los ríos de Oro y Frío (valles de Guatiguará y Río Frío). Además, corresponden estos depósitos a los niveles máximos de inundación alcanzados por las crecientes extraordinarias actuales. Los cortes de terraza, de profundidad inferior a 6 metros, muestran cantos subredondeados a redondeados de areniscas cuarzosas blancas, amarillentas y resistentes, guijos ígneo-metamórficos, algunas areniscas violáceas y fragmentos de cuarzo lechoso con una disposición no uniforme y algunos lentes arenosos.

En el municipio de Floridablanca este nivel se presenta como un depósito de forma alargada, de superficie más o menos plana, de aproximadamente 4 km de longitud por 250 m promedio de ancho, donde se ubican los barrios Bucarica y Lagos II etapa. Este nivel se distribuye aguas abajo por el río Frío, donde presenta un espesor de 6 m, y la quebrada La Estancia, hasta muy cerca de la confluencia con el río de Oro.

En dicho sector, está compuesto de gravas arenosas y arenas gravosas, de forma angular a subangular, con algunos bloques de roca de tamaño métrico, de neis y cuarzomonzonita provenientes del macizo de Santander. Corresponde a depósitos aluviales, tipo flujos torrenciales y flujos de escombros, transportados a lo largo del río Frío en época reciente; dicho nivel es susceptible a flujos torrenciales y flujos de escombros.

CARACTERÍSTICAS GEOMORFOLÓGICAS

El lugar objeto de estudio en el sector de interés ubicado en el Municipio de Floridablanca, presenta las siguientes Subunidades geomorfológicas (Servicio Geológico Colombiano, 2014) (Figura 3):

Planicie o llanura de inundación (Fpli)

Franja de terreno plana baja de morfología ondulada, eventualmente inundable. Se presenta bordeando los cauces fluviales y se limita localmente por escarpes de terraza. Se constituye de 3 - 5 m de arcillas y limos producto de la sedimentación durante eventos de inundación fluvial. Se incluyen los planos fluviales menores en formas de "U"o "V"y conos coluviales menores, localizados en los flancos de los valles intramontanos.

CARACTERÍSTICAS GEOTÉCNICAS

El lugar objeto de estudio en el sector de interés ubicado en el Municipio de Floridablanca, presenta la siguiente zonificación geotécnica según *"Zonificación Sismo Geotécnica Indicativa del Área Metropolitana de Bucaramanga".* (CDMB – INGEOMINAS 2001) (Figura 4):

ZONA 6A Valles Aluviales de Los Ríos y Quebradas Principales

Descripción General

Localizada sobre los valles y llanuras de los ríos de Oro, Suratá, Frío y algunas quebradas importantes. Más específicamente la zona se encuentra en: Valle del río de Oro y sus quebradas afluentes desde Piedecuesta hasta el Café Madrid, valle del río Suratá desde Bosconia hasta el Café Madrid, valle medio de la quebrada La Loma, valle de la quebrada de La Iglesia desde el Viaducto Benjamín García Cadena hasta Chimitá, valle de la quebrada Chimitá, valle del río Frío y sus quebradas afluentes desde la urbanización Bucarica hasta Castilla Real, valles del río Lato, quebrada La Estancia y otros cauces menores.

El drenaje de mayor influencia esta referido a los ríos de Oro y Frío, responsables de la depositación de los depósitos aluviales y de las diferentes terrazas que se encuentran en ambos márgenes de sus cauces, sobre las cuales es frecuente el desarrollo de cultivos y vegetación de poca altura representada por rastrojos. Las geoformas asociadas a esta zona corresponden a la planicie de inundación y al lecho de los principales drenajes mencionados, presentando topografía plana y pendientes suaves hacia las terrazas. Esta zona está formada por los depósitos aluviales principales y terrazas (Qal, Qal1 y Qal2).

Características geotécnicas

Los suelos subsuperficiales corresponden a arenas limpias, gravas y arenas limosas en mantos subhorizontales; a diferentes profundidades, según el sitio, aparecen suelos duros o rocas.

Los niveles freáticos son poco profundos y están generalmente controlados por los niveles de agua en las cañadas, quebradas y ríos aledaños.

Problemas geotécnicos

La zona 6A presenta los siguientes problemas geotécnicos:

- Presencia de mantos de suelos sueltos no consolidados, los cuales pueden asentarse.
- Baja capacidad de soporte de los depósitos aluviales recientes.
- Áreas de suelos potencialmente licuables.
- Heterogeneidad en los materiales de fundación por presencia de paleocanales.
- Erosión debida a la dinámica de los ríos y quebradas.

Observaciones Especiales

- Previamente a la realización de proyectos de desarrollo urbano, se deben realizar estudios geotécnicos detallados que permitan determinar las limitaciones geotécnicas de cada sitio en particular y se deben construir las obras de control, estabilización y manejo.
- Todas estas áreas son potencialmente inundables, además de los estudios de geotecnia, se debe

determinar en detalle la amenaza por inundación, antes de cualquier construcción o desarrollo.

AMENAZAS POR FENÓMENOS NATURALES

Con base en el estudio denominado como *"Plan de Ordenación y Manejo de Cuencas Hidrográficas – POMCA Cuenca Alta Rio Lebrija"* realizado por la CDMB (2019), la zona objeto de visita presenta la siguiente categorización de amenaza:

Movimientos en Masa

Amenaza Alta: Zonas donde se encuentren litologías con características susceptibles a los movimientos en masa, como alto grado de meteorización, dureza baja, fabrica menos consistente, pendientes altas (muy escarpado), geoformas principalmente denudacionales, con procesos morfodinámicos activos principalmente de deslizamiento de alta pendiente, baja o nula cobertura del suelo, suelos con material parental de depósitos cuaternarios y zonas con mayor incidencia de las estructuras de plegamiento y fallamiento.

Amenaza Baja: Zonas donde se encuentran litologías con características no favorables ante los movimientos en masa, como bajo grado de meteorización, dureza alta, fabrica masiva o bandeada, pendientes bajas (Planas a moderadamente inclinadas), geoformas principalmente fluviales, sin actividad morfodinámica activa, alta y densa cobertura del suelo, suelos con material parental de rocas ígneas, metamórficas y zonas con baja incidencia de las estructuras de plegamiento y fallamiento.

Inundación

Amenaza Alta: Geoformas principalmente fluviales con alturas bajas a medias respecto al cauce, con gran probabilidad de inundarse o anegarse, de bajas pendientes (Plano a moderadamente inclinado), asociadas a terrazas medias, cauces principales de cauce viejos, con curvaturas cóncavas, con poca cobertura de tierra y que presentan antecedentes de ocurrencia de inundaciones.

Avenida Torrencial

Amenaza Baja: Áreas torrenciales identificadas por fotointerpretación (a la escala de trabajo o mayores), las cuales no pueden ser identificadas dentro de las categorías anteriores (zonas alejadas de los canales torrenciales y sin evidencias claras de eventos históricos y sus afectaciones).

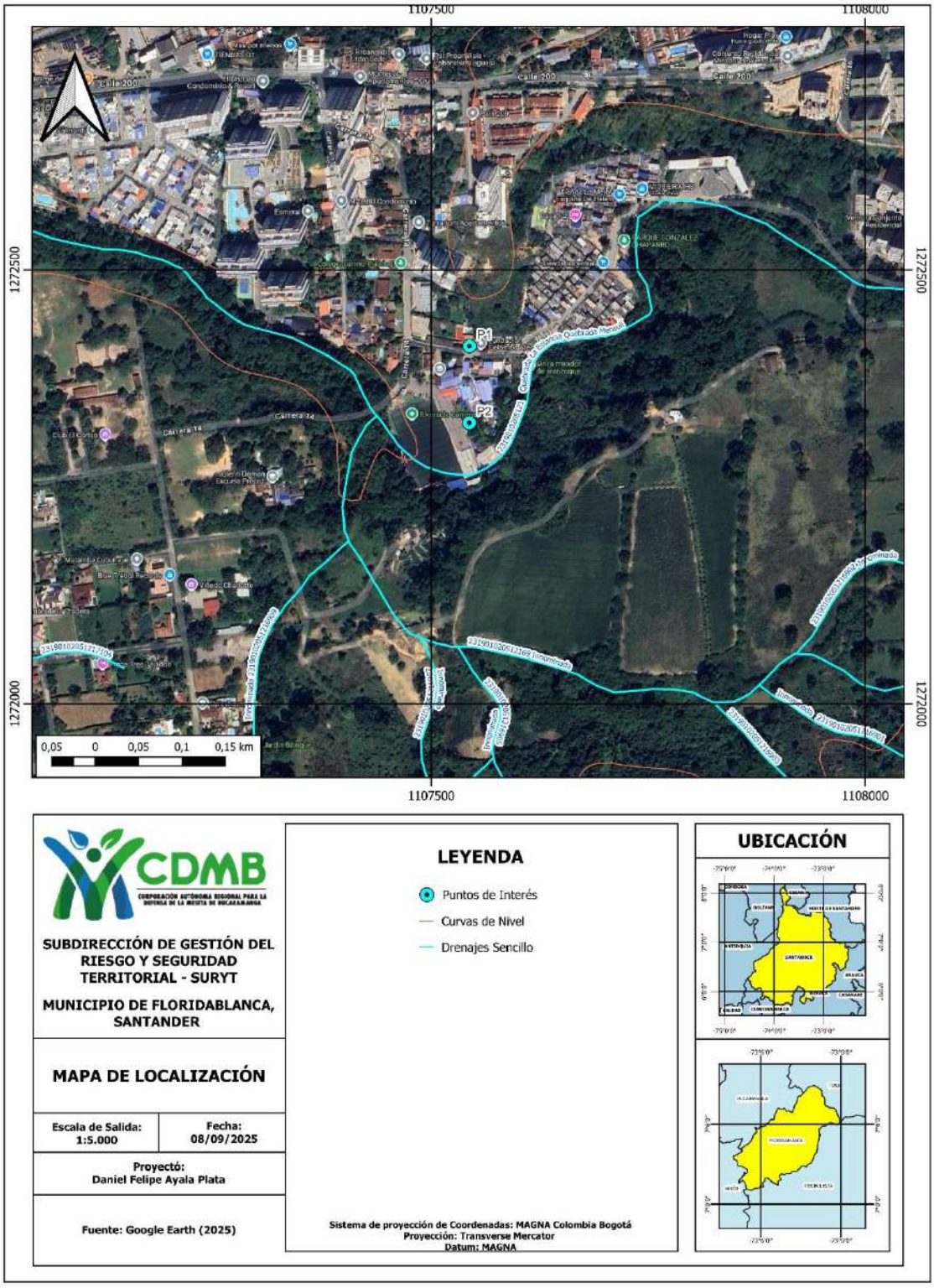


Figura 1. *Mapa de Localización del sitio de interés en el Municipio de Floridablanca – Escala 1:25.000*. Fuente: Google Earth, 2025.

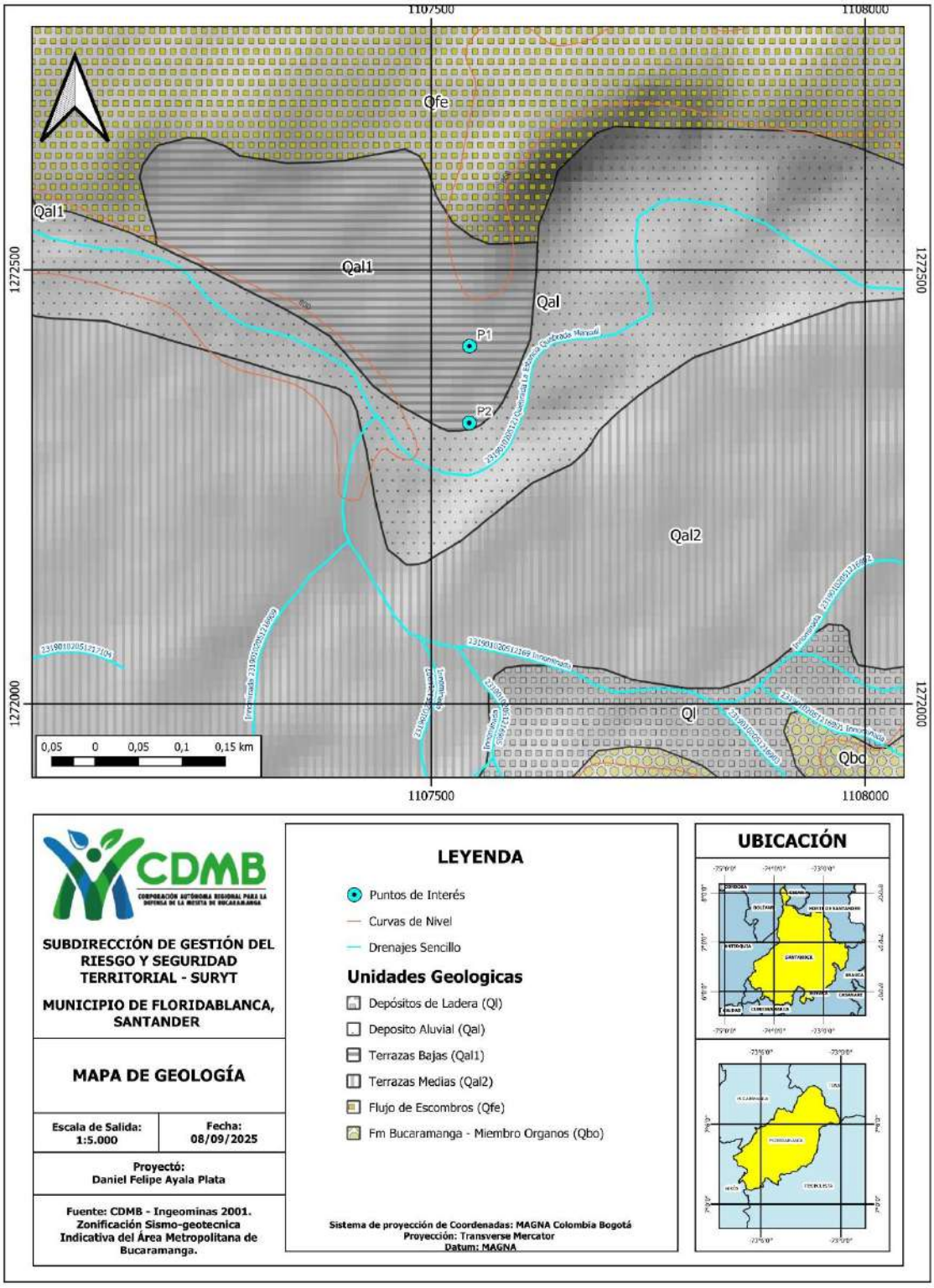


Figura 2. *Mapa de Geología del sitio de interés en el Municipio de Floridablanca – Escala 1:25.000.* Fuente: CDMB – INGEOMINAS 2001. Zonificación Sismo Geotécnica Indicativa del Área Metropolitana de Bucaramanga.

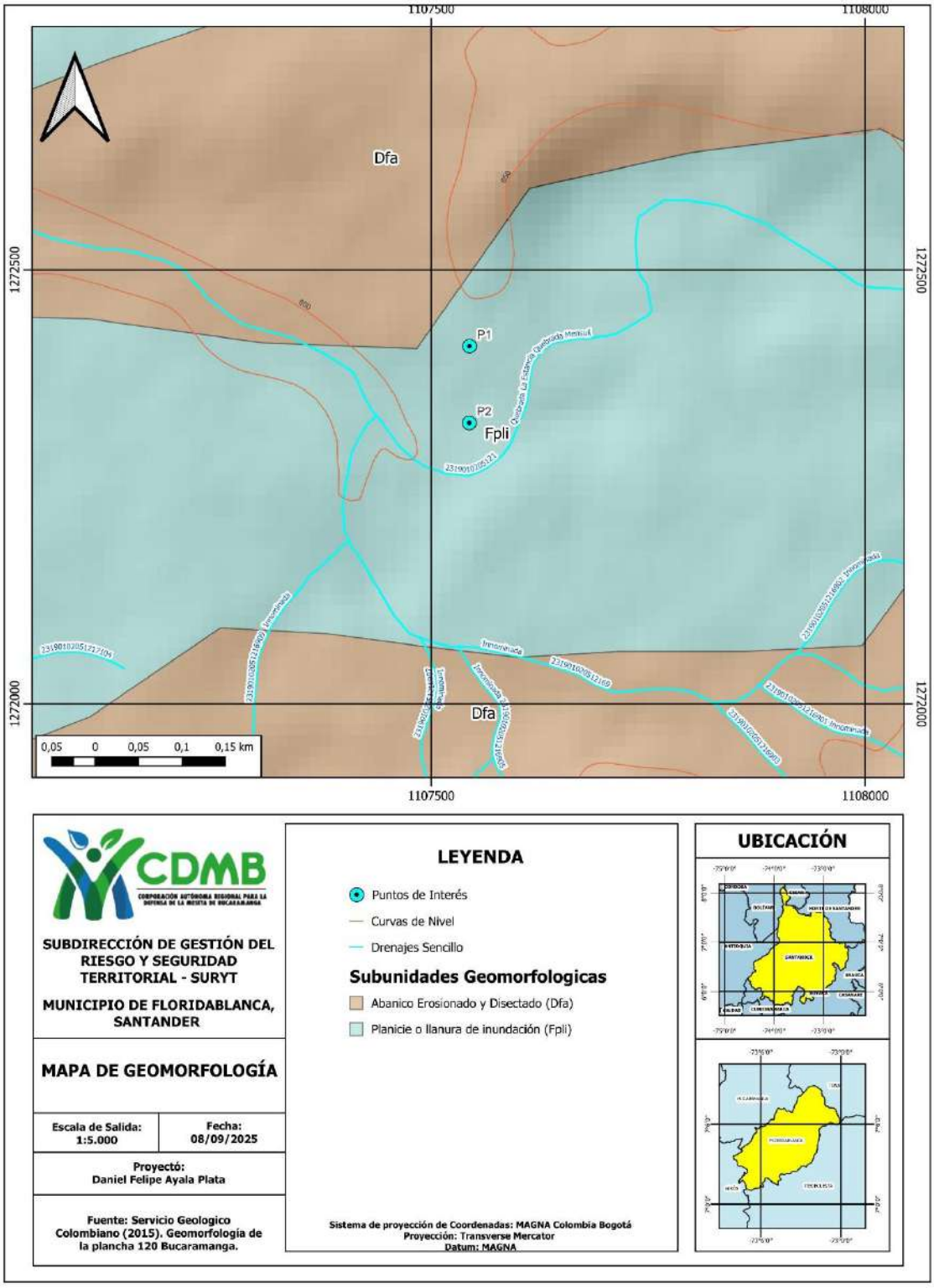


Figura 3. *Mapa de Subunidades Geomorfológicas del sitio de interés en el Municipio de Floridablanca – Escala 1:100.000*. Fuente: Servicio Geológico Colombiano (2015). Mapa Geomorfológico Aplicado a Movimientos en Masa, Plancha 120 Bucaramanga.

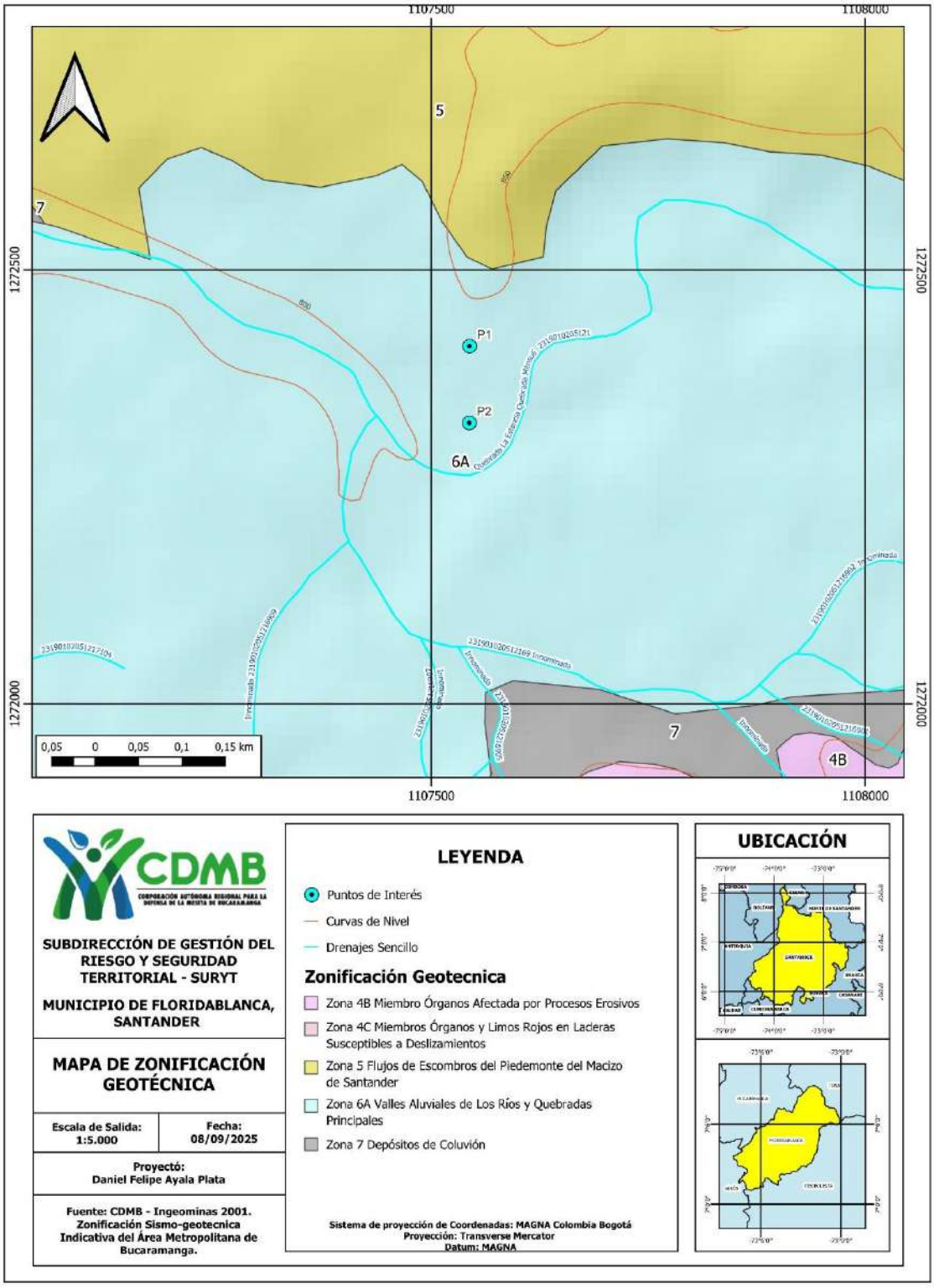


Figura 4. *Mapa de Zonificación geotécnica del sitio de interés en el Municipio de Floridablanca – Escala 1:25.000.* Fuente: CDMB – INGEOMINAS 2001. Zonificación Sismo Geotécnica Indicativa del Área Metropolitana de Bucaramanga.

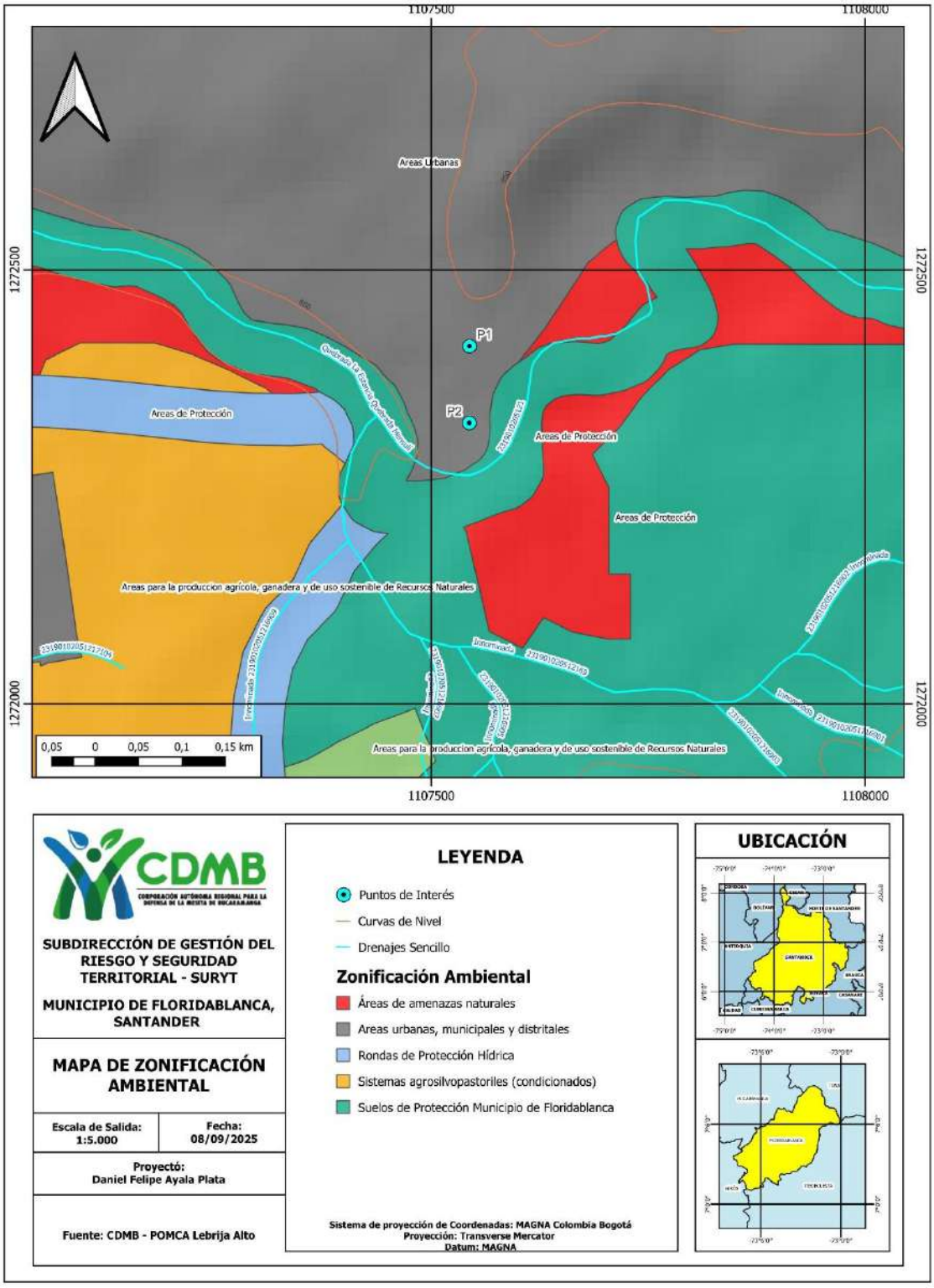


Figura 5. *Mapa de Zonificación Ambiental del sitio de interés en el Municipio de Floridablanca – Escala 1:25.000*. Fuente: CDMB – POMCA Lebrija Alto.

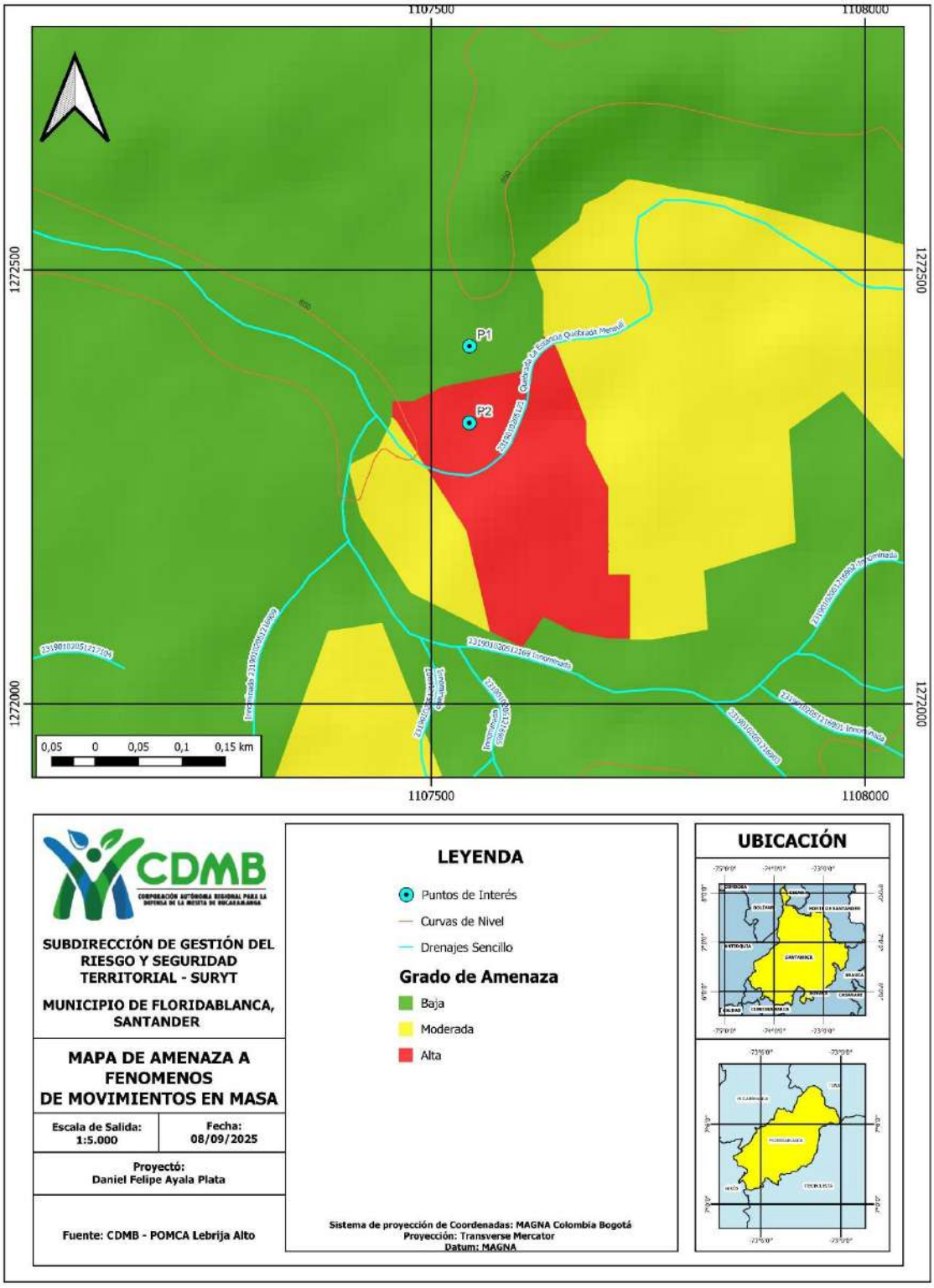


Figura 6. *Mapa de Amenaza por fenómenos de movimientos en masa del sitio de interés en el Municipio de Floridablanca – Escala 1:25.000*.
Fuente: CDMB – POMCA Lebrija Alto.

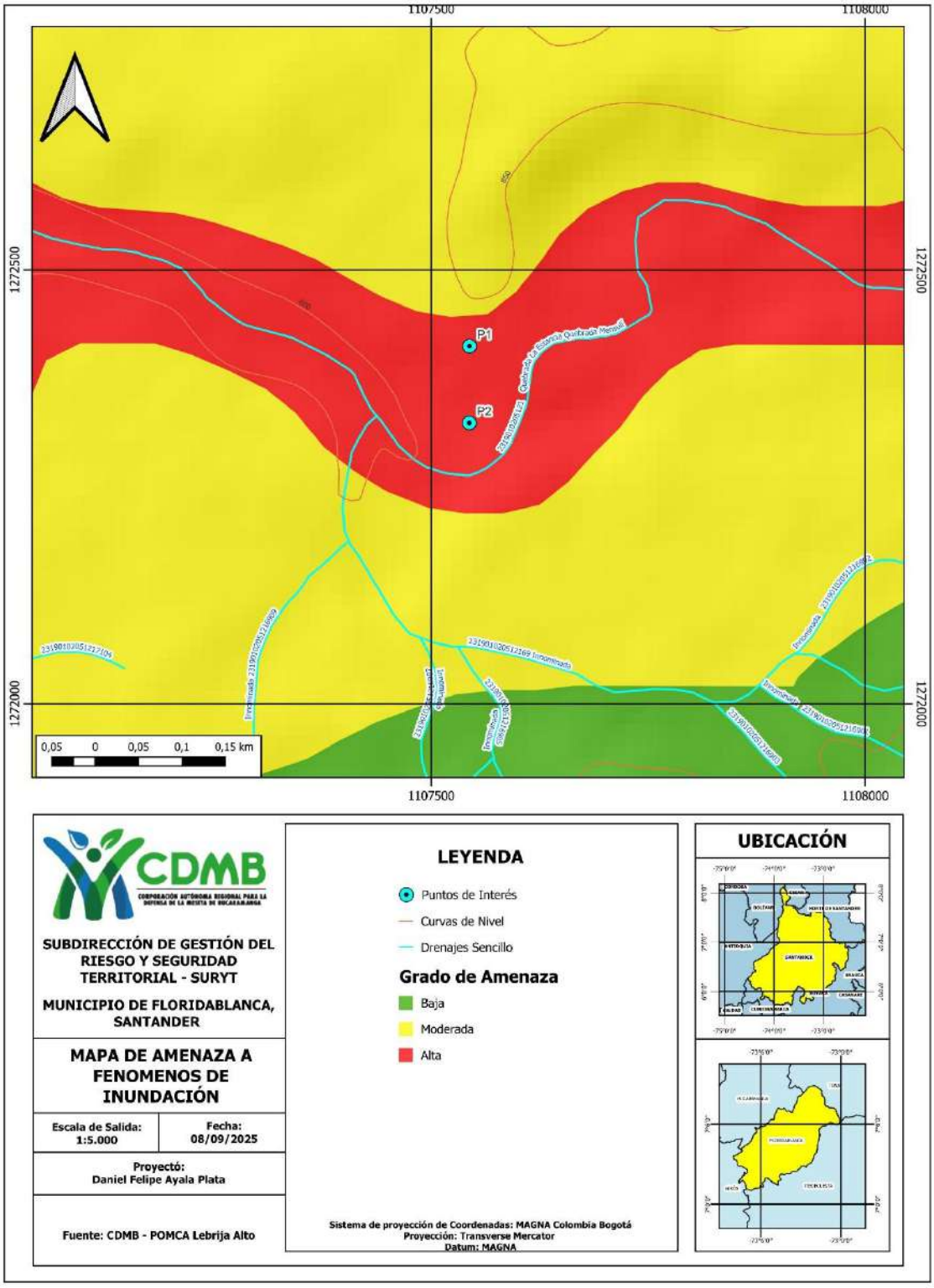


Figura 7. *Mapa de Amenaza por fenómenos de inundación del sitio de interés en el Municipio de Floridablanca – Escala 1:25.000*. Fuente: CDMB – POMCA Lebrija Alto.

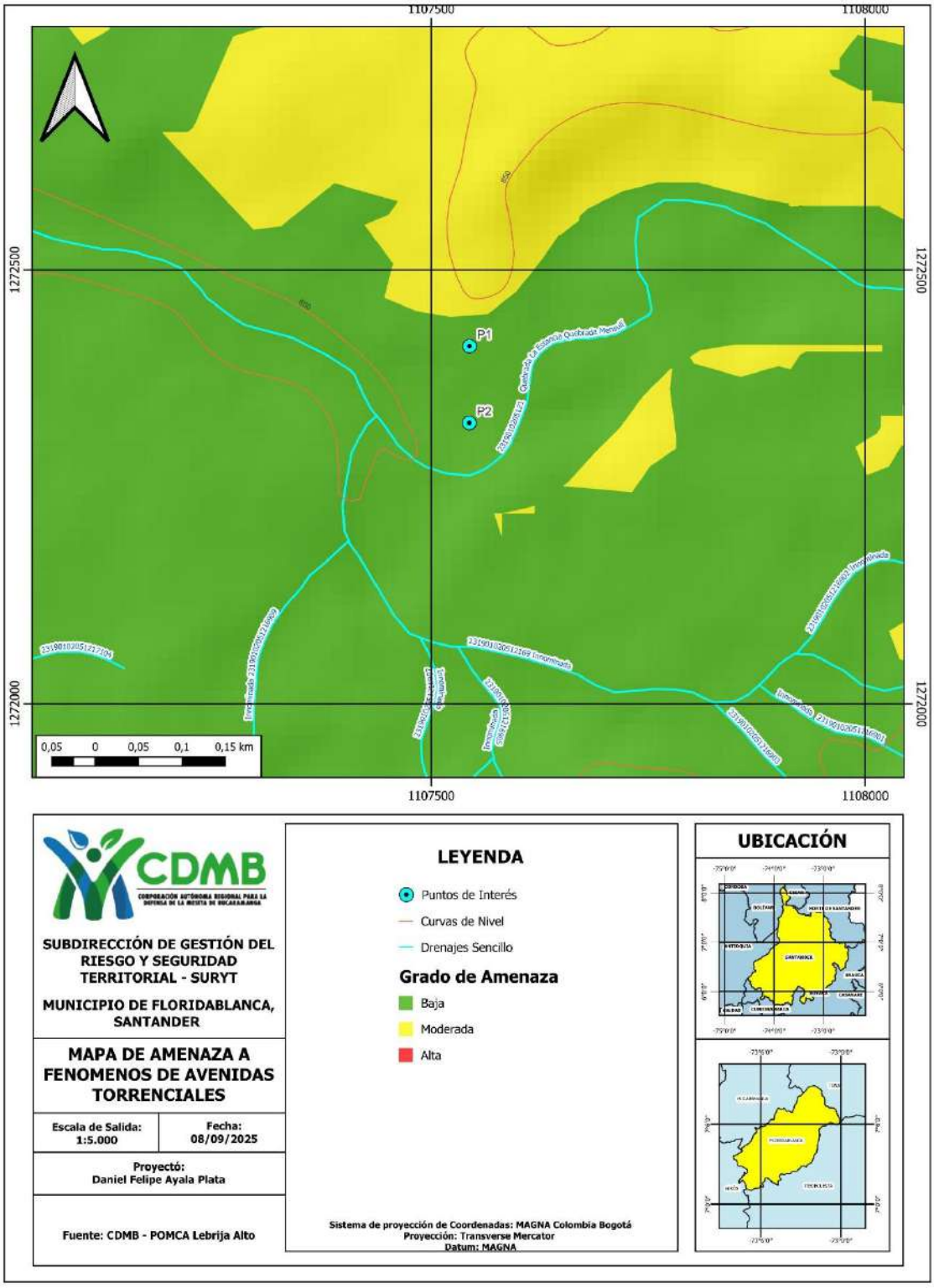


Figura 8. *Mapa de Amenaza por fenómenos de avenidas torrenciales del sitio de interés en el Municipio de Floridablanca – Escala 1:25.000.*
Fuente: CDMB – POMCA Lebrija Alto.