

**Informe de practica académica realizada
en la Oficina Asesora de Gestión del Riesgo de Popayán - OAGRDP**

Karen Alejandra Arroyave Guerrero

Trabajo de grado
Modalidad pasantía para optar a título de Geóloga.

Universidad de Caldas
Facultad de Ciencias Exactas y Naturales
Programa de Geología
Manizales, Caldas
2023

**Informe de practica académica realizada
en la Oficina Asesora de Gestión del Riesgo de Popayán - OAGRDP**

Karen Alejandra Arroyave Guerrero

Trabajo de grado
Modalidad pasantía para optar a título de Geóloga.

Asesor Académico: Lina Marcela Marín

Asesor Institucional: German Orlando Callejas

Universidad de Caldas
Facultad de Ciencias Exactas y Naturales
Programa de Geología
Manizales, Caldas
2023

Resumen

Este informe tiene como objetivo principal exponer las actividades desarrolladas durante la práctica académica enfocada en Geología, realizada en la Oficina Asesora de Gestión de Riesgo del Municipio de Popayán – OAGRDP.

Dado que el territorio del municipio de Popayán se encuentra expuesto a eventos naturales de origen geológico como sismos, movimientos en masa y actividad volcánica, así como fenómenos hidrometeorológicos como inundaciones, avenidas torrenciales y vendavales, junto con eventos de origen socio-natural, incendios de cobertura vegetal, resulta imperativo implementar estrategias de gestión de riesgo. En respuesta a esto, la OAGRDP realiza inspecciones oculares por medio de visitas técnicas, para evaluar el nivel de amenaza en diferentes puntos del municipio, con el propósito de implementar medidas de mitigación pertinentes cuando sea necesario. En el contexto de la práctica académica, se brindó apoyo en la realización de 27 visitas técnicas, solicitadas por miembros de la comunidad o sus representantes. Por medio de estas visitas técnicas se logró evidencias que Popayán enfrenta desafíos significativos en relación con los movimientos en masa, que en su mayoría son atribuidos a intervenciones antrópicas.

Agradecimientos

Agradezco enormemente a mi familia por su dedicación, amor y apoyo incondicional, que ha forjado la persona que soy hoy, y me ha permitido cumplir mis metas.

También quiero reconocer al equipo de profesionales de la Oficina Asesora de Gestión del Riesgo de Desastres, quienes han compartido su conocimiento conmigo.

A la profesora Lina Marín, por su asesoramiento en el proceso de obtención del título de Geóloga, por sus recomendaciones, correcciones y su disposición para acompañarme durante estos meses de práctica.

Y finalmente a todas las personas que me acompañaron durante mi proceso de formación dentro de la Universidad de Caldas.

Nota de aceptación

Aprobada



Esp. Lina Marcela Marín Ramírez
Asesora académica



Creo en
POPAYÁN

Firmado digitalmente por
GERMAN ORLANDO CALLEJAS
CALVACHE
Fecha: 2023.09.15 13:39:35
-05'00'

German Orlando Callejas
Asesor institucional

INDICE

1	Introducción	1
2	Objetivos	4
2.1	Objetivo General	4
2.2	Objetivos Específicos	4
3	Localización	5
4	Marco teórico	5
4.1	Hidrometeorológicos:.....	9
	Avenidas Torrenciales	11
5	Geología Regional	14
5.1	Unidades litoestratigráficas.....	15
5.1.1	Complejo Arquía (Pzca) (Nuñez, 1990):.....	15
5.1.2	Complejo Quebradagrande (Kcq)	15
5.1.3	Complejo Ofiolítico de La Tetilla (Kicot)	15
5.1.4	Grupo del Cauca (PgNggc)	16
5.1.5	Rocas intrusivas (Ngi)	17
5.1.6	Formación Popayán.....	18
6	Geología Estructural	21
6.1	Falla Moras	21
6.2	Sistema de Fallas de Romeral.....	21
6.3	Sistema de Fallas Cali-Patía	22
6.4	Falla Bella Vista.....	23
6.5	Fallas de Dirección NW.....	23
7	Metodología	24
8	Resultados	30
9	Conclusiones	54
10	Bibliografía	56

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. <i>Mapa de localización de la zona de estudio de la practica académica</i>	5
Figura 2. <i>Mapa de localización de visitas técnicas realizadas durante la practica académica.</i> .	30
Figura 3. <i>Mapa de localización Visita No. 1.</i>	33
Figura 4. <i>Ubicación Visita No.1 en los mapas de amenaza por inundación y movimiento en masa escala (1:25000).</i>	39
Figura 5	39
Figura 6. <i>Mapa de localización Visita No.2.</i>	40
Figura 7. <i>Ubicación de la zona en los mapas de amenaza por inundación y movimiento en masa escala (1:25000).</i>	47
Figura 8. <i>Mapa localizacion Visita No.3.</i>	48
Figura 9. <i>Pendiente del terreno en la zona denominada como DES 1, Vereda La Meseta.</i>	53
Figura 10. <i>Ubicación Visita No.3 en los mapas de amenaza por inundación y movimiento en masa escala (1:25000).</i>	53

LISTA DE TABLAS

Tabla 1.....	28
Tabla 2.....	31
Tabla 3.....	32
Tabla 4.....	40
Tabla 5.....	48

LISTA DE IMÁGENES

Imagen 1. <i>Asentamientos del terreno al costado de la vía en la vereda El Paraíso.</i>	34
Imagen 2. <i>Grieta sobre la vía de acceso a la Vereda El Paraíso.</i>	36
Imagen 3. <i>Asentamientos en el predio de la señora Omaira Orozco.</i>	37
Imagen 4. <i>Abultamiento al pie del talud a un costado de la vía de acceso a la vereda El Paraíso.</i>	37
Imagen 5. <i>Deslizamiento traslacional sobre la vía en la Vereda El Boqueron.</i>	41
Imagen 6. <i>Placa huella vereda El Boquero, sin canalización de aguas y un deslizamiento sobre la misma.</i>	42
Imagen 7. <i>Vivienda señora Margarita Cruz.</i>	42
Imagen 8. <i>Talud parte posterior afectado por aguas lluvias no canalizadas del techo de la vivienda y con un area socavada.</i>	43
Imagen 9. <i>Hundimiento del suelo en la parte frontal de la vivienda de la señora Margarita Cruz.</i>	44
Imagen 10. <i>Canalización de aguas lluvias en la parte frontal de la vivienda.</i>	44
Imagen 11. <i>Desagüe del agua de los canales, se observa como el agua socava el suelo antes de caer a la placa huella en la vereda El Boquerón.</i>	45
Imagen 12. <i>Cargas en la parte superior del talud.</i>	45
Imagen 13. <i>Fisura en el suelo al interior de la vivienda</i>	46
Imagen 14. <i>Deslizamiento de aproximadamente 4 metros de alto a un costado de la Vía en la Vereda la Meseta.</i>	49
Imagen 15. <i>Deslizamiento de aproximadamente 8 metros de alto a un costado de la Vía en la Vereda la Meseta.</i>	50

Imagen 16. <i>Empozamiento de agua sobre la vía</i>	50
Imagen 17. <i>Afectación de la vía y presencia de residuos sólidos sobre un deslizamiento</i>	51
Imagen 18. <i>Socavación a un costado de la vía que conecta la Vereda La Meseta y el Barrio Julumito</i>	52

1 Introducción

El municipio de Popayán debido a sus condiciones geográficas, geológicas, tectónicas y socio-ambientales, se encuentra según la historicidad de eventos planteada en la formulación del plan municipal de gestión del riesgo de desastres, expuesto a sucesos naturales de origen geológico; como sismos, movimientos en masa y actividad volcánica; de la misma manera a eventos hidrometeorológicos referentes a inundaciones, avenidas torrenciales y vendavales y de origen socio-natural como incendios de cobertura vegetal. Siendo así, importante no solo el accionar de la Oficina Asesora de Gestión del Riesgo ante las condiciones de amenaza que se encuentra el municipio, sino también, de las medidas adoptadas por las personas para salvaguardar su ámbito personal.

De acuerdo con la ley 1523 del 2012, la Gestión del Riesgo de Desastres en adelante Gestión del Riesgo, corresponde al “proceso social de planeación, ejecución, seguimiento y evaluación de políticas y acciones permanentes para el CONOCIMIENTO del riesgo y promoción de una mayor conciencia del mismo, impedir o evitar que se genere, REDUCIRLO o controlarlo cuando ya existe y para prepararse y MANEJAR las situaciones de desastre, así como para la posterior recuperación, (rehabilitación y reconstrucción). Esto con el propósito explícito de contribuir a la seguridad, el bienestar y calidad de vida de las personas y al desarrollo sostenible”.

La Oficina Asesora de Gestión del Riesgo del Municipio de Popayán tiene como objetivo orientar el desarrollo social, económico y ambiental siguiendo las directrices establecidas por el Consejo Municipal de Gestión del Riesgo, mediante la formulación, ejecución, seguimiento y evaluación de políticas, estrategias, planes, programas, regulaciones, instrumentos, medidas y

acciones permanentes para conocer y reducir el riesgo, así como para el manejo de desastres, con el propósito de contribuir a la seguridad, el bienestar y la calidad de vida de las personas y al desarrollo sostenible.

Con el fin de asegurar la objetividad en el plan municipal de Gestión del Riesgo de Desastres, la OAGRDP ha adoptado diferentes estudios realizados por el Servicio Geológico Colombiano en colaboración con la Universidad del Cauca para interpretar las condiciones de amenaza, vulnerabilidad y riesgo del municipio, basado en componentes geológicos, geomorfológicos, geotécnicos y los detonantes sísmicos e hidrológicos.

Como aporte al desarrollo del plan municipal, una de las actividades realizadas por la Oficina Asesora de Gestión del Riesgo de Desastres es la implementación de visitas técnicas solicitadas por líderes, miembros de la comunidad y entidades públicas y privadas, en las cuales se revisa la zona para identificar sus características físicas, su ubicación y realizar un registro fotográfico como base para, posteriormente proporcionar un concepto técnico, sobre el nivel de amenaza y las recomendaciones pertinentes para cada caso, y lograr remitir a las diferentes entidades competentes encargadas.

La práctica académica realizada, incluyó apoyo a dichas visitas técnicas para el análisis de las afectaciones y las condiciones de amenaza de los diferentes barrios y veredas del municipio de Popayán. Durante estas visitas se dio un enfoque a aspectos geomorfológicos y a las características del suelo, para una mejor interpretación de las condiciones de amenaza, vulnerabilidad y riesgo del territorio.

Como parte de la práctica académica realizada en la OAGRDP, se brindó apoyo en las visitas técnicas realizadas para analizar las afectaciones y las condiciones de amenaza en los

barrios y veredas del municipio de Popayán. Durante estas visitas, se dio enfoque a los aspectos geomorfológicos y las características del suelo, ya que son fundamentales para interpretar las condiciones de amenaza, vulnerabilidad y riesgo del territorio. Utilizando como apoyo los datos de georreferenciación y registro fotográfico para el procesamiento de la información y apoyo para lograr emitir un concepto pertinente en cada situación.

Gracias al apoyo brindado en las visitas técnicas, se logró aplicar los conceptos y conocimientos adquiridos a lo largo del pregrado de Geología. Como resultado, se contribuyó significativamente a la interpretación técnica de las condiciones de amenaza y vulnerabilidad en el territorio del municipio de Popayán.

2 Objetivos

2.1 Objetivo General

Dar apoyo a la Oficina Asesora de Gestión del Riesgo de Popayán, en las visitas técnicas realizadas en el marco del desarrollo del plan municipal del Gestión del riesgo de desastres.

2.2 Objetivos Específicos

- Apoyo a la Oficina Asesora de Gestión del Riesgo, por medio de informes técnicos para la caracterización de escenarios con condición de amenaza en el Municipio de Popayán.
- Evaluar los factores geológicos superficiales y geomorfológicos en las zonas visitadas, para la evaluación de su condición de amenaza.
- Realizar georreferenciación de las zonas visitadas para su posterior representación geográfica, y determinación de nivel de amenaza por inundación y movimientos en masa por medio de los estudios adoptados por la OAGRDP y herramientas SIG (Sistemas de Información Geográfica).

3 Localización

El municipio de Popayán que se ubica en la zona central del departamento del Cauca. Sobre el valle interandino del río Cauca que en la zona es denominado Valle de Pubenza el cual se sitúa entre las cordilleras Central y Occidental de Colombia (Figura 1).

Tiene límites con 6 municipios del mismo departamento, al norte con Cajibío, al noreste con el municipio de Totoró, al sur con los municipios de Timbio y Sotara, al sureste Purace y al oeste con el Tambo.

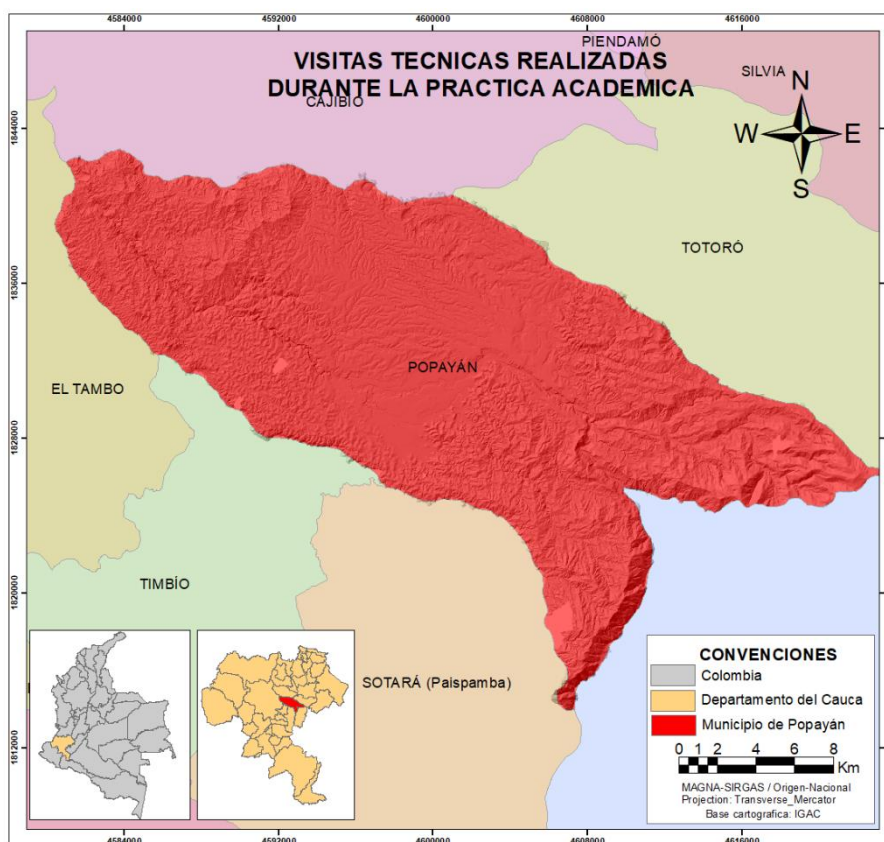


Figura 1. Mapa de localización de la zona de estudio de la práctica académica

En Colombia, el desarrollo de políticas para la gestión del riesgo de desastres ha evolucionado como resultado de eventos relevantes. En 1984, tras el sismo de Popayán ocurrido en 1983, se creó el Fondo Nacional de Calamidades, conocido hoy como el Fondo Nacional de Gestión del Riesgo de Desastres, como una cuenta especial de la nación destinada a ejecutar la política de gestión del riesgo de desastres. Este evento también mostró la necesidad de que el país contara con un código reglamentario para el diseño y construcción de edificaciones.

Posteriormente, en 1985, tras el desastre ocasionado por la erupción del Nevado del Ruiz, se hizo evidente la necesidad de contar con un sistema que coordinara la prevención y atención de desastres. En respuesta, se creó el Sistema Nacional para la Prevención y Atención de Desastres (SNPAD) mediante Ley 46 de 1988 – Decreto Ley 919 de 1989. Este sistema proporcionó las herramientas necesarias para la creación de la Ley 1523 de 2012 que adopta la Política Nacional de Gestión del Riesgo de Desastres y establece el Sistema Nacional de Gestión del Riesgo de Desastres.

Es importante destacar que estos antecedentes permitieron el desarrollo de una política nacional de gestión del riesgo de desastres en Colombia, la cual buscó fomentar la prevención y la reducción del riesgo, así como la atención y recuperación en caso de desastres. De esta manera, se establecieron las bases para el enfoque de gestión del riesgo que se utiliza en la actualidad en el país.

La Ley 1523 de 2012 tiene como objetivo principal fortalecer la capacidad institucional para la gestión del riesgo de desastres en entes locales, regionales y nacionales. Esta ley promueve la coordinación y articulación de las diferentes entidades estatales y la sociedad en general en la prevención y atención de situaciones de riesgo. También establece las responsabilidades de los actores involucrados en la gestión del riesgo, define los planes y

programas para la prevención y atención de situaciones de riesgo y establece los recursos y mecanismos de financiación para la gestión del riesgo en Colombia.

La gestión del riesgo de desastres, según la Ley es conceptualizada como un proceso social de planificación, ejecución, seguimiento y evaluación de políticas y acciones permanentes para el conocimiento del riesgo y la promoción de una mayor conciencia de este. El objetivo es impedir, evitar, reducir o controlar el riesgo cuando ya existe, prepararse y manejar situaciones de desastre y llevar a cabo la recuperación, rehabilitación y reconstrucción posterior. Todo ello con el fin explícito de contribuir a la seguridad, bienestar y calidad de vida de las personas y al desarrollo sostenible.

Dentro de la gestión del riesgo se llevan a cabo los procesos de conocimiento del riesgo, reducción del riesgo y manejo de desastres. A continuación, se definirán con más detalle estos procesos de acuerdo con lo encontrado en la ley 1523 de 2012:

- **Conocimiento del riesgo:** Se trata del proceso que se compone por la identificación de escenarios, el análisis y evaluación del riesgo, como también el monitoreo y seguimiento de sus componentes, así mismo la comunicación para promover una mayor conciencia de este, contribuyendo a la reducción y manejo de desastres
- **Reducción del riesgo:** Se entiende como el proceso de la gestión del riesgo que se compone por la intervención dirigida a modificar o disminuir las condiciones de riesgo existentes, es decir este proceso busca implementar medidas para mitigar y prevenir el riesgo en el territorio, que son adoptadas con antelación para reducir la amenaza, la exposición y disminuir la vulnerabilidad de las personas, medios de subsistencia, los bienes, la infraestructura y los recursos ambientales, para evitar o minimizar los daños y pérdidas en caso de producirse los fenómenos adversos. El proceso de reducir el

riesgo se conforma por la intervención correctiva del riesgo ya existente, la intervención prospectiva del nuevo riesgo y la protección financiera.

- **Manejo de desastres:** Es el proceso de la gestión de riesgo que implica la preparación para la respuesta a emergencias y la recuperación posdesastres. Lo que incluye tanto la ejecución de dicha respuesta como también la rehabilitación y recuperación.

Durante la practica realizada dentro de la Oficina Asesora de Gestión del Riesgo de Desastres de Popayán, se analizaron principalmente amenazas por Movimientos en Masa e Inundación, no obstante, conforme el plan municipal de gestión del riesgo de desastres, el municipio de Popayán está expuesto a diferentes tipos de eventos naturales, los cuales pueden ser muy destructivos y causar daños en la infraestructura y en los ecosistemas locales. Es importante tener presentes estos eventos para poder desarrollar políticas públicas y estrategias de gestión de riesgos efectivas, conociendo la condición de amenazas, vulnerabilidad y riesgo de las comunidades.

Para lo cual es necesario conocer cuáles son los eventos que pueden llegar afectar a dicha comunidad, en el caso de Popayán estos eventos son:

Sismos: La colisión de las placas tectónicas a lo largo de miles de años produce cambios notables en la superficie terrestre, incluyendo la formación de montañas y la acumulación de energía debido a la fricción. Este proceso continuo causa deformaciones severas de las rocas subterráneas, que pueden romperse repentinamente y liberar energía en forma de ondas sísmicas que sacuden la superficie terrestre. Por ende, los terremotos son el resultado de este proceso lento pero constante.

Es importante tener en cuenta que el epicentro de un terremoto es la proyección en la superficie terrestre, del punto de origen de la liberación de energía (conocido como hipocentro o foco)

La capacidad destructiva de un terremoto depende de varios factores, como la magnitud (medida en la escala de Richter), la distancia al foco, las características del suelo, la resistencia de las estructuras y la preparación de la población para responder adecuadamente antes, durante y después del evento sísmico. (UNGRD, 2013.)

Movimientos en masa: Los movimientos en masa, conocidos como deslizamientos, derrumbes, movimientos de remoción en masa; entre otros términos, según la UNGRD (2013) se originan cuando el suelo, la roca y/o las tierras se desplazan ladera abajo debido a la fuerza de gravedad . La UNGRD clasifica a estos movimientos en cinco tipos básicos: caída, volcamiento, deslizamiento, propagación lateral y flujos.

La UNGRD (2020) ha determinado que en la ocurrencia y causas de los movimientos en masa intervienen diversos factores naturales, como la cobertura del suelo, la pendiente del terreno, las características intrínsecas de los materiales, la lluvia y la actividad tectónica. En Colombia, las lluvias intensas y/o prolongadas son el principal desencadenante de estos eventos. Además, los factores antrópicos, como el uso inadecuado del territorio, también influyen en la ocurrencia de estos movimientos en masa. (UNGRD, 2020).

4.1 Hidrometeorológicos:

Inundaciones:

De acuerdo con la UNGRD (s.f.) cada año las inundaciones causan mayores daños debido a la intervención humana en la degradación progresiva de cuencas y cauces de ríos y quebradas,

la acumulación de basura en estos cuerpos de agua, la obstrucción de drenajes naturales que limitan las ciénagas, el aumento de la erosión por la tala y quema de bosques, y la ocupación de zonas

propensas a inundaciones. A pesar de que la cantidad de lluvia es similar cada año, los daños producidos son cada vez más graves.

Las inundaciones son una de las calamidades que más pérdidas y deterioro social causan.

La UNGRD (s.f.) determina diferentes tipos de inundaciones, tales como:

- Inundaciones repentinas: ocurren cuando grandes cantidades de agua llegan a un lugar en muy poco tiempo, siendo comunes en zonas montañosas con pendiente alta. Suelen originarse cuando los aguaceros intensos en terrenos débiles o sin vegetación aceleran la formación de deslizamientos, los cuales tapan los ríos y forman represas naturales que al ser rotas generan una avalancha de agua.

- Inundaciones lentas o en la llanura: ocurren en terrenos planos en los que el agua tarda en desaguar. Suelen presentarse en zonas cercanas a ríos y en sitios donde las lluvias son frecuentes o intensas.

- Inundaciones en ciudades: ocurren en poblaciones sin sistemas de alcantarillado o canales de drenaje efectivos, o en áreas planas o algo cóncavas como los valles. Las lluvias pueden generar inundaciones directas, sumadas a las causadas por el desbordamiento de ríos y quebradas.

Es importante trabajar en la prevención de inundaciones mediante el mantenimiento adecuado de los cuerpos de agua, la protección de las cuencas, la implementación de sistemas de

drenaje efectivos, la conservación de los bosques y un uso adecuado del suelo en zonas propensas a inundaciones.

Avenidas Torrenciales:

Una avenida torrencial de acuerdo con el Servicio Geológico Colombiano (2021), es un flujo rápido de agua que circula por cauces permanentes o intermitentes con pendientes longitudinales altas, que puede ser provocado por lluvias intensas. Este fenómeno involucra el transporte de una mezcla de agua y sólidos en diferentes proporciones. Los sólidos pueden provenir tanto de las laderas adyacentes como del lecho de los cauces. Cuando el flujo alcanza zonas de baja pendiente, se produce el depósito del material a lo largo de su trayectoria. En la anterior definición, se considera que los flujos de detritos, los flujos de lodos y los flujos hiperconcentrados (inundaciones de detritos e inundaciones de lodos) son los flujos involucrados en el concepto de avenida torrencial (SGC, 2021)

Vendavales:

Se conoce como vendaval, a el aumento de la intensidad de los vientos durante intervalos cortos de tiempo. Estos vendavales pueden causar daños a edificaciones, incluyendo la cubierta, tejas y ventanas, así como la caída de árboles y objetos. Es impredecible saber cuándo se producirán estos fenómenos. (UNGRD, 2013)

Incendios:

De acuerdo con la Unidad Nacional de Gestión del Riesgo de Desastres (UNGRD, 2013.), es un fenómeno que se produce cuando existe un material combustible, oxígeno y una fuente de calor que eleva la temperatura del combustible y lo lleva a su evaporación y posterior ignición o presencia de llama. El combustible puede ser sólido, líquido o gaseoso y la fuente de calor puede

ser cualquier fuente de energía térmica como un fósforo, un cigarrillo encendido o un cortocircuito. Cuando uno o varios materiales inflamables son consumidos en forma incontrolada por el fuego, se produce lo que conocemos como incendio, generando pérdidas en vidas y/o bienes.

Actividad volcánica:

La Unidad Nacional de Gestión del Riesgo de Desastres, define la actividad volcánica como cualquier tipo de dinámica proveniente de un volcán, incluyendo erupciones, expulsión de ceniza o gases, incremento en la producción de calor, o cambios en la sismicidad o deformación de la superficie volcánica. El magma o roca fundida que busca subir hacia la superficie a través de grietas y fisuras forma los volcanes, los cuales se entienden como aberturas naturales en la corteza terrestre por donde brotan gases, cenizas y lava. Cuando el material es expulsado suavemente o en forma explosiva, se denomina erupción volcánica.

Como ya se mencionó es importante conocer estos fenómenos para así determinar las condiciones de amenaza, vulnerabilidad y riesgo, a lo que se encuentran expuestas las comunidades. De acuerdo con la ley 1523 de 2012, amenaza es el peligro latente de que un evento físico derivado de causas naturales o humanas accidentales que pueden presentarse con una gravedad que cause daños a la salud, la infraestructura, los bienes, los medios de vida, los servicios y el medio ambiente. Lo cual combinado con una situación de vulnerabilidad da una condición de riesgo, entendiéndose vulnerabilidad como la fragilidad física, económica, social, ambiental o institucional de una comunidad para ser afectada por eventos físicos peligrosos y sufrir pérdidas o daños en sus medios de subsistencia y sistemas físicos, sociales, económicos y de apoyo. En otras palabras, es la predisposición que tienen los seres humanos y su entorno a sufrir efectos adversos ante la ocurrencia de un evento físico peligroso.

Mientras que el concepto de riesgo según la misma ley, se relaciona con las posibles pérdidas o daños que pueden ocurrir como resultado de eventos físicos peligrosos, como los de origen natural, socio-natural, tecnológico, biosanitario o humano no intencional, dentro de un periodo específico. Este riesgo viene determinado por la vulnerabilidad de los elementos expuestos, lo que da lugar al riesgo de desastres al combinarse con la amenaza correspondiente.

5 Geología Regional

El territorio colombiano, situado en el límite de tres placas tectónicas mayores (suramericana, de Nazca y Caribe), ha sido moldeado por los movimientos relativos de estas placas durante la era Cenozoica, dando origen al sistema orogénico de los Andes del Norte. Este sistema comprende diversas cadenas de montaña separadas por valles y depresiones intramontañosas (Megard, 1987; Meijer & Wortel, 1992; Stefanick & Jurdy, 1992; Coblenz & Richardson, 1996, como se citó en Servicio Geológico colombiano, 2015). En la actualidad, estas placas continúan acercándose entre sí (DeMets et al., 1990; Freymueller et al., 1993), lo que provoca deformaciones en la corteza continental, actividad volcánica y una intensa actividad sísmica en el territorio colombiano (Servicio Geológico Colombiano, 2015).

Dentro del territorio colombiano la cordillera de los Andes está conformada por 3 cadenas montañosas las cordilleras Occidental, Central y Oriental, entre las cuales se encuentran las cuencas o valles interandinos. El departamento del Cauca está situado en la cuenca Cauca- Patía que se trata de una depresión intermontana que se encuentra localizada en el suroccidente colombiano y separa las cordilleras Central y Occidental. Esta cuenca se divide en 3 sectores; al sur la subcuenca Cauca - Patía, al norte la subcuenca Cauca y en la parte central el alto de Popayán, en la cual se ubica el municipio de Popayán (Hincapié et al., 2009). Donde se diferencian tres provincias geomorfológicas, Cordillera Central, Valle interandino Cauca –Patía y Cordillera Occidental, influenciadas por actividad volcánica principalmente de la Cordillera Central. (Orrego y París, 1999).

Con el fin de generar una contextualización sobre la geología regional del municipio de Popayán a continuación se realizará la descripción de las unidades litoestratigráficas, geología estructural y unidades geológicas superficiales.

5.1 Unidades litoestratigráficas

Paleozoico

5.1.1 Complejo Arquía (Pzca) (Nuñez, 1990):

El Complejo Arquía aflora en el oriente del territorio del municipio de Popayán, como constituyente de la Cordillera Central, en donde se encuentra representado por filitas, esquistos, cuarcitas, anfibolitas y neises (SGC,2015)

Sus relaciones estratigráficas con otras unidades incluyen contacto intrusivo, contacto tectónico (posiblemente con el Complejo Cajamarca y el Complejo Quebragrande) y contacto discordante en el techo. Sin embargo, gran parte de la unidad está cubierta por rocas de la Formación Popayán y depósitos del Cuaternario, lo que dificulta su reconocimiento completo. Además, está intruido por un pequeño cuerpo hipoabisal. El Complejo Arquía, asignado al Paleozoico, se constituye en la unidad litoestratigráfica más antigua que aflora en territorio del Municipio de Popayán. (Servicio Geológico Colombiano, 2015).

Cretácico

5.1.2 Complejo Quebradagrande (Kcq)

Según lo descrito por el Servicio Geológico (2015) el Complejo Quebradagrande se localiza hacia el oriente del municipio de Popayán, se trata de lavas masivas, junto a rocas foliadas y venas de cuarzo lechoso, altamente meteorizadas.

5.1.3 Complejo Ofiolítico de La Tetilla (Kicot)

El Complejo Ofiolítico de La Tetilla se localiza hacia el extremo oeste del territorio municipal de Popayán, está compuesto por bloques tectónicos que contienen rocas ígneas y sedimentarias con afinidad oceánica, que fueron sometidas a procesos metamórficos. Dentro de

este complejo se encuentran rocas sedimentarias clásticas como pelitas, así como rocas volcánicas basálticas de tipo lávico y volcanoclásticas, microgabros y rocas ultramáficas (SGC,2015). Estas rocas exhiben aspectos tanto masivos como foliados, con colores predominantes en tonos de verde y amarillo de acuerdo con el Servicio Geológico Colombiano (2015).

Las condiciones meteóricas a las que han estado expuestas han sido intensas, lo que ha dado lugar a un alto grado de meteorización en su composición.

Se encuentra cubierto por rocas de la Formación Popayán de manera discordante, y ha sido intruido por cuerpos de composición intermedia (Servicio Geologico Colombiano, 2015).

Paleógeno – Neógeno

5.1.4 Grupo del Cauca (PgNggc)

El Grupo del Cauca, en el territorio municipal de Popayán está representado por las formaciones Ferreira, Gauchinte y Esmita (Orrego, 1975 y Orrego et al, 1976, como se citó en SGC, 2015). Este grupo aflora en el extremo occidental, y está expuesto en las veredas Los Cerrillos y Río Hondo por el cauce de los ríos Hondo, Cauca y Palacé.

El Grupo del Cauca está compuesto por rocas de origen sedimentario que incluyen conglomerados, areniscas y margas, además de lutitas fosilíferas. Los conglomerados, bien cementados, pueden ser clasto a matriz soportado, con matriz tamaño areno - arcillosa y clastos del orden centimétrico, bien redondeados (Servicio Geologico Colombiano, 2015).

En su base se encuentra una discordancia angular que lo separa de la Formación Chimborazo. En cuanto a su techo, existen ciertas incertidumbres acerca de la discordancia con la

Formación La Esmita, pero se presenta una clara discordancia angular con las formaciones Galeón y Popayán. (Nivia, 2001).

Neógeno

Servicio Geológico (2015) define que la gran mayoría de rocas que afloran en el territorio municipal de Popayán pertenecen al período Neógeno. Y están representadas por las siguientes unidades:

5.1.5 Rocas intrusivas (Ngi)

Se trata de cuerpos pequeños, los cuales se describen a continuación:

5.1.5.1 Tonalita De San Antonio:

Se localiza en el Cerro San Antonio en el NW del territorio municipal de Popayán. La Tonalita de San Antonio, es una roca intrusiva, se caracteriza por ser holocristalina, inequigranular (posee un 45% de fenocristales) y seriada, donde los fenocristales flotan en una matriz fanerítica fina. Intruye al Complejo Ofiolítico la Tetilla y esta cubierta de manera parcial por la Formación Popayán (SGC, 2015)

5.1.5.2 Cuarzodiorita de la Vía:

Se sitúa en la vereda La Tetilla del municipio de Popayán. Se trata de rocas intrusivas leuocráticas, holocristalinas, faneríticas (grueso a muy grueso), seriadas, inequigranulares (20% de matriz). Las rocas de la Tonalita de San Antonio, debido a su mineralogía y textura, se clasifican como cuarzodioritas ligeramente porfiríticas. Estas rocas exhiben una gama de colores que varían entre tonos de gris y verde. Además, muestran un proceso de meteorización esferoidal (SGC, 2015).

La Cuarzodiorita de la Vía se encuentra intruyendo rocas pertenecientes al Complejo Ofiolítico la Tetilla. (SGC, 2015).

5.1.5.3 Andesita Porfirítica De Poblazón:

De acuerdo con el SGC (2015) se trata de rocas ígneas leucocráticas, holocristalinas e inequigranulares emergen en el curso del río Negro, al sur del caserío de Poblazón. Un aproximado del 50% de estas rocas está compuesto por fenocristales subcentimétricos que se encuentran inmersos en una matriz fanerítica fina.

La textura y mineralogía de estas rocas las clasifican como andesitas porfiríticas, indicando que pertenecen a la facies subvolcánica o hipoabisal. La Andesita Porfirítica de Poblazón intruye rocas metamórficas del Grupo Arquía y está parcialmente cubierta, de modo discordante, por rocas de la Formación Popayán (SGC, 2015).

Neógeno – Cuaternario

5.1.6 Formación Popayán

Hubach (1957), le da el nombre de Formación Popayán a los depósitos volcánicos descritos por Grosse (1935), quien la denominó Capas Tufíticas de Popayán a los depósitos volcánicos que ocupan la Altiplanicie de Popayán.

Las fuentes principales de origen de los productos volcánicos, que incluye la Formación Popayán, fueron las megacalderas de Paletará (Torres et al, 1999). El Servicio Geológico Colombiano (2015) adiciona a esto la influencia de un posible vulcanismo resurgente de dichas megacalderas; estas estructuras volcánicas se ubican sobre la cordillera Central, con otros

sistemas volcánicos, los productos volcánicos especialmente las ignimbritas se distribuyen en los flancos de la cordillera y ocupan los valles interandinos.

Según el SGC (2015) en el territorio del municipio de Popayán se encuentran los valles de los ríos Palace en el límite norte, Cauca, Rio Negro y Hondo al límite sur, como canales de tránsito de los flujos piroclásticos, constituidos principalmente por ignimbritas, asociados a estos canales.

Comparando las secuencias volcanoclásticas de las depresiones interandinas, se observa que los productos se dispersaron desde fuentes localizadas en la cima de la Cordillera Central, alcanzando direcciones con una dominancia Este-Oeste (EW). En consecuencia, se puede sugerir que los depósitos volcanoclásticos presentes en las depresiones interandinas tengan equivalentes tanto hacia el Este (Magdalena) como hacia el Oeste (Cauca - Patía). Ante la ausencia de una geocronología sistemática para el Altiplano de Popayán, se asume que la evolución de los eventos volcánicos del Neógeno es comparable con estos (SGC, 2015).

Grosse (1935) identificó los depósitos en la altiplanicie de Popayán están compuestos principalmente por tobas volcánicas y aglomeráticas con bombas mayormente andesíticas. También encontró intercalaciones de tobas volcánicas ordinarias, sin bombas ni lapilli, y bancos de capas de casajo.

Además, Grosse destacó que las tobas en el altiplano de Popayán se encuentran altamente meteorizadas.

Alvarado y Hubach (1932) denominan Piso de Popayán a las rocas y depósitos en la región de Popayán. Según su propuesta, la base de esta unidad al oeste, sur y noroeste de la ciudad de Popayán está formada por un "derrame de andesitas". El techo de esta unidad está

compuesto por tobas rosadas con una gran abundancia de guijarros arrojados por volcanes.

Concluyen que sobre el Piso de Popayán se deposita una capa de greda tobácea de color ocre a pardo.

Según Orrego (1975) y Orrego et al. (1976), la Formación de Popayán se compone de conglomerados, areniscas líticas, aglomerados, areniscas volcánicas, tobas y lavas andesíticas. Servicio Geológico Colombiano (2015) propone de manera informal la presencia de diferentes conjuntos litológicos los cuales se mencionan a continuación junto con las diferentes unidades litoestratigráficas que componen a la Formación Popayán de acuerdo con la nomenclatura de Torres et al (1992). Según Fisher & Schmincke (1984, como se citó en (Torres, 2010), cada conjunto está constituido por una o varias unidades eruptivas que, a su vez, se componen de una o varias unidades de flujo o de caída piroclástica:

- Miembro Polindara (Ngmp)
- Conjunto Río Hondo (Ngqcrh)
- Conjunto Mulaló (Ngqcm)
- Domo De San Alfonso (Ng?Qdsa)
- Conjunto Palacé (Ng?Qcp)
- Conjunto San Bernardino (Ng?Qcsb)
- Conjunto La Cabuyera (Ng?Qclc)
- Conjunto El Cadillal (Ng?Qcec)
- Conjunto Yanaconas (Ng?Qcy)
- Miembro La Venta (Qmlv)
- Conjunto La Florida (Qclf)
- Conjunto Cargachiullo-Pusná (Qccp)
- Conjunto Campo Bello (Qccb)

6 Geología Estructural

Las rocas que se encuentran en el territorio municipal de Popayán, incluyendo la Formación de Popayán presentan fallas y diaclasas. Las fallas siguen dos direcciones principales NE y NW. Localmente aparecen direcciones N-S y E-W. (SGC et al., 2015)

En la Cordillera Central, se destaca la Falla Moras en dirección aproximada N-S, junto con el Sistema de Fallas de Romeral en dirección NE. En el valle interandino, se mapearon las fallas de La Tetilla, Mosquerillo y Guayabillas con orientación NE, y las fallas de Río Hondo y Palacé en dirección E-W. En la Cordillera Occidental, se identificaron las fallas del Sistema de Cali-Patía y Bella Vista, ambas con orientación NE, así como las fallas de Paso de Bobo y Montaña Perdida en dirección NW (INGEOMINAS, 1999, como se citó en SGC et al., 2015).

6.1 Falla Moras

Orrego y París (1991, como se citó en SGC et al., 2015) sugieren que esta falla podría corresponder a las fallas Palestina o Mulatos, situadas en el norte del país. En la región de las cabeceras del Río Moras, esta falla presenta una orientación dextral con un ángulo pronunciado, inclinada hacia el este. Esta falla pone en contacto rocas precámbricas con metamorfitas paleozoicas y sedimentitas cretáceas de la Cordillera Oriental. Esta falla también alinea los volcanes Nevado del Huila y Puracé.

6.2 Sistema de Fallas de Romeral

Nombrado por Grosse (1926), ha tenido varias interpretaciones. Autores como Barrero (1979, Irving (1971), y Duque-Caro (1980) lo ven como una zona de contacto entre dominios oceánico y continental. McCourt (1984) lo asocia con una sutura entre dominios oceánicos y continentales.

Orrego & Acevedo (1984) y Mosquera & Orrego (1990), sugieren que las estructuras del flanco oeste de la Cordillera Central pertenecen al Sistema de Fallas de Romeral.

Este sistema actúa como límite entre rocas oceánicas del Cretácico inferior y metamorfitas paleozoicas. Su actividad se inicia en el Cretácico Inferior con la acreción de rocas oceánicas al continente. Además, el sistema presenta pruebas de actividad reciente y todas las fallas se desarrollan en un entorno geotectónico en constante cambio (Page, 1986, como se citó en (SGC et al., 2015). El Sistema de Fallas de Romeral consiste en tres megafallas, con longitud de cientos de km a lo largo de la Cordillera Central. Estas fallas son (INGEOMINAS, 1999, como se citó en SGC et al., 2015).

Falla San Jerónimo el nombre original fue asignado por Grosse (1926), esta falla cruza algunos depósitos recientes de la Formación Popayán, los cuales se encuentran afectados en algunas zonas por movimientos técnicos de esta falla (INGEOMINAS, 1999). S

Silvia-Pijao a la cual se asocian las fallas Las Estrellas y El Crucero (SGC et al., 2015).

Cauca-Almaguer a esta falla se encuentran asociadas las fallas Popayán, Piendamó, La Tetilla, Mosquerillo, Rosas-Julumito. (SGC et al., 2015).

6.3 Sistema de Fallas Cali-Patía

De acuerdo con el SGC et al. (2015) este sistema se ubica cerca del borde de la Cordillera Occidental y su actividad tectónica comenzó hacia finales del Cretácico Superior-Paleógeno. Las fallas en el sistema muestran un movimiento inverso con un ángulo alto y una dirección noreste, inclinadas hacia el este, lo que resulta en desplazamientos horizontales significativos. Este sistema desempeñó un papel fundamental en la ubicación en el continente de rocas oceánicas

desde el Cretácico Superior hasta el Eoceno. Las fallas se entrecruzan en un patrón elipsoidal, indicando movimientos laterales (SGC et al., 2015).

Entre las principales estructuras geológicas se encuentra la Falla Cali-Patía, que sigue el curso del Río Cauca y marca el límite entre la Cordillera Occidental en el lado occidental y el valle interandino en el lado oriental (SGC et al., 2015).

6.4 Falla Bella Vista

Esta estructura fue definida por Orrego (1975) como una falla Inclinada al oeste que pone en contacto tectónico las Filitas y Pizarras del Dagua con rocas basálticas o sedimentarias del Cretáceo Superior. La falla parece ser inversa con buzamiento al oeste, Esta falla muestra rasgos que evidencian grandes desplazamientos laterales y es una estructura importante en la Cordillera Occidental, de edad Cretáceo Superior a Terciario Inferior a lo largo de la cual se emplazó la unidad del Dagua y es posible que haya tenido reactivación durante el Cenozoico (INGEOMINAS, 1999, como se citó en SGC et al., 2015).

6.5 Fallas de Dirección NW

Estas estructuras localizadas principalmente en la Cordillera Occidental y en el valle interandino son de ángulo alto y sus características no son muy evidentes en el campo. Se piensa que son fallas que se originaron a partir del Mioceno y cuya actividad ha continuado hasta el Cuaternario y es probable que estén relacionadas a la actividad de la Placa Nazca que empezó a actuar hace unos 20 ma. A este sistema pertenecen las fallas de Paso de Bobo, Montaña Perdida, Río Hondo y Río Piendamó entre otras (INGEOMINAS, 1999; como se citó en SGC et al.,2015).

7 Metodología

La práctica académica se enfocó principalmente en el apoyo a las visitas técnicas, realizadas por la Oficina Asesora de Gestión del Riesgo de Desastres. Con el fin de realizar la caracterización de escenarios con condición de amenaza en el municipio de Popayán.

El proceso para la realización de las visitas técnicas fue el siguiente:

- **Radicación de solicitudes de visitas:**

Las personas naturales, como también líderes comunitarios, empresas y oficinas de las entidades públicas del municipio, así como la comunidad en general, solicitan visitas técnicas a zonas donde se perciben posibles condiciones de amenaza. Estas visitas técnicas tienen como objetivo identificar y prevenir situaciones de riesgo para la comunidad local. Para la solicitud de estas visitas los solicitantes realizan un documento donde se plasma el motivo por el cual requiere la visita, además de los datos específicos como el nombre del solicitante, dirección de la residencia o lugar de la visita, teléfono de contacto, y de ser posible un correo electrónico.

Una vez entregado el documento en la secretaria de archivo, la mencionada dependencia genera un número de radicado, que consiste en asignar un número a las comunicaciones recibidas o producidas y registrar la fecha y hora de envío o recepción. Para oficializar el trámite y cumplir con los requerimientos legales en cuanto a plazos de entrega. Cuando se recibe la información en la oficina de gestión de riesgos, el jefe encargado realiza un análisis del caso y designa un equipo que cuente con los profesionales adecuados para llevar a cabo el análisis pertinente en función de la situación planteada.

En el caso de la realización de la practica académica de Geología, los radicados de las visitas atendidas se relacionaron principalmente con, movimientos en masa, inestabilidad de terrenos e inundaciones.

- **Programación de visitas técnicas:**

Una vez que el equipo asignado recibe la solicitud de visitas, la cual incluye una descripción de la situación, esta es analizada y se procede a definir la fecha para llevar a cabo la visita. La fecha seleccionada dependerá de la gravedad del asunto planteado, la disponibilidad de transporte, así como de la agenda del solicitante.

- **Realización de visita técnica:**

La visita técnica se realiza en compañía de la persona que radico la solicitud, o una persona designada por el solicitante para dicho acompañamiento. Cuando se trata de atención de emergencia se cuenta con el acompañamiento de organismos de socorro para tratar dicha situación.

Antes de iniciar con las observaciones del equipo de la OAGRDP, los acompañantes de la visita contextualizan al equipo sobre las problemáticas expuestas. Después de ello, se inicia un recorrido por la zona en el cual se realiza un análisis visual, así como registro fotográfico y toma de coordenadas. También se recopilan datos sobre la infraestructura existente y los sistemas de conducción de agua de aguas lluvias y de escorrentía, así como las actividades agrícolas y económicas existentes, también la vegetación predominante. Adicionalmente, se estudian las características del suelo, incluyendo su pendiente y las intervenciones que se han llevado a cabo en él. Además, se observan las fuentes hídricas cercanas y su influencia en la situación que se está evaluando.

Posteriormente se da una explicación de lo observado al solicitante y a las personas que acompañan la visita, con las respectivas recomendaciones dependiendo de lo observado.

- **Informe técnico:**

Luego de realizada la visita, se presenta los resultados por medio de un informe técnico, el cual explica lo encontrado en la zona visitada, exponiendo las recomendaciones pertinentes, así mismo, se realiza la redirección ante las secretarías u oficinas departamentales, para que, desde las competencias propias, se dé solución a las afectaciones evidenciadas. Puesto que la oficina Asesora de Gestión del Riesgo tiene sus actuar ligado a lo planteado en la ley 1523 del 2012, donde se presenta la intervención frente a fenómenos naturales o antrópicos no intencionales, teniendo como alcance las medidas de mitigación correctivas y prospectivas, para ello, con el fin de determinar dichas condiciones, la OAGRD, emite un concepto técnico y las recomendaciones pertinentes, aclarando sus alcances e implicaciones en el caso.

Los informes técnicos se estructuran de la siguiente manera a forma de tabla (Tabla 1),

Datos solicitantes:

Aquí se incluyen toda la información del solicitante, encontrada en el documento recibido.

Resultado de la visita:

En los resultados de la visita se expone en general todo lo relacionado con la visita como:

- **Motivo de la solicitud de visita:** Donde se describe si es atención a emergencia o atención a solicitud con radicado.

- **Localización:** Dentro de la localización se realiza una tabla que muestra la georreferenciación de los puntos relevantes encontrados en la visita y un mapa de ubicación que indica el barrio o corregimiento donde se ubica la zona visitada.
- **Observaciones de campo:** Aquí se describe de manera detallada y con su respectivo registro fotográfico lo encontrado en campo.
- **Sugerencias hechas al momento de la visita:** Cuando se realizan recomendaciones a las personas que atienden la visita esta deben ser detalladas en este apartado. En caso de que no se realicen observaciones en la visita, se debe mencionar la razones por las cuales no se hicieron, de acuerdo con las condiciones de la visita.
- **Concepto general de la visita:** Finalmente se procede a valorar las observaciones de campo, incluyendo detalles como la pendiente del terreno, las características del suelo, la geomorfología de la zona y los fenómenos detectados. Se determina además si estos fenómenos son de origen natural o se deben a la intervención humana, y se establecen las competencias correspondientes de las entidades en función de dicha información.

También se aborda el tema de las condiciones de amenaza por movimientos en masa e inundaciones presentes en el lugar. Para ello, se adjuntan los mapas de amenaza correspondientes, los cuales indican la ubicación georreferenciada del rasgo más relevante en la zona. Además, se menciona la normativa que regula la situación planteada para brindar mayor contexto.

Tabla 1

Formato para la entrega de informes técnico OAGRD

DATOS DEL SOLICITANTE			
Nombres y Apellidos.		Persona que firma la solicitud de visita	
No de Identificación.		# cedula de ciudadanía	
No radicado de solicitud.		# generado por ORFEO.	Fecha: dd/mm/aaaa
No contacto Tel. Fijo o Cel.		Número de contacto de quien solicita la visita	
Correo Electrónico		Correo Electronico de quien solicita la visita	
UBICACIÓN			
Dirección:	Lugar donde se solicita la visita.	Barrio:	Nombre del barrio
Vereda o Corregimiento. .		Nombre vereda o Corregimiento	
RESULTADO DE LA VISTA TÉCNICA			
El jefe de la Oficina Asesora para la Gestión del Riesgo del municipio de Popayán, presenta el siguiente informe de visita técnica realizada el: DD/MM/AAAA;			
Visita atendida por:		Nombre Completo de la persona que atendió la visita	
No de Identificación:		Cedula	Teléfono: Número de celular o fijo
Dirección:		Lugar de la visita	Barrio/vereda: Barrio vereda o corregimiento
Código para visita:		Número de Radicado ORFEO.	
MOTIVO DE LA SOLICITUD DE VISITA			
Relacionar en forma concreta las motivaciones de la visita plasmadas en el oficio presentado por el solicitante.			
LOCALIZACION			
Georreferenciación puntos visitados (VI=Vivienda)			
Número	Descripción	Latitud	Longitud
# de punto visitado	(Descripción específica del lugar visitado, con las características físicas más relevantes)	(Coordenada Norte)	(Coordenada Oeste)
Anexo No. 1 – Tabla de Georreferenciación			
Mapa de localización de la zona visitada			

Continuación Tabla 1. *Formato para la entrega de informes técnico OAGRD*

OBSERVACIONES DE CAMPO
<p>(Descripción general del lugar y fecha de la visita, con los integrantes)</p> <p>✓ Texto descripción de la zona y/o fenómenos identificados.</p> <p>FOTO del fenómeno o aspecto identificado.</p> <p>Fotografía No. 1 – Indicación de lo mostrado en la fotografía mostrada . Fuente: Equipo de Trabajo OAGRDP.</p>
SUGERENCIAS HECHAS AL MOMENTO DE LA VISITA:
Relación de sugerencias dadas en campo a quien atiende la visita y que se encuentran plasmadas en el acta de visita.
CONCEPTO GENERAL DE LA VISITA:
<p>Información y/o recomendación a realizar como resultado de lo observado en el desarrollo de la visita, teniendo en cuenta:</p> <p><u>CONDICIÓN DE AMENAZA PARA MOVIMIENTOS EN MASA:</u></p> <p>(Mapa amenaza movimientos en masa)</p> <p><u>CONDICIÓN DE AMENAZA POR INUNDACION:</u></p> <p>(Mapa amenaza inundación)</p> <p>Marco normativo o marco legal que soporte los informes y recomendaciones.</p>

Nota: Adaptado de Formato informe visitas técnicas versión 3, Oficina Asesora de Gestión del Riesgo de Popayán.

8 Resultados

Se presentarán los resultados obtenidos de la practica académica realizada en la Oficina Asesora de Gestión del Riesgo de Desastres de Popayán.

Para dar cumplimiento al objetivo general de la practica académica se realizó apoyó a un total 27 visitas (Figura 2), con la elaboración de sus respectivos informes, siguiendo la metodología ya mencionada. Del total de visitas realizadas se seleccionaron 3 con el fin de mostrar el cumplimiento de los objetivos específicos de las practica académica.

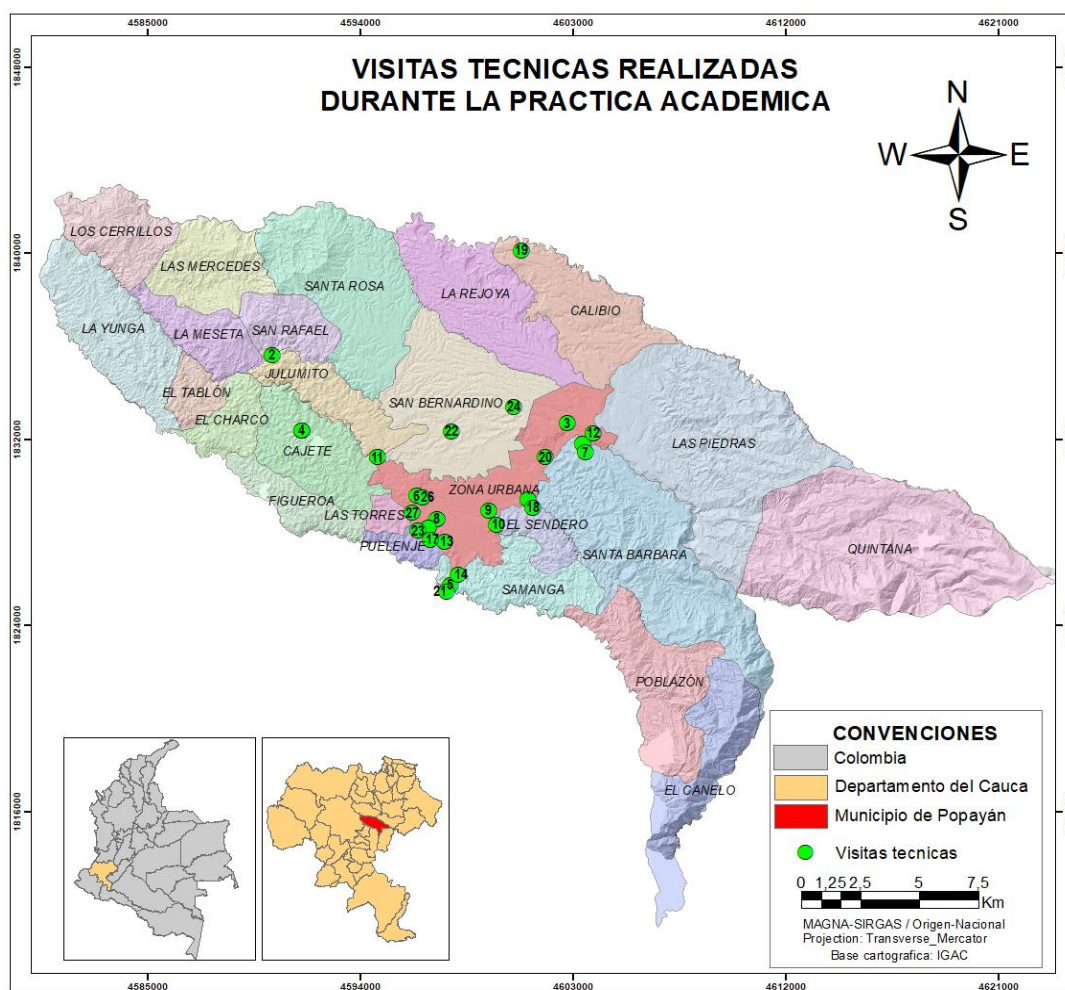


Figura 2. Mapa de localización de visitas técnicas realizadas durante la practica académica.

Nota: Base Cartográfica tomada de los datos del Instituto Geográfico Agustín Codazzi- IGAC

Tabla 2*Visitas técnicas realizadas durante la practica académica.*

Visitas realizadas dentro de la practica académica				
No	X	Y	Lugar	Motivo de visita
1	2,47306	-76,56639	Vereda El Paraíso	Deslizamientos sobre la vía a causa de circulación de vehículos de carga pesada
2	2,50722	-76,68472	Vereda La Tetilla	Deslizamientos sobre la vía
3	2,48107	-76,57230	Barrio Bella Vista	Deslizamiento de terreno privado sobre la via, vivienda en la parte superior.
4	2,47805	-76,67305	Vereda Gonzales	Informe técnico general de la Vereda Gonzales
5	2,41815	-76,61648	Barrio El Boquerón	Deslizamiento sobre la via, que afecta vivienda que se encuentra en la parte superior del talud.
6	2,45270	-76,62929	Barrio La Sombrilla	Movimientos en masa, margen del Rio Ejido
7	2,46972	-76,56556	Vereda El Paraíso	Movimientos en masa, al margen de la Quebrada La Guillermina y sobre la vía en la vereda El Paraíso.
8	2,44361	-76,62194	Barrio El Retiro	Movimientos en masa sobre el margen del Rio Ejido
9	2,44696	-76,60231	Barrio Bolívar	Vivienda sobre el margen del Rio Molino, amenaza de inundación.
10	2,44167	-76,59917	Barrio La Pamba	Deslizamiento que afectó institución educativa, atención a emergencia
11	2,46765	-76,64445	Vereda Julumito	Deslizamiento y verificación del estado de puente sobre el rio Cauca
12	2,47730	-76,56263	Barrio Ciudadela San Eduardo	Erosión de ladera en el barrio Ciudadela San Eduardo por aguas de escorrentía
13	2,43500	-76,61883	Barrio La Ladera	Ladera inestable junto a un vivienda en la Urbanización La Carolina.
14	2,42227	-76,61373	Barrio El Boquerón	Vivienda con cubierta afectada por la lluvias, debido a falta de mantenimiento a su estructura colonial.
15	2,44025	-76,62488	Barrio Retiro Alto	Deslizamientos al interior de vivienda.
16	2,45167	-76,58711	Sector Real Independencia	Movimiento en masa. Inclinación en la zona verde de una vivienda
17	2,43556	-76,62417	Barrio Puelenje	Deslizamiento en la parte frontal de una vivienda que afecta el ingreso a la misma.
18	2,44838	-76,58543	Vereda Pueblillo	Inspección de obra biomecánica al margen de la Quebrada Quitacalzón
19	2,54833	-76,58999	Vereda Calibio	Inspección muro de cerramiento afectado por la sobrecarga del suelo de la via.
20	2,46783	-76,58065	Barrio Vega de Prieto	Evaluación de sistema de mitigación ante una inundación del Rio Cauca

Fuente: Elaboración propia

De las 27 visitas realizadas a lo largo de la practica académica, 20 estuvieron directamente relacionadas con fenómenos como deslizamientos, socavaciones, erosión o alguna forma de inestabilidad del suelo. Aunque es importante destacar que algunas zonas del municipio de Popayán enfrentan amenazas de inundación debido a los ríos Cauca, Molino, Ejido y también otras fuentes hídricas que causan afectaciones en la comunidad. En general se logró identificar que las problemáticas que afectan al municipio son en su mayoría resultado de acciones humanas. Estas acciones antrópicas incluyen un manejo inadecuado de aguas, así como también los asentamientos de la comunidad en zonas inadecuadas, muchas veces de manera ilegal.

A continuación, se expone lo obtenido en las 6 visitas seleccionadas, las cuales se presentaron en el formato previamente descrito, pero aquí se mostrarán solo los aspectos más relevantes en cuanto a contenido temático del informe, para que se logre evidenciar el cumplimiento de los objetivos específicos planteados para el desarrollo de la practica académica.

Tabla 3

Informe visita No.1

VISITA NO. 1, 16 de febrero de 2023			
LOCALIZACIÓN			
Georreferenciación puntos visitados.			
No	Descripción	Latitud	Longitud
7	Evidencias de movimiento en el terreno de la señora Omaira Orozco	2,473162	-76,56680
8	Evidencias de un anterior desprendimiento de suelo en la laderade la parte inferior de la vivienda de propiedad la señora Omaira Orozco.	2,473333	-76,56667
9	Grieta longitudinal, en la vía.	2,473056	-76,56639
10	Vivienda señor Narcizo Morocho, parte inferior de la vía que presenta la grieta antes mencionada.	2,473020	-76,56623

Continuación Tabla 3 informe de visita No. 1

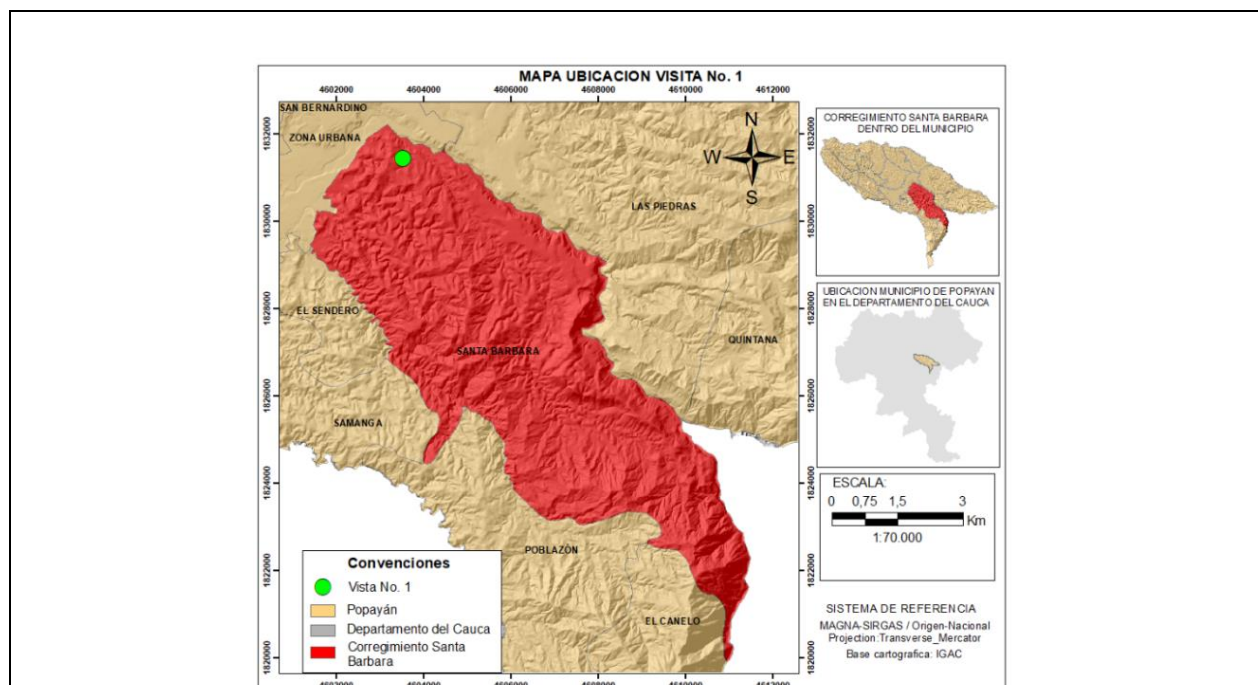


Figura 3. Mapa de localización Visita No. 1.

OBSERVACIONES:

Se realiza un recorrido conjunto entre delegados de la Secretaría de Infraestructura Municipal, en cabeza del Ing. Carlos Castro; Equipo Técnico de la OAGRDP conformado por los Profesionales: Camilo A. Trujillo G. Edith J. Paz L. Francisco J. Idrobo, Contratistas y la Pasante de Geología Karen A. Arroyave; funcionarios de la Empresa Conexpe S.A., en cabeza del Gerente Eduardo Rodríguez Salazar y Comunidad, ascendiendo desde la carrera 5ª en dirección a la vereda Paraíso, durante el recorrido se realizaron las siguientes observaciones:

- Se evidencian descargas directas de aguas servidas hacia la vía provenientes de algunas viviendas.
- Se identificó un reservorio de agua ubicado sobre la margen derecha de la vía; dicho reservorio de agua recoge las aguas naturales y de escorrentía de las laderas colindantes, el cual descarga hacia el barrio Los Ángeles.
- A los lados de la vía en el tramo correspondiente al ascenso hacia la vereda ya mencionada, se evidencian deterioros progresivos de las estructuras de las cunetas elaborados en concreto, lo cual viene generando afectaciones sobre la vía, produciendo cárcavas que comprometen la integridad de la vía, como también sobrecargando el reservorio de agua identificado, incrementando el caudal de la quebrada que descarga hacia el barrio Los Ángeles.

Continuación Tabla 3 informe de visita No. 1

- Se evidencian movimientos en masa ubicados sobre el costado derecho de la vía, evidenciados en el asentamiento del terreno, de variada magnitud, que muestran desplazamientos verticales en promedio de hasta 1,5 metros, los cuales se extienden a lo largo de la vía desde el sector de ingreso a la vivienda de la señora Omaira Orozco, hasta la margen derecha de la zona que muestra agrietamientos en la vía, en donde se localiza un deslizamiento que afectó toda la vía en el mes de noviembre de 2022, según reportes de las comunidades.



Imagen 1. Asentamientos del terreno al costado de la vía en la vereda El Paraíso.

Nota: Fuente equipo OAGR.D.

- En el lugar reportado como zona de afectación se evidencia una grieta en el terreno con dimensiones que varían desde los 3 mm a los 15 mm, con una extensión en el terreno en una distancia de 35 m de manera ininterrumpida, el cual se proyecta de manera casi paralela al eje de la vía (Imagen 2)
- Contiguo al sitio donde se presentan los agrietamientos del terreno se evidencia un poste de energía que presenta inclinación de aproximadamente 5° de desfase sobre la vertical, lo cual hace necesario reportar dicha situación a la **Compañía Energética de Occidente CEO**. Se evidencia la instalación del tensor en dirección hacia la pendiente del terreno, lo cual eventualmente pudo haber causado la inclinación de este.

Continuación Tabla 3 informe de visita No. 1

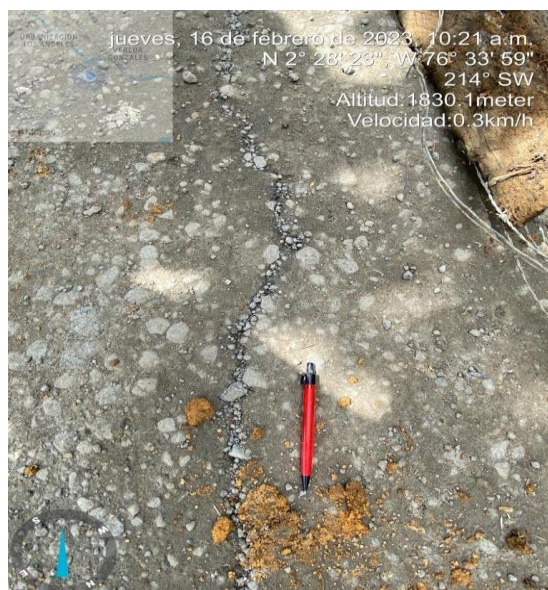


Imagen 2. Grieta sobre la vía de acceso a la Vereda El Paraíso.

Nota: Se observa una grieta a lo largo de la vía. Fuente, Equipo OAGRDP

- Se observan intervenciones antrópicas relacionadas con cortes tipo banqueo y/o terraceo en los taludes ubicada a los costados de la vía, relacionados con la generación de lotes de terreno en los que posteriormente son construidas viviendas, en las que no se evidencia un adecuado manejo de aguas lluvias, dado que en su gran mayoría carecen de sistemas de canales o drenajes apropiados en el terreno para la evacuación de aguas lluvias.
- Se evidencian movimientos en masa rotacionales y asentamientos diferenciales del terreno con hasta de 0,70 m en la vertical y longitudes promedio de 3 m; así como deslizamientos antiguos con longitudes que en algunos casos superan los 10 m, ubicados a lo largo del terreno en donde se encuentra la vivienda de la señora Omaira Orozco (Imagen 3), los cuales requieren de una pronta intervención a fin de evitar situaciones de emergencia tanto en la vivienda construida en la parte superior como en la vía; mostrando en diferentes puntos movimientos anteriores, que ha dejado cicatrices evidentes en el terreno. Se observa un talud que presenta suelos de coloración amarilla, predominantemente arcillosos, de alta plasticidad, seguido por un suelo orgánico de color café, con vegetación de gran tamaño y raíces profundas, además, en la parte superior de esta ladera que es donde está ubicada la vivienda de la señora Omaira Orozco, en este terreno se presenta inestabilidad, como hundimientos en la parte alta, abultamiento al pie del talud e inclinación en la vegetación (Imagen 4)

Continuación Tabla 3 informe de visita No. 1



Imagen 3. Asentamientos en el predio de la señora Omaira Orozco.

Nota: Se observan asentamientos a un costado de la vía. Fuente Equipo OAGRDP



Imagen 4. Abultamiento al pie del talud a un costado de la vía de acceso a la vereda El Paraíso.

Nota: Fuente equipo OAGRDP

Continuación Tabla 3 informe de visita No. 1

RECOMENDACIONES
<ul style="list-style-type: none"> ✓ Canalizar aguas lluvias en las viviendas localizadas tanto en la parte superior como en la parte inferior de la vía. ✓ Realizar limpieza y mantenimiento a las zanjas sobre la vía, para evitar encharcamientos. Hacer intervención tipo poda de los árboles que se encuentran ubicados en la parte superior del talud. ✓ En el terreno y antes de culminar la visita, se le solicita a la empresa CONEXPE S.A., realizar por lo menos dos (2) perforaciones sobre la zona fallada a fin de establecer el comportamiento estructural del terreno, su nivel de compactación y cohesión y para determinar si el fallamiento solo se presenta en la parte superior de la banca o si el fallamiento es a profundidad, para poder establecer de manera técnica la viabilidad de la propuesta presentada como medida de intervención. ✓ Hacer llegar a la Oficina Asesora para la Gestión del Riesgo de Desastres - AGRDP y a la secretaría de Infraestructura Municipal, el informe de las perforaciones al igual que los diseños de intervención presentado de manera formal por la Empresa CONEXPE S.A.
CONCEPTO GENERAL
<p>Es necesario que se tomen las acciones pertinentes para lograr que en cercanías a la vivienda de la señora Omaira Orozco, se dé un manejo adecuado a las aguas lluvias, por medio de cunetas y estabilización de talud y así reducir la amenaza por el movimiento en masa que se está generando en su propiedad, ya que esto pone en riesgo la vía y a la comunidad. Una vez revisada la cartografía existente para la zona, se evidencia que tiene una condición de amenaza por movimientos en masa y no presenta amenaza por inundación (Figura 4). Adicionalmente es una zona posiblemente influenciada por fallas regionales.</p> <p>Debido a la condición de amenaza por movimientos de masa que para la zona en media y a lo observado en campo con respecto al manejo de aguas y la pendiente de la ladera, de la que se puede visualizar su morfología (Figura 5). En la zona es pertinente que se mantengan en constante mantenimiento las cunetas para un buen manejo de aguas de escorrentía sobre la vía y en cuanto a los taludes, estos deben ser revegetalizados con la cobertura vegetal adecuada para el terreno, con el fin de estabilizarlos, ya que esto ayuda a reforzar el suelo aumentando la resistencia al corte, sujeta el suelo superficial a capas más profundas y disminuyen la susceptibilidad a la erosión</p> <p>De esta forma reduce la vulnerabilidad a la que se encuentran expuestos los elementos existentes en el sector por este tipo de escenario.</p>

Continuación Tabla 3 informe de visita No. 1

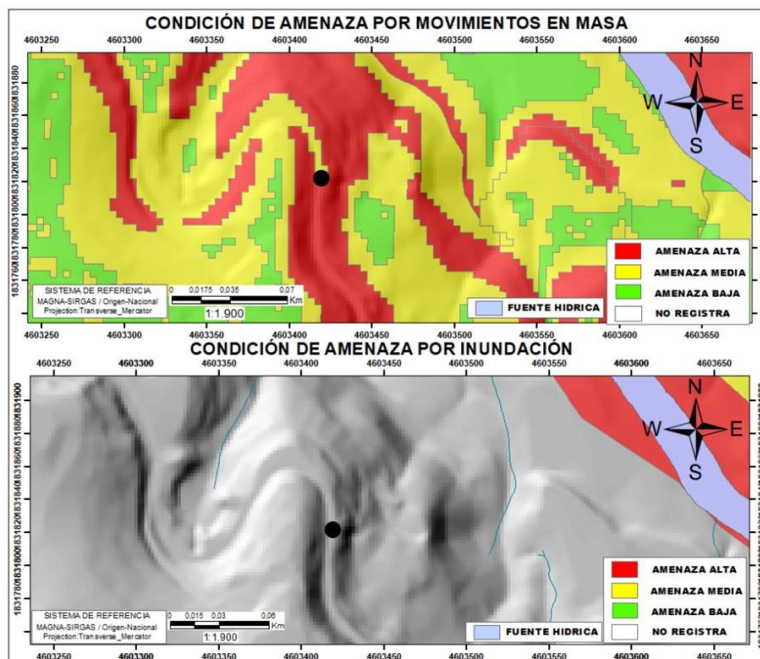
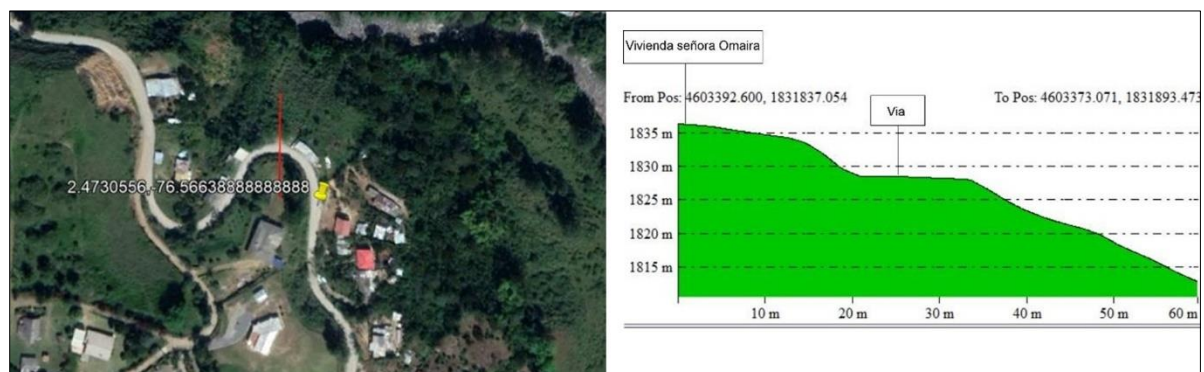


Figura 4. Ubicación Visita No.1 en los mapas de amenaza por inundación y movimiento en masa escala (1:25000).

Nota: Fuente mapa de zonificación geomecánica y de amenaza por movimientos en masa del municipio de Popayán, Servicio Geológico Colombiano-SGC,2015. Fuente mapa inundación zona urbana de Popayán, SGC en colaboración con la Universidad del Cauca.

Figura 5

Perfil topográfico del terreno, con ubicación de puntos representativos en la Vereda El Paraíso.



Nota: Generado a partir de Google earth y Global Mapper

Tabla 4.

Informe de visita No. 2

VISITA NO. 2, 1 de marzo de 2023			
LOCALIZACIÓN			
Georreferenciación puntos visitados.			
No	Descripción	Latitud	Longitud
1	Base deslizamiento traslacional	2,41814	-76,61668
2	Vivienda señora Margarita Cruz	2,41815	-76,61648

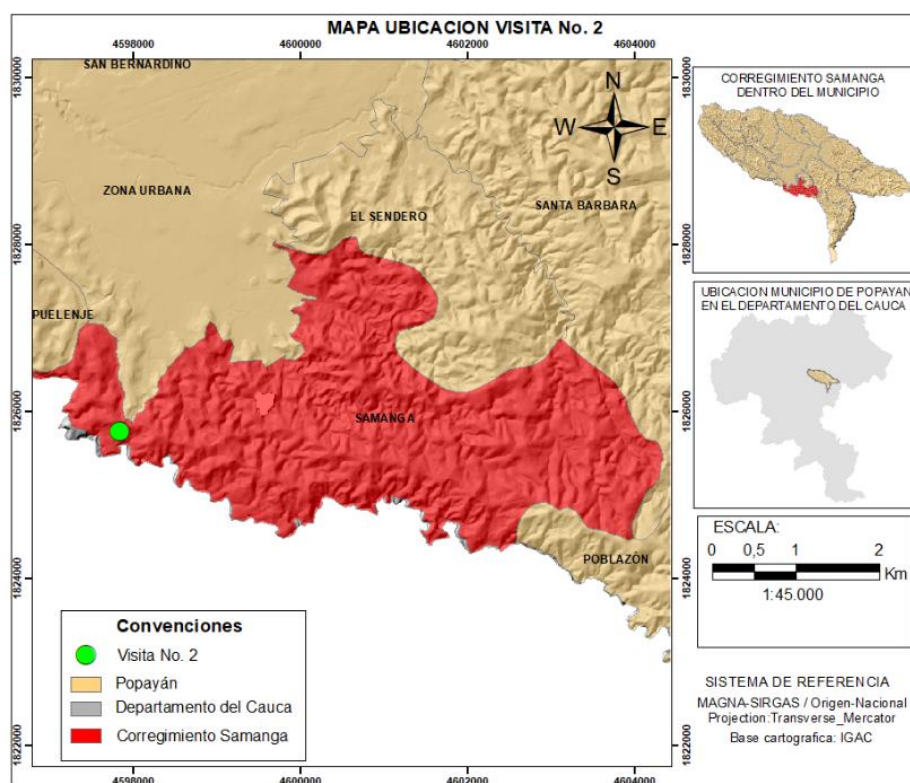


Figura 6. Mapa de localización Visita No.2.

Continuación Tabla 4 informe de visita No. 2

OBSERVACIONES DE CAMPO

En la visita realizada el día **1/3/2023** se realizaron las siguientes observaciones:

Se observa un deslizamiento traslacional de aproximadamente 4,5 m de alto (Imagen 5), que según la señora Margarita Cruz en los últimos 18 años ha tenido actividad más de 8 veces. Este deslizamiento se encuentra sobre una placa huella perteneciente a la vía que comunica a la vereda El boquerón con el barrio Calicanto de Popayán y a la misma vereda con la vereda Dos Brazos.



Imagen 5. *Deslizamiento traslacional sobre la vía en la Vereda El Boqueron.*

Nota: Deslizamiento translacional sobre la via. Fuente Equipo OAGRDP

- Según la señora Margarita Cruz la placa huella es de la época colonial y hace parte de una ruta la cual es denominada “Ruta del libertador “. La placa huella no presenta cunetas, ni ningún método de canalización de aguas de escorrentía (Imagen 6).
- En la parte superior del talud que presenta deslizamiento, se sitúa la casa de la señora **Margarita Cruz**, es una vivienda de un nivel, una parte construida en concreto y ladrillo y el resto en madera, la cubierta es a dos aguas en eternit y zinc. Está habitada por 3 mayores de edad y un niño de 2 años ().

Continuación Tabla 4 informe de visita No. 2



Imagen 6. *Placa huella vereda El Boquero, sin canalización de aguas y un deslizamiento sobre la misma.*

Nota: Fuente Equipo OAGRDP



Imagen 7. *Vivienda señora Margarita Cruz.*

Nota: Fuente equipo de trabajo OAGRDP

Continuación Tabla 4 informe de visita No. 2

- En la parte posterior de la casa se localiza un talud artificial (
- Imagen 8), con un suelo de color marrón, húmeda media, y plasticidad media el cual en una zona se encuentra socavado. Según las propietarias de la vivienda tiene filtración de agua de las viviendas ubicadas en la parte alta de la ladera. Y adicionalmente el talud recibe de manera directa agua del techo de la vivienda de la señora Margarita Cruz, que no cuenta con un canal de conducción de aguas lluvias.



Imagen 8. Talud parte posterior afectado por aguas lluvias no canalizadas del techo de la vivienda y con un area socavada.

Nota: Fuente equipo de trabajo OAGRDP

En la parte frontal a aproximadamente 1.20 metros de la vivienda se encuentra la zona del deslizamiento (Imagen 9). Donde se evidencia que los corredores delanteros ya han empezado a ceder, hay un hundimiento del suelo y socavación en la ladera.

La vivienda en la parte frontal tiene canalización de aguas lluvias (Imagen 10), por medio de un canal, el cual desagua a un sifón que se conecta con un tubo de pvc y transporta el agua a la parte baja de la ladera donde es depositada y cae a la placa huella (Imagen 11).

Continuación Tabla 4 informe de visita No. 2



Imagen 9. Hundimiento del suelo en la parte frontal de la vivienda de la señora Margarita Cruz.



Imagen 10. Canalización de aguas lluvias en la parte frontal de la vivienda.

Continuación Tabla 4 informe de visita No. 2



Imagen 11. Desagüe del agua de los canales, se observa como el agua socava el suelo antes de caer a la placa huella en la vereda El Boquerón.

Nota: Fuente equipo de trabajo OAGRDP

- Se encuentran cargas considerables al borde del talud, tales como un corral para conejos, materas, y los escombros de un estanque para patos que fue afectado en uno de los deslizamientos (Imagen 12).



Imagen 12. Cargas en la parte superior del talud.

Continuación Tabla 4 informe de visita No. 2

- Al interior de la vivienda se evidencia una fisura de aproximadamente 1,5 metros (Imagen 13).



Imagen 13. *Fisura en el suelo al interior de la vivienda*

Nota: Fuente equipo de trabajo OAGRDP

SUGERENCIAS HECHAS AL MOMENTO DE LA VISITA:

- ✓ Liberar las cargas cercanas al borde del talud.
- ✓ Canalizar las aguas lluvia de la parte posterior de la vivienda.
- ✓ Acercarse al programa de vivienda de la secretaria de infraestructura.

CONCEPTO GENERAL DE LA VISITA:

La zona presenta una condición de AMENAZA MEDIA por movimientos en masa, según el mapa en escala 1:25000, pero en el lugar de la vivienda existen afectaciones antrópicas (por acción humana), tales como mal manejo de aguas, intervención del terreno en la parte superior del talud, cargas considerables que están al borde de este, lo cual combinado con las características del suelo, que en la zona corresponde según el mapa de UGI del SGC, 2015 a suelo residual no cohesivo del conjunto río hondo que se trata de ignimbritas altamente meteorizadas, estos suelos debido a su característica de cohesión tienen una consistencia cambiante ante factores climáticos debido a que los espacios entre las partículas del suelo permiten la movilidad de agua, lo cual con la presencia de lluvias en la zona provocan el incremento en la inestabilidad del terreno, dando como resultado el deslizamiento evidenciado en el lugar. Adicionalmente en el lugar NO SE REGISTRA AMENAZA POR INUNDACION

Continuación Tabla 4 informe de visita No. 2

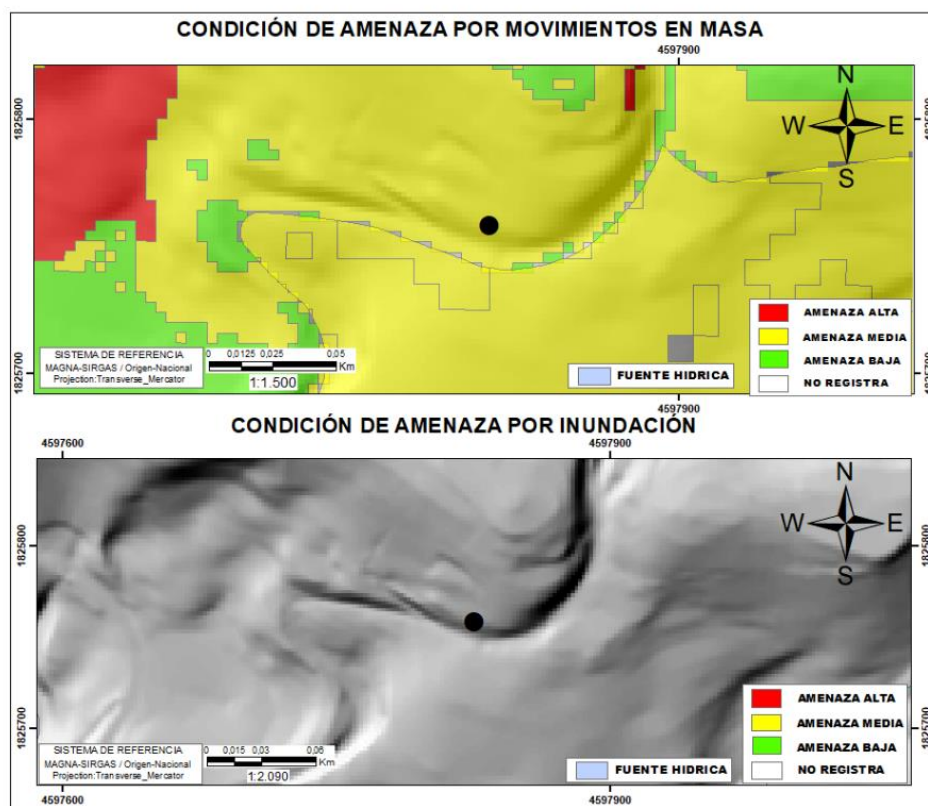
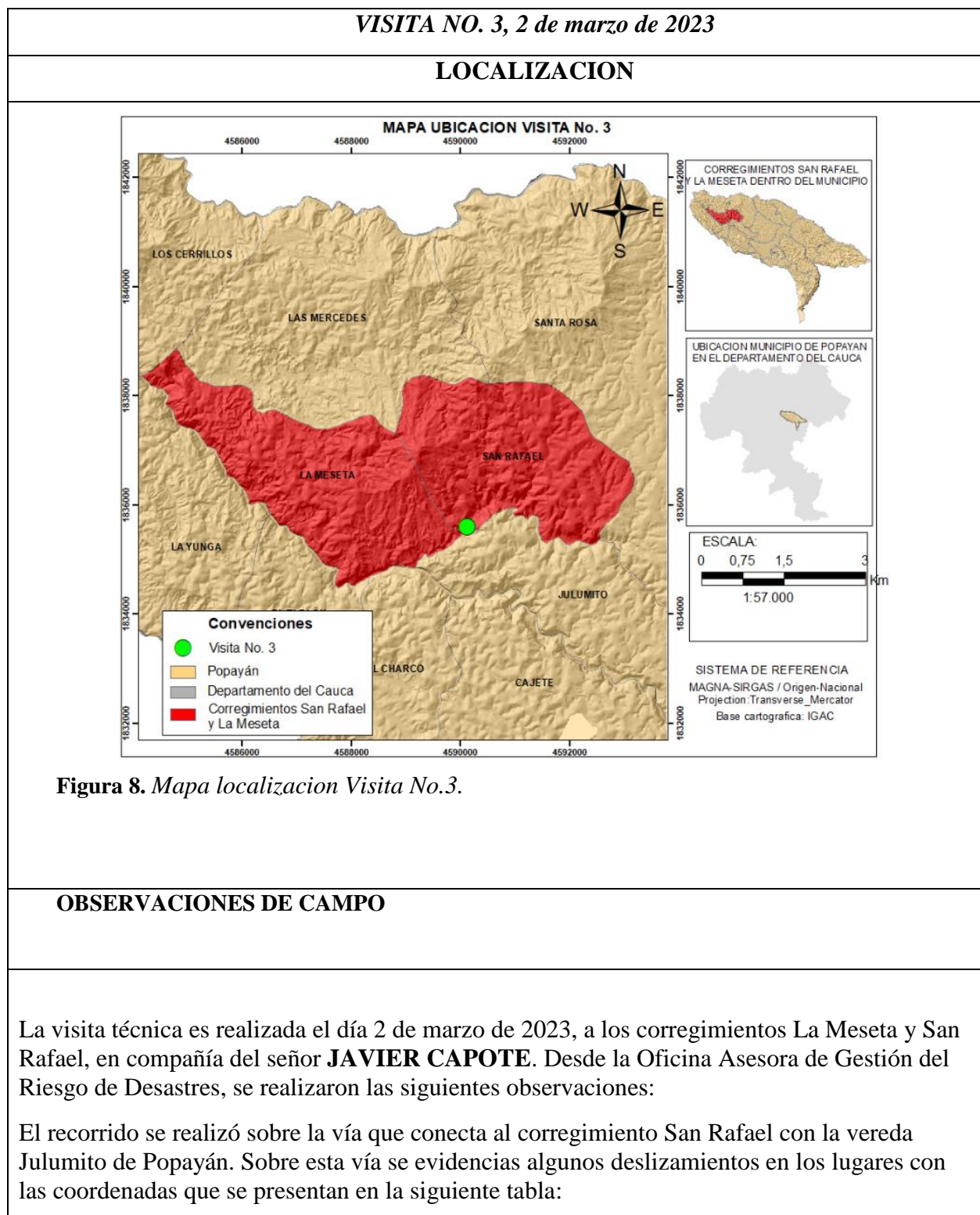


Figura 7. Ubicación de la zona en los mapas de amenaza por inundación y movimiento en masa escala (1:25000).

Nota: Fuente mapa de zonificación geomecánica y de amenaza por movimientos en masa del municipio de Popayán, Servicio Geológico Colombiano-SGC,2015. Fuente mapa inundación zona urbana de Popayán, SGC en colaboración con la U Universidad del Cauca

Tabla 5

Informe de visita No. 3



Continuación Tabla 5 informe de visita No. 3

Georreferenciación puntos visitados (DES=Deslizamiento)		
Código	Latitud	Longitud
DES1	2,50722	-76,68472
DES2	2,50972	-76,68194
DES3	2,51194	-76,70167

En el lugar denominado como DES 1, se evidencia

Zona de inestabilidad del talud, con presencia de varios deslizamientos que caen sobre la vía (Imagen 14).

Imagen 14. Deslizamiento de aproximadamente 4 metros de alto a un costado de la Vía en la Vereda la Meseta.

Nota: Fuente equipo de trabajo OAGRDP

- Sobre la vía se encuentra un material (triturado de roca), que según manifiesta el señor JAVIER CAPOTE, fue depositado para cubrir una fisura que se generó sobre la vía. Sin embargo, este material está provocando o un empozamiento de agua, generando filtración y afectación en la estabilidad del terreno (Imagen 16).

Continuación Tabla 5 informe de visita No. 3



Imagen 15. Deslizamiento de aproximadamente 8 metros de alto a un costado de la Vía en la Vereda la Meseta.

Nota: Fuente equipo de trabajo OAGRDP

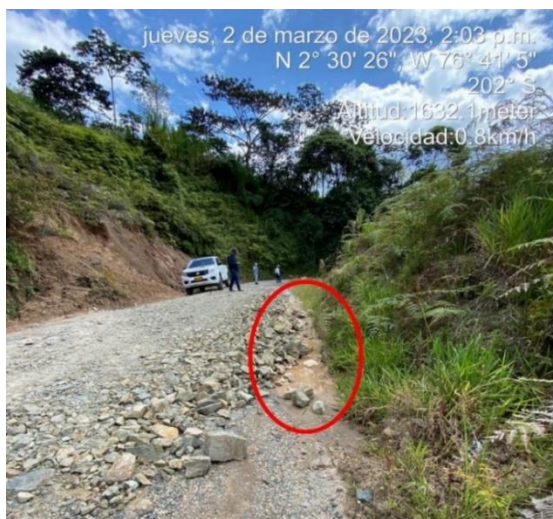


Imagen 16. Empozamiento de agua sobre la vía

Nota: Fuente equipo de trabajo OAGRDP

Continuación Tabla 5 informe de visita No. 3

En el lugar nombrado con el código DES 2:

- Se encuentra un deslizamiento, el cual ha afectado la banca vial, provocando la pérdida de una parte de un muro de contención de aproximadamente 60 cm de alto por 40cm de ancho. Adicionalmente, se observa que la zona es utilizada para depositar residuos sólidos (basuras), e incluso se halla en el lugar un bovino sin vida y en estado de descomposición.
- Debido a que la vía no cuenta con sistemas de control de aguas lluvias, esta ladera actúa como zona de escurrimiento de aguas de la vía y de la parte alta de la montaña (Imagen 17).



Imagen 17. *Afectación de la vía y presencia de residuos sólidos sobre un deslizamiento*

Nota: Fuente equipo de trabajo OAGRDP

En el lugar denominado como DES 3:

La vía se encuentra afectada por socavación producida por el agua, a un costado de la vía. La zona esta demarcada con cinta como precaución para las personas que transitan por la vía, el señor JAVIER CAPOTE manifiesta que la secretaria de infraestructura realizara una intervención en este lugar, para evitar que se continúe deteriorando la vía (Imagen 18).

Continuación Tabla 5 informe de visita No. 3



Imagen 18. Socavación a un costado de la vía que conecta la Vereda La Meseta y el Barrio Julumito.

Nota: Fuente equipo de trabajo OAGRDP

SUGERENCIAS HECHAS AL MOMENTO DE LA VISITA:

Comunicarse con la Secretaría de Infraestructura para dar continuidad al proceso y buscar la manera de solucionar la problemática que afecta las vías visitadas.

CONCEPTO GENERAL DE LA VISITA:

La zona presenta alta inestabilidad del suelo debido a sus condiciones, puesto que se presentan laderas con pendientes entre 12% y 20%, que según la clasificación de IGAC (Instituto Geográfico Agustín Codazzi) corresponde a laderas fuertemente inclinadas, que se caracterizan usualmente por presentar erosión por acción del agua y ocasionalmente deslizamientos (Figura 9).

Adicional a lo anterior, existe la influencia de fallas regionales en la zona, principalmente la falla denominada como "La Tetilla" visualizada en los mapas del Servicio Geológico Colombiano. Lo anterior, sumado a las intervenciones que se han realizado para la adaptación de vías, han incrementado la inestabilidad del terreno de la zona; por lo cual es importante que las entidades competentes y la comunidad realicen acciones para mitigar las problemáticas evidenciadas.

Continuación Tabla 5 informe de visita No. 3



Figura 9. Pendiente del terreno en la zona denominada como DES 1, Vereda La Meseta.

Nota: Tomado de Google Earth.

De acuerdo con los estudios de Zonificación Geomecánica y de Amenaza por Movimientos en Masa del Municipio de Popayán a escala 1:25000 del Servicio Geológico Colombiano, 2015, adoptados por la Oficina Asesora de Gestión del Riesgo de Desastres, la zona presenta una **AMENAZA ALTA**. Por otra parte, no se cuenta con los estudios para la condición de amenaza por inundación.

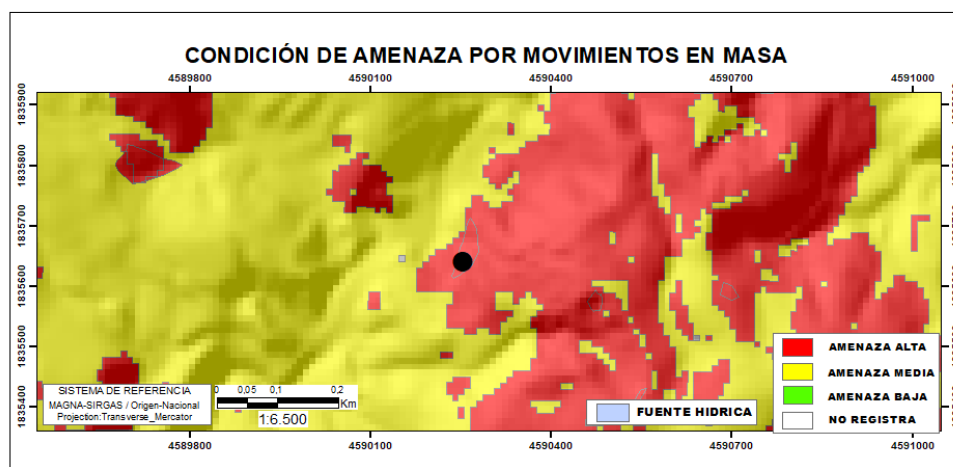


Figura 10. Ubicación Visita No.3 en los mapas de amenaza por inundación y movimiento en masa escala (1:25000).

Nota: Fuente Mapa de zonificación geomecánica y de amenaza por movimientos en masa del municipio de Popayán, Servicio Geológico Colombiano-SGC,2015

9. Conclusiones

- Gracias a las visitas realizadas durante la practica académica fue posible conocer más a detalle las amenazas que afectan al municipio de Popayán, logrando determinar que los movimientos en masa son recurrentes en el municipio, y se relaciona a la intervención humana en taludes, en su mayoría en zonas de asentamientos ilegales sobre laderas con pendientes moderadas o fuertemente inclinadas. Por los cual el municipio enfrenta desafíos significativos en la toma medidas para abordar estos problemas y garantizar la seguridad y el bienestar de la comunidad, así como en la disminución de la vulnerabilidad de la población.
- Es necesario fomentar la participación de la sociedad y trabajar en conjunto con instituciones y organismos competentes para que exista una mayor conciencia y educación en la comunidad sobre los riesgos asociados a los movimientos en masa y la importancia de adoptar medidas de prevención.
- En lo que respecta a la condición de amenaza por inundación, se encuentra relacionada con viviendas ubicadas sobre las rondas hídricas de los ríos Cauca, Ejido y Molino.
- Es fundamental para el municipio la toma medidas para abordar las problemáticas relacionadas con amenaza por movimiento en masa e inundación y evitar que se agraven. Lo que hace necesaria la implementación de un adecuado manejo de las aguas y que se promueva la planificación territorial entre la comunidad y las entidades territoriales, con el fin de que se dé una adecuada ubicación de los asentamientos. Además, se deben desarrollar programas de concienciación y educación para la comunidad, con el objetivo de fomentar prácticas más sostenibles y seguras.

- Resulta necesaria la actualización de los estudios utilizados por la oficina de Asesoría de Gestión del Riesgo de Desastres, para lograr una zonificación más detallada de la amenaza por movimientos en masa e inundaciones en el municipio de Popayán, Esto permitirá un diagnóstico preciso y eficiente de los riesgos en todo el territorio, posibilitando la implementación de medidas de prevención y protección adecuadas para salvaguardar a la población y sus bienes. Puesto que actualmente, existen estudios detallados únicamente para algunas zonas específicas del territorio, lo que limita la comprensión completa de los riesgos presentes.

10 Bibliografía

- Alvarado, B., Hubach, E., 1.932. Estudio geológico alrededor de Popayán. Ingeominas, Informe 205, Popayán,
- Barrero, D. (1979). Geology of the Central Western Cordillera, West of buga and Roldanillo, Colombia. Publicaciones geológicas especiales. Ingeominas.
- Duque- Caro H. (1989). El arco de Dadeiba: Nuevos aportes al conocimiento del Noroccidente de la cordillera Occidental.
- Fisher, R. V., Schmincke, H. U., 1.984. Pyroclastic rocks. Springer-Verlag, Berlín.
- Grosse, E., 1.935. Acerca de la geología del sur de Colombia II. Compilación de los estudios oficiales en Colombia.
- Hincapie, G., Jaramillo, J. M., Rodríguez, J. V., Aguilera, R., Bermúdez, H., Ortíz, S., ... & Jiménez, E. C. R. (2009). Evaluación geológica y prospectividad de la Cuenca Cauca-Patía, Colombia.
- Hubach, E., 1.957. Contribución a las unidades estratigráficas de Colombia. Informe No. 1212. Ingeominas.
- McCOURT, W. J. (1984). New geological and geochronological data from the Colombian Andes: continental growth by multiple accretion. . London: Journal of the Geological Society.
- Nivia, A. (2001). Memoria explicativa mapa geológico del departamento del cauca. Informe Ingeominas, 221.

- Orrego, L. A., 1.975. Geología y Ocurrencias Minerales de la parte oeste del Cuadrángulo N-6 Popayán. Ingeominas, Popayán, Informe 1690,
- Orrego, A., Rossman, D., Paris, G., 1.976. Geología del cuadrángulo N-6 Popayán. Informe 1711 Ingeominas. Popayán.
- Orrego, A., París, G., 1999. Geología del cuadrángulo N-6 Popayán. Publicaciones Geológicas Especiales de Ingeominas.
- Orrego, A., & Acevedo, P., (1984). Geologia de la Plancha 364- Timbío. Ingeominas. ORREGO, A., (1975). Geología y ocurrencias minerales de la parte oeste del Cuadrángulo N-6, Popayán. INGEOMINAS.
- Ramos, A. M., Reyes, A. A., Munévar, M. A, Ruiz, G. L., Machuca, S. V., Rangel, M. S., Prada, L. F., Cabrera, M. Á., Rodríguez, C. E., Escobar, N., Quintero, C. A., Escobar, J. A., Giraldo, J. D., Medina, M. S., Durán, L., Trujillo, D. E., Medina, D F., Capachero, C. A., León, D., Ramírez, K. C., ... Pérez, M. A. (2021). Guía metodológica para zonificación de amenaza por avenidas torrenciales. Servicio Geológico Colombiano y Pontificia Universidad Javeriana.
- Servicio Geologico Colombiano. (2015). Zonificación Geomecánica y de Amenaza por movimientos en masa del municipio de Popayán - Cauca a escala 1:25000 y 1:5000. 1(040), 806.
- SGC et al., 2015. Memoria explicativa del mapa de geomorfología aplicado a movimientos en masa escala 1:100.000, plancha 342 – Popayán, departamento del cauca.

- Torres, P. 1997. Aporte al conocimiento de la geología y la estratigrafía de la formación Popayán Departamento del Cauca. Revista Novedades Colombianas.
- Torres, M. P. (2010). Petrografía, geocronología y geoquímica de las ignimbritas de la Formación Popayán, en el contexto del vulcanismo del suroccidente de Colombia. Departamento de Geología, 115.
- Torres, M. P., Monsalve, M. L., Pulgarín, B., y Cepeda, H., (1999). Caldera de Paletará: aproximación a la fuente de las ignimbritas del Cauca y del Huila (Colombia). INGEOMINAS, Boletín Geológico
- Torres, M. P., Ibañez, D., y Vasquez, E., (1992). Geología y estratigrafía de la Formación Popayán. INGEOMINAS dirección regional sur, Popayán.
- Torres, M. P. (2010). Petrografía, geocronología y geoquímica de las ignimbritas de la Formación Popayán, en el contexto del vulcanismo del suroccidente de Colombia. Departamento de Geología, 115.
- Unidad Nacional para la Gestión del Riesgo de Desastres (Agosto de 2020). Sistema Nacional de Información para la Gestión del Riesgo de Desastres. Recuperado en julio 2023 de <https://portal.gestiondelriesgo.gov.co/>
- UNGRD. (2013). Guía comunitaria para la gestión del riesgo de desastres [archivo pdf]. <http://cedir.gestiondelriesgo.gov.co/archivospdf/2-guia-comunitaria-grd.pdf>
- UNGRD. (s.f.). Sistema Nacional de Información para la Gestión del Riesgo de Desastres. <https://portal.gestiondelriesgo.gov.co/>.