ACTA DE SUPERVISIÓN - INTERVENTORIA

N° 2 Parcial

Nit CARDER N° 891.410.354-4
Avenida de las Américas N° 46-40

FECHA ACTA DE RECIBO: 18/12/2025

Tipo de documento: Interadministrativ **Número:** 868 2025 **Clase:** CONVENIO INTERADMINISTRATI

Origen: CONTRATACIÓN DIRECTA **Fecha Elaboración:** 16/09/2025 **Fecha Legalización:** 16/09/2025

Fecha de Inicio: 24/09/2025 **Fecha Terminación:** 23/01/2026

Objeto: Aunar esfuerzos entre la CARDER Las Empresas Públicas Municipales de Quinchía E.S.P, con el fin de Realizar los estudios de detalle de amenaza, vulnerabilidad y riesgo de 1000 m de la línea de conducción del Acueducto de la Asociación de Usuarios Regional Bonafont, ubicado en la vereda Moreta, municipio de Quinchía, y determinar las medidas estructurales y no estructurales para la mitigación de la exposición al riesgo.

PERIODO DE PAGO: 11/10/2025 **AL** 18/12/2025

CONTRATO

Vr efectivo del contrato:	$145,998,305.00
Adiciones en efectivo:	$0.00
Contrato + Adiciones:	$145,998,305.00
Aporte Efectivo Otros:	$0.00
Ejecutado actas anteriores:	$43,799,491.00
Ejecutado esta acta:	$43,311,537.00
Saldo por ejecutar:	$58,887,277.00

Vr especie del contrato: **$0.00**

SIN ANTICIPOS

Vr entregado: $0.00

PAGO ESTA ACTA

Vr ejecutado:	$43,311,537.00
Vr menos amortización anticipo:	$0.00
Vr a cancelar presente acta:	$43,311,537.00

Vr total del contrato: **$147,998,305.00**

Concepto de pago
Segundo desembolso

Observaciones
Adjuntan certificado que las Empresas Públicas Municipales de Quinchía oportunamente durante los últimos seis (6) meses, con los pagos realizados al sistema general de seguridad social en salud. Los cuales se han cancelado oportunamente a las Empresas Promotoras de Salud, Fondos de Pensiones y Cesantías, Administración de Riesgos Profesionales y los Aportes Parafiscales (Sena, ICBF, Caja de Compensación), de todo el personal vinculado con contrato laboral, encontrándonos al día y a paz y salvo

CONTRATISTA

Identificación	Nombre	Responsable de IVA (S/N)	Régimen (C)omún / (S)implificado
800122736	EMPRESAS PUBLICAS MUNICIPALES DE QUINC	N	S

MUNICIPIO(S)

Código Municipio	Nombre
066594	QUINCHÍA

IMPUTACIÓN PRESUPUESTAL

Programa: 2.320 GESTION DE LA INFORMACION Y EL CONOCIMIENTO AMBIENTAL
Proyecto: 2.1 Democratización de la información y el conocimiento ambiental
Actividad: 3 Actividades para dar soporte al conocimiento ambiental
Subactividad: 2 Realizar estudios para el conocimiento del riesgo

Recurso Pptal	Tipo de Ficha	Ficha Nro	Fecha	Valor	Cert Disp	Reserva N°	Vr. Reserva
Libre Destinacion	Inversión	1046	15/08/2025	$145,998,305.00	1072	1681	$145,998,305.00

El 18/12/2025 se reunieron los abajo firmantes para recibir a satisfacción.

Interventor / Supervisor
10270816 JUAN PABLO OCAMPO ARIAS

Contratista
800122736 EMPRESAS PUBLICAS MUNICIPALES DE QUINCHIA E

Elaborado por: Juan Pablo Ocampo Arias
Impreso por: Juan Pablo Ocampo Arias

Escaneado con CamScanner

INFORME No. 1

CONVENIO INTERADMINISTRATIVO NUMERO 868 - 2025

OBJETO: *AUNAR ESFUERZOS ENTRE LA CARDER LAS EMPRESAS PÚBLICAS MUNICIPALES DE QUINCHÍA E.S.P, CON EL FIN DE REALIZAR LOS ESTUDIOS DE DETALLE DE AMENAZA, VULNERABILIDAD Y RIESGO DE 1000 M DE LA LÍNEA DE CONDUCCIÓN DEL ACUEDUCTO DE LA ASOCIACIÓN DE USUARIOS REGIONAL BONAFONT, UBICADO EN LA VEREDA MORETA, MUNICIPIO DE QUINCHÍA, Y DETERMINAR LAS MEDIDAS ESTRUCTURALES Y NO ESTRUCTURALES PARA LA MITIGACIÓN DE LA EXPOSICIÓN AL RIESGO.*



PERIODO: 16 DE SEPTIEMBRE DE 2025 – 10 DE DICIEMBRE DE 2025

INTRODUCCION

El presente informe técnico se elabora en cumplimiento del Convenio Interadministrativo suscrito entre la Corporación Autónoma Regional de Risaralda (CARDER) y las Empresas Públicas Municipales de Quinchía E.S.P., cuyo objeto es la "REALIZACIÓN DE LOS ESTUDIOS DE DETALLE DE AMENAZA, VULNERABILIDAD Y RIESGO DE 1000 M DE LA LÍNEA DE CONDUCCIÓN DEL ACUEDUCTO DE LA ASOCIACIÓN DE USUARIOS REGIONAL BONAFONT".

Este estudio es una respuesta directa a la necesidad de recuperar la funcionalidad de la línea de conducción del acueducto de la Asociación de Usuarios Regional BONAFONT, ubicada en la Vereda Moreta, del Municipio de Quinchía (Véase Figura 1 y Figura 2), que actualmente abastece a cerca de 995 usuarios y ha presentado constantes interrupciones del servicio debido a la rotura de la tubería causada por la inestabilidad del terreno.



Figura 1. Localización general del sitio
Fuente: Google Earth



Figura 2. Ortofoto del área de estudio
Fuente: Elaboración propia

El tramo crítico evaluado, de 1000 metros de longitud, se localiza específicamente en la media ladera de un depósito de coluvión, el cual presenta un espesor superior a los 15 metros y se caracteriza por la evidencia de agrietamientos y subsidencias que se han visto reflejados en viviendas, edificaciones e infraestructura en el caserío.

La evaluación del riesgo se fundamenta en los prescrito por la Ley 1523 de 2012 (Política Nacional de Gestión del Riesgo de Desastres) y el análisis de la infraestructura hidráulica en la Resolución 330 de 2017, buscando la identificación y cuantificación de la Amenaza, la Vulnerabilidad y el Riesgo generado por los fenómenos geológicos de remoción de masa progresivos que afectan la zona. Dichos movimientos han provocado la alta saturación del suelo y el lavado de finos en la matriz del depósito coluvial, generando efectos de punzonamiento y deformación directa sobre el sistema hidráulico existente (tubería PVC de 6 pulgadas), lo que desencadena el desempalme o la rotura de la red.

La situación se ve agravada por el aporte permanente de agua a la masa" inestable", proveniente tanto de la infiltración por grietas visibles como del afloramiento constante de dos afloramientos (quebradas) que discurren sobre el coluvión, sumado a cuatro transversales de aguas lluvias que dirigen el caudal hacia el depósito.

En consecuencia, el propósito de este estudio es presentar un diagnóstico geotécnico preciso y, a partir de él, determinar las medidas estructurales y no estructurales para la mitigación efectiva del riesgo. Los resultados de este estudio no solo validarán la viabilidad de un nuevo trazado de la línea de conducción en una zona geológicamente más estable (conforme al concepto técnico 3484-2024 de la CARDER), sino que también detallarán el diseño requerido de las obras de estabilización y soporte del sistema hidráulico, incluyendo las especificaciones técnicas para que la nueva infraestructura pueda absorber las deformaciones del terreno, garantizando así la continuidad, seguridad y calidad del servicio de acueducto a largo plazo.

El 5 de diciembre del año en curso se realizó una socialización con la comunidad a la cual asistieron 20 personas y se les informó sobre la pertinencia y alcance del estudio, con el propósito de que comprendan las actividades previstas en el sector y contribuyan activamente mediante la identificación y reporte de deformaciones o desplazamientos observados en el terreno.

RESUMEN EJECUTIVO

El sistema de acueducto Bonafont abastece de agua potable a población urbana y rural del municipio de Quinchía. Parte de su infraestructura, en particular un tramo aproximado de 1.000 m de la línea de conducción, se encuentra ubicada en una zona de baja estabilidad, es decir, una zona con amenaza por deslizamientos de terreno, agrietamientos y filtraciones de agua.

Estas condiciones han generado afectaciones recurrentes a la conducción, con riesgo de interrupción del servicio, daño potencial a las viviendas y a las actividades económicas cercanas. En este contexto, la autoridad ambiental, Corporación Autónoma Regional de Risaralda (CARDER) con Empresas Públicas Municipales de Quinchía E.S.P decidieron iniciar un convenio con el propósito de desarrollar un estudio especializado de riesgo geotécnico, que permita definir:

- El nivel de amenaza, vulnerabilidad y riesgo por movimientos en masa en la zona.
- Las alternativas de ubicación y trazado de la línea de conducción que mitiguen dicho riesgo.
- Las obras necesarias para que la alternativa seleccionada pueda operar de forma segura.

El objetivo general del diagnóstico es caracterizar las laderas en el sector de estudio, evaluar el riesgo asociado a la actual línea de conducción del acueducto Bonafont y plantear alternativas de trazado, para finalmente seleccionar la alternativa más favorable en términos de calidad y relación costo/beneficio; así mismo diseñar las obras de estabilización y protección requeridas para su implementación.

Para cumplir el objetivo del diagnóstico de riesgo geotécnico, se deben llevar a cabo algunas actividades que corresponden a la revisión de información y/o estudios previos en el sitio, la elaboración de pruebas de laboratorio para obtener la clasificación del terreno y con esto realizar la modelación de estabilidad, para finalmente con base en los resultados obtenidos diseñar una obra de estabilización y conducción que garantice el funcionamiento adecuado del acueducto Bonafont.

Este diagnóstico de riesgo geotécnico y el análisis de alternativas de trazado de la línea de conducción tienen un propósito claro: prevenir fallas futuras en el sistema de acueducto y garantizar la continuidad del servicio de agua potable, reduciendo la exposición de la infraestructura a deslizamientos y otros procesos de inestabilidad en la ladera.
Contar con una alternativa de trazado técnicamente sustentada, acompañada de diseños de detalle y de una estimación de costos, permitirá a las entidades competentes planear y priorizar inversiones en la infraestructura del acueducto Bonafont, bajo un enfoque de gestión del riesgo y de protección de la comunidad.

OBJETIVOS

OBJETIVO GENERAL

Realizar los estudios correspondientes para determinar el Riesgo (Amenaza x Vulnerabilidad) en la vereda Moreta del municipio de Quinchía, específicamente en el área que corresponde a la ubicación de la línea de conducción del acueducto de la Asociación de Usuarios Regional BONAFONT y determinar las medidas estructurales y no estructurales para la mitigación del riesgo.

OBJETIVOS ESPECIFICOS

i) Establecer los planes de manejo del riesgo mediante la identificación y valoración de la Amenaza, Vulnerabilidad y la Exposición, conforme con la Guía Metodológica del SGC,2016.

ii) Realizar el reconocimiento de campo y la exploración del subsuelo con recuperación de muestras alteradas e inalteradas y los ensayos de laboratorio necesarios para obtener parámetros geotécnicos representativos.

iii) Construir el modelo geológico-geomorfológico e hidrogeológico del sector y evaluar la estabilidad por medio de Equilibrio Límite (MEL) con análisis seudoestático, incorporando efectos de nivel freático y los procesos de erosión interna canalizada (piping).

iv) Caracterizar escenarios de riesgo asociados a inestabilidad de ladera e integrar los resultados en matrices de Amenaza, Vulnerabilidad, Exposición y su enlace con Probabilidad x Consecuencia.

v) Analizar alternativas de la línea de conducción y compararlas en términos técnicos, operativos, calidad de la propuesta técnica, mantenimiento y relación costo beneficio (C/B).

vi) Definir el diseño recomendado con especificaciones técnicas particulares, criterios de aceptación en obra y plan de control de calidad durante la construcción

vii) Consolidar el informe final con planos y anexos.

ANTECEDENTES, ALCANCES Y MARCO INSTITUCIONAL

Este estudio está orientado en definir y justificar las medidas de reducción del riesgo y la solución al trazado de la línea de conducción del acueducto de Bonafont en la vereda Moreta del municipio de Quinchía. El alcance comprende la recolección y validación de información, la exploración del subsuelo, la evaluación de riesgo (Amenaza, Vulnerabilidad, Exposición, definidas por Servicio Geológico Colombiano en su Guía Metodológica para Estudio de Detalle (SGC, 2016), el análisis de alternativas y el diseño recomendado, con su traducción a criterios de control de calidad en obra y a un plan de implementación por fases.

A. RECONOCIMIENTO DE CAMPO Y CARTOGRAFIA GEOTECNICA

Se efectuó reconocimiento detallado del área de influencia, apoyado en topografía de alta resolución y en la cartografía de procesos morfodinámicos activos. Se revisaron y confrontaron mapas topográficos y geológicos, orto imágenes e imágenes satelitales, así como documentos técnicos y reportes previos asociados al evento. Con este insumo se levantó una cartografía geotécnica que caracteriza las unidades de terreno.

B. EXPLORACION DE TERRENO

El programa de exploración del subsuelo se diseñó para determinar la composición y variabilidad de los materiales y obtener parámetros geotécnicos representativos. Se recuperaron muestras alteradas e inalteradas mediante tres (3) sondeos a profundidades de 10 m y 15 m. Los ensayos de laboratorio se orientaron a parámetros geomecánicos e hidráulicos (resistencia, deformabilidad, densidades, contenidos de humedad y permeabilidad), insumo para el modelamiento de estabilidad conforme al Método de Equilibrio Límite y para el dimensionamiento de las obras previstas.

C. ELABORACION DEL ESTUDIO DE AMENAZA, VULNERABILIDAD Y RIESGO

A partir de la información de campo y laboratorio se desarrolló la evaluación A–V–E (SGC, 2016 – estudios de detalle). La amenaza se estimó considerando la geometría del talud, las condiciones hidrogeológicas (nivel freático y aportes), la presencia de rellenos y las evidencias de erosión interna; la vulnerabilidad se estableció en función de la fragilidad del entorno construido y de la infraestructura; y la exposición se definió a partir de la ocupación del área afectable (líneas vitales como el acueducto de Bonafont).

Esta lectura permitió priorizar escenarios, identificar medidas de control y vincular la valoración A–V–E con la matriz Probabilidad × Consecuencia (P × C) del marco GIR corporativo para la toma de decisiones.

D. MARCO INSTITUCIONAL Y NORMATIVO APLICABLE

Las entidades directamente involucradas son las siguientes:

- Corporación Autónoma Regional de Risaralda – CARDER
- Empresas Públicas Municipales de Quinchía E.S.P

- Asociación de Usuarios Regional Bonafont
- Alcaldía del Municipio de Quinchía

Además, el estudio y sus decisiones se enmarcan en:

- Ley 1523 de 2012 – Política Nacional de Gestión del Riesgo de Desastres y articulación con los sistemas de respuesta y recuperación.
- Decreto 1807 de 2014 – Incorporación de la Gestión del Riesgo en los planes de Ordenamiento Territorial en Colombia.
- Guía SGC (2016, estudios de detalle escala 1:2000) – Metodología para la evaluación de Amenaza, Vulnerabilidad y Exposición en movimientos en masa y criterios para estudios a escala 1:2.000.
- Ley 142 de 1994 – Régimen de Servicios Públicos Domiciliarios.
- Resolución 0330 de 2017 – Reglamento Técnico para el Sector Agua Potable y Saneamiento Básico (RAS).
- NSR-10 (AIS, 2010) – Reglamento Colombiano de Construcción Sismo Resistente, aplicable en lo pertinente a estabilidad, acciones sísmicas y seguridad de obras.

MARCO GEOLOGICO

En este capítulo se presenta un resumen de las principales características del terreno y de las propiedades del subsuelo de manera general, las cuales se estimaron basado en estudios recientes sobre zonas similares y el análisis de imágenes satelitales de la zona, con el objeto de conocer la composición del subsuelo y las capas que lo componen. Dentro de las principales características se presenta un resumen de las condiciones geológicas a nivel local y regional del área de estudio.

A. GEOLOGIA REGIONAL

En el ámbito del municipio de Quinchía se reconocen tres unidades geológicas de carácter regional (Calle et al., 1982). La más antigua corresponde principalmente al Miembro Inferior de la Formación Amagá (Tom), sobre la cual se dispone la Formación Combia (Tcm). Ambas unidades son intruidas por cuerpos hipoabisales de composición andesítica, asignados a la unidad Tadh.

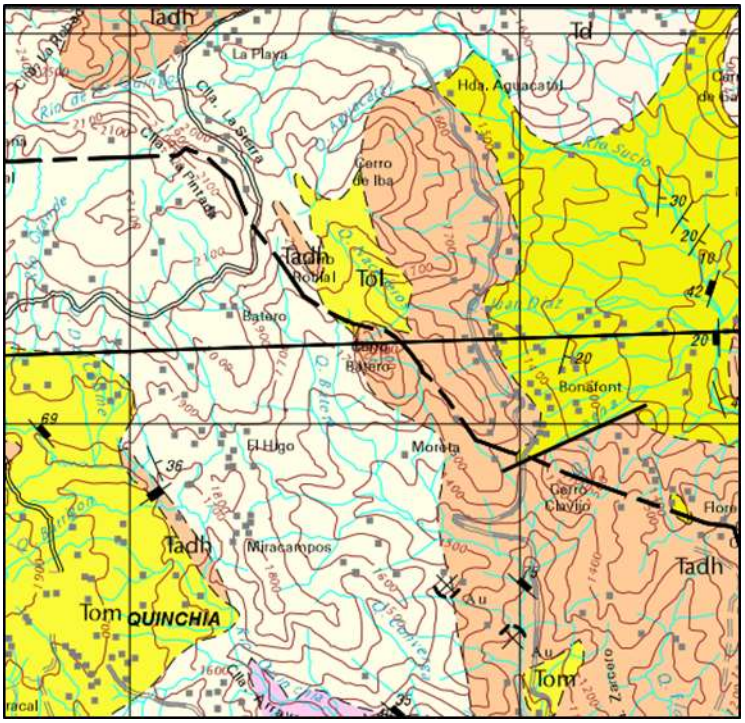


Figura 3. Mapa geológico regional del área de Quinchía a escala 1:100.000

Fuente: Calle et al. (1980). Tom: Formación Amagá. Tmc: Formación Combia y Tadh: Rocas Hipoabisales porfiríticas

En el mapa geológico regional no se han cartografiado fallas, aunque se identifica un lineamiento de dirección NNE en el sector inferior de la Figura 1. Las formaciones que se encuentran en la zona son:

- ***Formación Amagá (Tom)***

En el área del municipio de Quinchía aflora principalmente el Miembro Medio de la Formación Amagá. Está constituido por paquetes potentes interestratificados de areniscas de tamaño de grano fino a grueso y arcillolitas. Se distingue de los demás miembros por la presencia de varios mantos de carbón y la ausencia prácticamente total de conglomerados. Sus afloramientos principales se circunscriben a las poblaciones de Quinchía y Riosucio; en este último municipio se localizan las explotaciones de carbón más importantes de toda la plancha, conocidas como minas El Salado y El Encenillal. Edad: Oligoceno (Calle y González, 1982).

- ***Formación Combia (Tmc).***

Esta unidad está compuesta por flujos de lava basáltica, depósitos piroclásticos de composición intermedia y rocas sedimentarias de ambiente continental. Dada su marcada variabilidad litológica, para su descripción se ha subdividido en dos miembros, uno volcánico y otro sedimentario; esta separación no se representa en el mapa de Calle et al. (1980) debido a la escala utilizada.

- ***Rocas hipoabisales porfiríticas (Tadh).***

Circunscritos a la cuenca del río Cauca se reconocen varios cuerpos de geometría aproximadamente semicircular, que resaltan sobre la topografía suave característica de las zonas donde aflora la Formación Amagá, o acentúan la topografía abrupta asociada localmente a los estratos de aglomerados y brechas de la Formación Combia. Estos cuerpos también se presentan como diques y mantos subhorizontales tipo sill emplazados en los sedimentos de la Formación Amagá (Calle y González, 1982). Dentro de ellos se han identificado dos facies principales, una de composición andesítica y otra dacítica, entre las cuales pueden observarse cambios gradacionales. Suelen encontrarse intensamente meteorizados, generando un saprolito arcilloso de color pardo amarillento, dentro del cual se conservan cristales bipiramidales de cuarzo cuando el material procede de la meteorización de una roca dacítica. Edad: Mioceno Superior a Plioceno (Calle y González, 1982).

B. GEOLOGIA LOCAL

En el área de estudio en el corregimiento de Batero del municipio de Quinchía, se localizan dos unidades, la Formación Combia miembro inferior (Tdai) y Rocas hipoabisales Porfiríticas (Tdah) y depósitos coluviales recientes (Qco). (Véase Figura 4).



Figura 4. Mapa geológico del área de estudios, Formación Combia miembro inferior (Tdai) y Rocas hipoabisales Porfiríticas (Tdah).
Fuente: Google Earth

- ***Formación Combia, miembro inferior (Tdai).***

Esta unidad ocupa la mayor parte del sector occidental del área estudiada, aunque en gran proporción se encuentra recubierta por depósitos coluviales (Qco). Sus afloramientos más representativos se observan a lo largo de la carretera en construcción adyacente al sector oriental del cerro Batero (ver Figura). La unidad está

conformada por potentes depósitos de flujos piroclásticos de bloques y ceniza, que constituyen secuencias de hasta aproximadamente 200 m de espesor (cf. Borrero y Toro, 2016).

Los depósitos de flujo piroclástico presentan, en promedio, una relación fragmentos:matriz del orden de 70%–80 % a 30%–20 %, y se encuentran en estado de alteración moderada a muy intensa.

Los fragmentos corresponden a bloques y bombas angulares a subredondeados, de composición andesítica y dacítica, con texturas porfiríticas y grado de vesiculación variable; sus colores varían entre grises, amarillos y pardo–café (véase Figura 5 y Figura 6). La matriz es de composición vitro–cristalo–lítica, de color gris claro, con tamaño de grano correspondiente a ceniza media a gruesa. Los depósitos suelen constituir una única unidad de enfriamiento, lo que se interpreta a partir de la presencia de un soldamiento intermedio de carácter extensivo (Borrero y Toro, 2016).



Figura 5. Afloramientos de los depósitos piroclásticos
Fuente: Contratista GEONADIR

En la siguiente figura se evidencia la presencia de bloques alterados de forma sub-angular a sub-redondeada de composición volcánica intermedia de colores blancos y amarillos embebidos en una matriz de ceniza media a alta de color café claro. (Véase Figura 6)

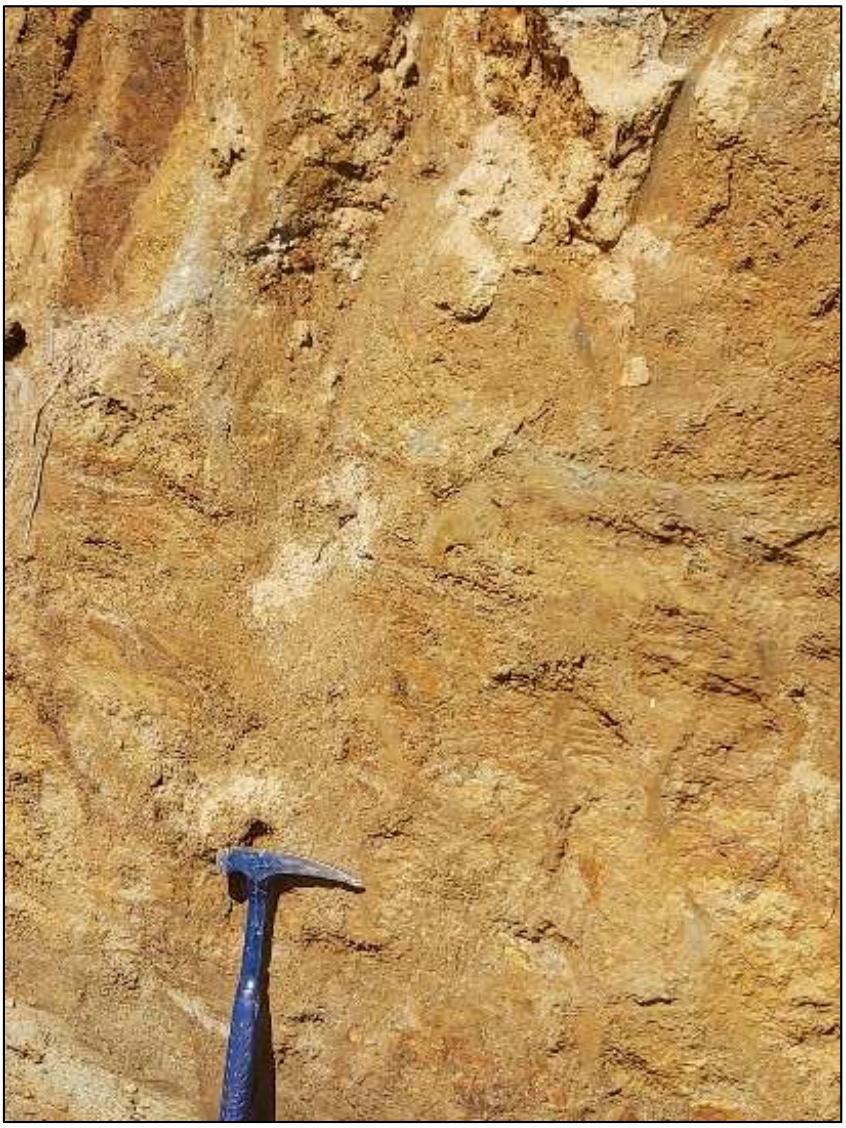


Figura 6. Bloques alterados de composición volcánica
Fuente: Contratista GEONADIR/Escala: Martillo geológico de 0.3 m de altura

- ***Rocas hipoabisales Porfiríticas (Tdah).***

Esta unidad incluye el cuerpo subvolcánico denominado cerro Batero, localizado al occidente del área, y otro cerro sin denominación al oriente del sector de estudio, que aflora en inmediaciones de la vereda Moreta. El cerro Batero intruye los depósitos piroclásticos del miembro inferior de la Formación Combia (Tdai), y el colapso parcial de las laderas del domo ha generado depósitos coluviales (Qco) en la vertiente suroccidental de dicho cerro. En la figura se observa que el área donde se localiza el corregimiento de Batero corresponde principalmente a depósitos coluviales (Qco). Hacia el sector derecho se identifica el contacto intrusivo con los depósitos piroclásticos de la Formación Combia (Tdai), asociados al domo volcánico. (Véase Figura 7)



Figura 7. Domo y espina volcánica del cerro Batero
Fuente: Contratista GEONADIR

En el área de estudio, las rocas que conforman estos cuerpos volcánicos presentan textura porfirítica, con fenocristales de anfíbol y plagioclasa de tamaño centimétrico, inmersos en una matriz afanítica (véase Figura 8). A escala microscópica, Borrero y Toro (2016) describen estas rocas como constituidas por un 10–25 % en volumen de fenocristales, principalmente de plagioclasa y hornblenda, y en muy baja proporción granate. Estos cristales se encuentran incluidos en una masa fundamental cristalo-vítrea con desarrollo de textura felsítica.

Los fenocristales de plagioclasa presentan tamaños entre 1 y 3 mm, formas euhedrales a subhedrales y zonamiento oscilatorio frecuente; en la matriz también se reconocen microlitos de plagioclasa. El anfíbol (oxi-hornblenda) se presenta como fenocristales de tamaño variable, generalmente inferior a 1 mm. La masa fundamental está constituida por cristales submilimétricos de anfíbol y agregados anhedrales de cuarzo y plagioclasa, así como por sectores con masas irregulares de carbonatos. En las muestras analizadas no se observaron xenolitos.



Figura 8. Bloque caído del Cerro Batero, sobre la línea de conducción de agua
Fuente: Contratista GEONADIR

Los cuerpos subvolcánicos de la unidad Rocas hipoabisales porfiríticas (Tdah) son coetáneos con las rocas extrusivas del miembro medio de la Formación Combia (Tdai), con edades en el rango 12–6 Ma, obtenidas mediante métodos K/Ar en hornblenda, trazas de fisión en circones y K/Ar en roca total (Restrepo et al., 1981; Ramírez et al., 2006; Leal-Mejía, 2011, en Borrero y Toro, 2016).

- ***Depósitos coluviales (Qco)***

En el área de trabajo, los depósitos coluviales (Qco) se encuentran asociados a caídas de rocas originadas por el colapso de las paredes verticales y subverticales de los flancos occidental y oriental del domo y espina volcánica del cerro Batero. Estos movimientos en masa de tipo caída de rocas constituyen la principal amenaza natural para este sector del corregimiento de Batero, en el municipio de Quinchía, debido a su capacidad para afectar la infraestructura, generar pérdidas económicas significativas y comprometer la seguridad de la población local.
La ocurrencia de estas caídas de rocas está controlada por la estructura del domo y de la espina volcánica, las propiedades resistentes de la roca, la topografía escarpada y procesos geológicos de larga duración, tales como la deformación tectónica y la meteorización. Estos fenómenos pueden presentarse de manera súbita, sin

precursores evidentes ni señales de alarma claras. Los disparadores del colapso incluyen la meteorización diferencial del domo y eventos sísmicos, incluso de baja magnitud.

Los depósitos coluviales (Qco) relacionados con el domo y la espina volcánica del cerro Batero, tanto en el sector occidental como en el oriental, se forman cuando porciones inestables de roca fracturada colapsan y producen caídas de rocas. Por acción de la gravedad, el material desprendido se desplaza y se acumula hacia la base del domo, conformando cuerpos coluviales. Estos depósitos son matriz-soportados, pobremente calibrados y constituidos casi en su totalidad por fragmentos del domo original. Los clastos son angulares a subangulares, localmente redondeados, con tamaños que varían desde gravas hasta bloques, y con abundante presencia de megabloques dispuestos de forma caótica, sin selección granulométrica ni estratificación aparente, y con un grado de consolidación de regular a pobre. En la zona g, los espesores pueden alcanzar.

varias decenas de metros, debido a la acumulación progresiva de material asociado a múltiples eventos de caída de rocas. (Véase Figura 9).



Figura 9. Depósitos coluviales (Qco)
Fuente: Contratista GEONADIR

La comunidad del corregimiento de Batero se asienta sobre depósitos coluviales (Qco) asociados a los desplomes del flanco occidental del cerro Batero (véase Figura 9). En el tramo donde la conducción del acueducto regional atraviesa dichos depósitos coluviales, no se registran afectaciones reportadas por la comunidad residente ni por el fontanero responsable de la operación del sistema de acueducto regional.

La comunidad de la vereda Moreta también se localiza sobre depósitos coluviales (Qco) derivados de los colapsos de las paredes del cerro Batero, en el sector occidental (véase Figura 10). Estos depósitos coluviales se encuentran confinados hacia el oeste por las rocas de la Formación Combia y por la base del domo volcánico del cerro Batero, y hacia el este por las mismas rocas de la Formación Combia. En este sector, los depósitos presentan agrietamientos superficiales que afectan parcialmente algunas viviendas y la traza actual de la conducción del acueducto.

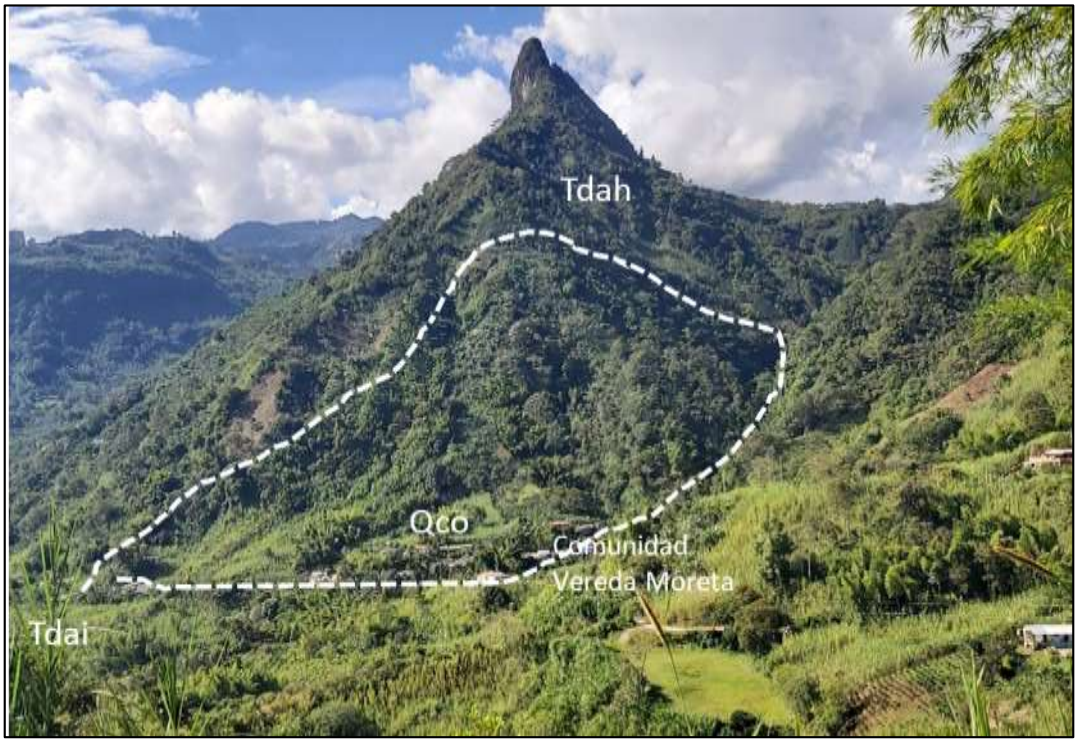


Figura 10. Localización de los depósitos coluviales
Fuente: Contratista GEONADIR

Los depósitos fueron formados por diferentes eventos de acuerdo con la zona donde se desplomó parte del domo volcánico (Tdah). Hacia el suroeste los depósitos coluviales cubren discordantemente los depósitos de la Formación Combia (Tdai).

C. GEOLOGIA ESTRUCTURAL

El comportamiento sísmico en el área del municipio de Quinchía se evaluó con base en el Mapa Nacional de Amenaza Sísmica de Colombia (Ingeominas-UN, 2010), el cual corresponde a un modelo probabilístico del movimiento del terreno asociado a la ocurrencia de sismos en el país. La amenaza se expresa en términos de aceleración horizontal máxima en roca (PGA) y se presenta para probabilidades de excedencia del 2 %, 10 % y 50 % en un horizonte de 50 años, considerado como la vida útil típica de una construcción corriente. Estas probabilidades se relacionan con periodos de retorno aproximados de 2.475, 475 y 75 años respectivamente, y corresponden a sismos de ocurrencia excepcional, frecuente y muy frecuente.

Para la delimitación y caracterización de la actividad de las fuentes sismogénicas potenciales se compiló un mapa de deformaciones cuaternarias, se integró un catálogo sismológico histórico e instrumental y se adelantó un análisis detallado de los sismos históricos más destructivos registrados en el país (Ingeominas-UN, 2010). (Véase Figura 11)

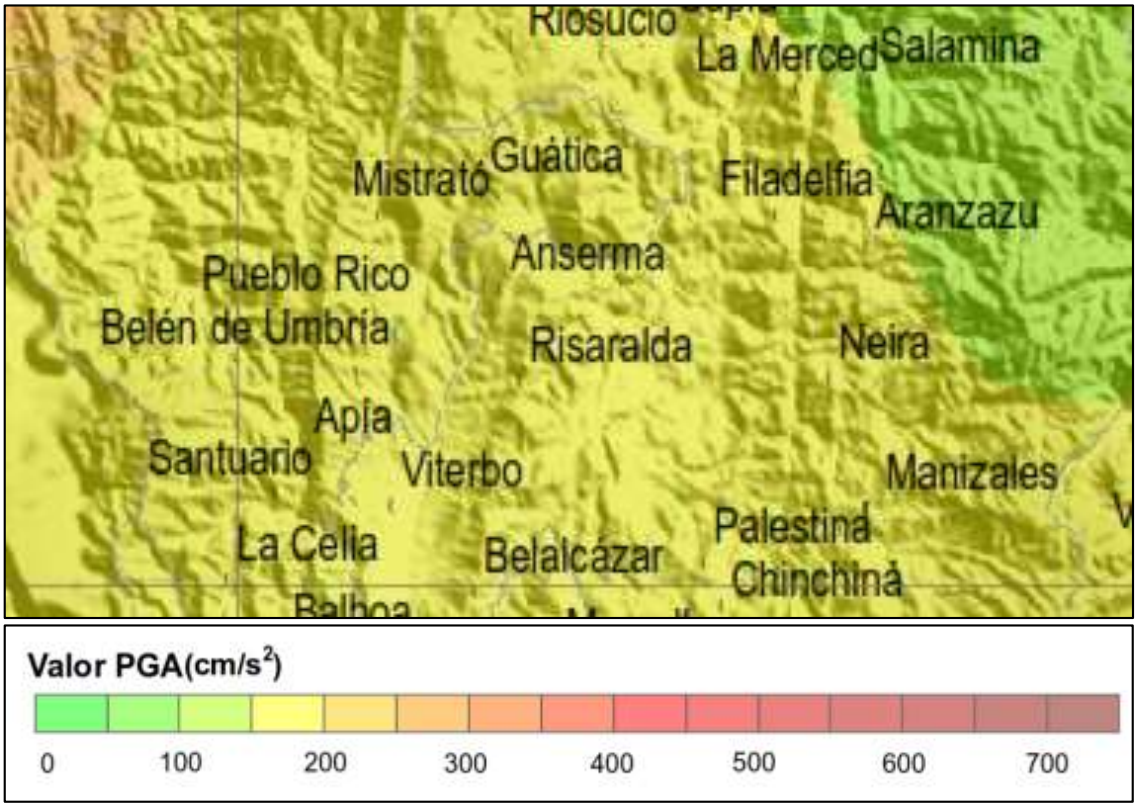


Figura 11. Mapa nacional de Amenaza Sísmica Periodo de retorno 475 años. Escala 1:1.500.000

Fuente: Ingeominas – UN (2010)

El área del municipio de Quinchía corresponde a una amenaza moderada a fuerte con un valor de PGA<200.

A continuación, se presenta la sismicidad histórica para el municipio de Quinchía tomada del Servicio Geológico Colombiano.

Tabla 1. Sismicidad histórica para el área del municipio de Quinchía

Por sitio consultar

Departamento RISARALDA

Municipio QUINCHÍA

Ver tabla completa e histograma

No.	Fecha del sismo	Hora local	Lat.	Long.	Magnitud	Prof. (km)	Centro poblado	Int. sitio	Int. Máx.	Área epicentral
1	1938/02/04	21:23	4.68	-75.69	7	150	Quinchía	8	8	Eje Cafetero, Colombia
2	1962/07/30	15:18	5.17	-76.35	6.5	64	Quinchía	8	8	Eje Cafetero, Colombia
3	1999/01/25	13:19	4.36	-75.66	6.1	21.6	Quinchía	5	9	Eje Cafetero, Colombia

Fuente: Servicio Geológico Colombiano 2025

En el contexto regional destacan dos sismos históricos que afectaron el municipio de Quinchía. El primero corresponde al terremoto del Eje Cafetero del 4–5 de febrero de 1938, para el cual los registros de sismicidad histórica y los mapas de intensidades del Servicio Geológico Colombiano indican intensidades macrosísmicas del orden de VIII (escala EMS-98) en el área de Quinchía.

El segundo es el terremoto del 25 de enero de 1999, conocido como sismo de Armenia o del Eje Cafetero, de magnitud momento Mw 6,1–6,2 y epicentro en el municipio de Córdoba (Quindío).

Para este evento, la información macrosísmica disponible ubica en Quinchía intensidades del orden de V EMS-98, es decir, con efectos apreciables, pero sin daños generalizados en las edificaciones.

MARCO GEOMORFOLOGICO

A. GEOMORFOLOGIA REGIONAL

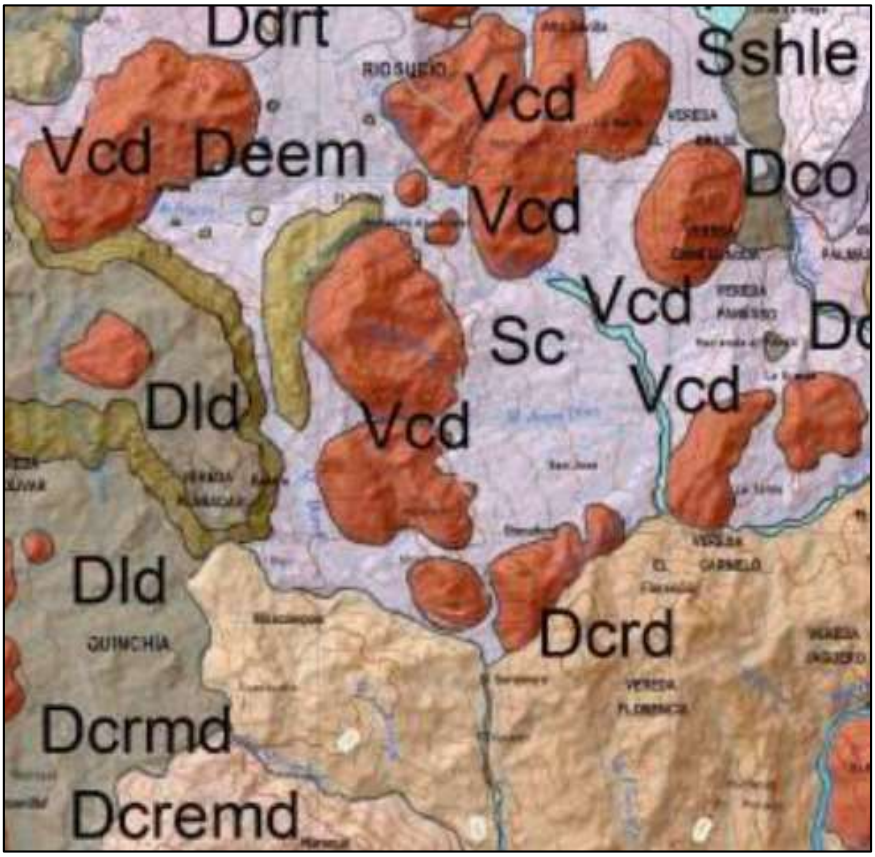


Figura 12. Mapa de Unidades Geomorfológicas de los municipios de Quinchía y Riosucio
Fuente: UPTC-SGC (2014) Mapa Geomorfológico de la Plancha 186-Riosucio

Tabla 2. Unidades Geomorfológicas mostradas en la Figura 12

Ambiente	Unidades Geomorfológicas	Nomenclatura
Denudacional	Colina residual muy disectada	Dcrmd
	Colina Remanente muy disectada	Dcremd
	Loma denudada	Dld
	Escarpe de erosión mayor	Deem
Estructural	Cuesta	Sc
	Ladera estructural de sierra homoclinal	Sshle
Volcánico	Criptodomo	Vcd

- ***Ambiente Denudacional***

Las geoformas del ambiente denudacional corresponden a unidades de relieve cuya expresión morfológica está dominada por procesos exógenos de carácter degradacional. Estas formas resultan de la acción combinada de la meteorización, la erosión y el transporte gravitacional y pluvial, que remodelan y disecan las geoformas morfoestructurales preexistentes, dejando remanentes de las mismas y originando, a su vez, nuevas geoformas asociadas a la acumulación de sedimentos (SGC–UPTC, 2014).

- ***Colina residual muy disectada (Dcrmd)***

Esta geoforma se localiza al sureste del municipio de Quinchía, en el corregimiento de Naranjal (véase Figura 12). Litológicamente está compuesta por rocas sedimentarias de la Formación Combia (Tmc) y por el miembro superior (Tos) de la Formación Amagá. Estas rocas presentan meteorización relativamente profunda, con desarrollo de suelos limo-arcillosos, en los que se observan movimientos en masa.

En esta unidad se agrupan elevaciones del terreno entre 200 y 399 m sobre su nivel de base local. Se caracteriza por cimas redondeadas, limitadas por laderas moderadamente largas (250–500 m) a largas (500–1000 m), de forma convexa a recta y con pendientes abruptas (16°–20°) a muy abruptas (21°–30°); el índice de relieve es bajo a moderado. Su origen se relaciona con procesos tectónicos y con la acción combinada de periodos de denudación y meteorización, controlados por factores litológicos locales. Estas geoformas presentan un alto grado de disección en forma de V, producto de la incisión de la red de drenaje que integra la cuenca hidrográfica del río Cauca y del río Quinchía (SGC–UPTC, 2014).

- ***Colina remanente muy disectada (Dcremd)***

En la zona de estudio, esta geoforma se localiza en el sector denominado Miracampos, al oriente del casco urbano del municipio de Quinchía, limitada por la quebrada Batero y el río Quinchía, ambos afluentes del río Cauca (véase Figura 12).

Se encuentra desarrollada sobre depósitos volcaniclásticos andesíticos y dacíticos de la Formación Combia (Tmc).

De acuerdo con SGC–UPTC (2014), esta geoforma corresponde a prominencias topográficas aisladas, separadas entre sí por la red de drenaje que conforma la cuenca hidrográfica del río Cauca. Se ubican a alturas cercanas a 400 m sobre el nivel de base local, con cimas agudas, limitadas por laderas largas (500–1000 m) a muy largas (1000–2500 m), de forma cóncava a convexa, y con pendientes que varían de inclinadas (6°–10°) a abruptas (16°–20°). Estas formas resultan de procesos muy intensos de meteorización y erosión, fuertemente controlados por la acción del drenaje.

- ***Loma denudada (Dld)***

Esta unidad geomorfológica se localiza en la vereda Roble Bonito, jurisdicción del municipio de Riosucio, y también se observa en las inmediaciones del casco urbano del municipio de Quinchía (véase Figura 12).

Este tipo de geoforma se desarrolla preferencialmente sobre rocas volcánico-sedimentarias de la Formación Combia (Tmc) y sobre rocas duras, intermedias y blandas del miembro medio (Tom) de la Formación Amagá. Se caracteriza por presentar superficies en declive, con morfología alomada, y laderas de longitud muy larga (1000–2500 m) a extremadamente larga (>2500 m), de forma convexa. El índice de relieve relativo es moderado (250–500 m), con pendientes muy inclinadas (11°–15°). Su origen se asocia al desgaste y modelado derivados de procesos denudacionales intensos. En esta unidad se registran movimientos en masa de tipo deslizamiento rotacional y caída de detritos (SGC–UPTC, 2014).

- ***Escarpe de erosión mayor (Deem)***

Esta geoforma se localiza en las inmediaciones del municipio de Quinchía, principalmente en el sector norte (véase Figura 12), y se asocia preferencialmente con los depósitos volcaniclásticos de la Formación Combia (Tmc).

Se presenta como una ladera abrupta, generalmente sinuosa, de longitud moderadamente larga (250–500 m) a larga (500–1000 m), de forma convexa, con pendientes que varían entre abruptas (16°–20°) y escarpadas (31°–45°), y con un índice de relieve moderado. Corresponde a escarpes con alturas superiores a 250 m, originados

por procesos de meteorización y erosión diferencial acentuada, los cuales dejan expuestas estas geoformas en el paisaje (SGC–UPTC, 2014).

- ***Ambiente estructural***

Las geoformas del ambiente estructural son generadas por la dinámica interna de la Tierra, especialmente por procesos de plegamiento y fallamiento. Están estrechamente relacionadas con el levantamiento de las cordilleras Central y Occidental y con el régimen compresivo asociado a la interacción entre las placas oceánica y continental, cuya expresión se manifiesta a lo largo del sistema de fallas de Romeral. Se caracterizan por un relieve montañoso a colinado, cuya altura y formas dependen del plegamiento de las rocas superiores de la corteza terrestre (SGC–UPTC, 2014).

- ***Cuesta (Sc)***

Este tipo de geoforma tiene amplia expresión al sur del área urbana del municipio de Riosucio (véase Figura 12). Se desarrolla sobre rocas de edad Terciaria, incluyendo areniscas cuarzosas de la Formación Amagá y rocas duras, intermedias y blandas de la Formación Combia (Tmc), con pendientes del orden de 10°, generalmente cubiertas por suelos residuales. Esta unidad presenta en sus laderas una alta predisposición al desarrollo de movimientos en masa.

Geomorfológicamente, la cuesta se define como una sierra asimétrica elongada, de morfología montañosa a colinada, controlada por el basculamiento suave (10°–25°) de las capas o estratos de rocas sedimentarias de la Formación Amagá y de la Formación Combia. Su configuración se asocia a la incisión fluvial y/o al fallamiento aproximadamente perpendicular al buzamiento de los estratos. Estas unidades desarrollan un drenaje dendrítico a subparalelo, localmente denso (SGC–UPTC, 2014).

- ***Ladera estructural de sierra homoclinal (Sshle)***

Estas unidades se presentan en forma de franjas paralelas con disposición NE–SW al oriente del casco urbano del municipio de Riosucio (véase Figura 12). Se asocian con rocas sedimentarias de la Formación Combia (Tmc) y con rocas del miembro superior de la Formación Amagá (Tos).

Geomorfológicamente, la unidad se caracteriza por laderas de longitud corta (50–250 m) a extremadamente larga (>2500 m), de forma recta a cóncava, con pendientes muy inclinadas (11°–15°) a muy abruptas (21°–

30°), y con un índice de relieve alto. Se originan cuando la superficie topográfica buza en la misma dirección que los estratos subyacentes, cuya inclinación es mayor a 35° (SGC–UPTC, 2014).

- ***Ambiente volcánico***

Este tipo de geoformas está asociado a la actividad volcánica, resultado de la dinámica interna de la Tierra y de sus manifestaciones en superficie. En la plancha 186 – Riosucio, las geoformas de este ambiente se expresan como cuerpos subvolcánicos con morfología dómica, de variados tamaños y alturas, que sobresalen en el paisaje. La mayoría de los cuerpos reconocidos se localizan entre los municipios de Riosucio y Quinchía (véase Figura 12).

- ***Criptodomo (Vcf)***

Los principales cuerpos de esta unidad se ubican al sureste de la zona de estudio, en los municipios de Quinchía y Riosucio. Entre ellos se destacan el cerro de Gobía y el cerro Batero (véase Figura 12). Su origen es subvolcánico y su génesis se asocia a la intrusión de magma en niveles someros de la corteza, aprovechando zonas de debilidad o discontinuidades, lo que produce el levantamiento de la roca encajante sin que el magma llegue a aflorar directamente. La emergencia superficial de estos cuerpos se debe al levantamiento continuo y a la erosión de las rocas y depósitos suprayacentes.

Dadas sus mayores propiedades de resistencia respecto a las unidades que los hospedan, estos cuerpos ígneos quedan expuestos por efecto de los procesos erosivos y, usualmente, se acompañan de cordones de coluviones a pequeña escala, no mapeables en la cartografía presentada. Geomorfológicamente corresponden a cuerpos que sobresalen de la topografía circundante de forma aislada, con morfología cónica o dómica y laderas de pendientes inclinadas a muy inclinadas e irregulares. Bajo esta definición se delimitaron todos los cuerpos ígneos hipoabisales (Tdah), cuya composición varía de andesítica a dacítica (SGC - UPTC, 2014).

GEOMORFOLOGIA LOCAL

La geomorfología local está definida por dos unidades, una del ambiente estructural, cuesta (Sc) y una unidad del ambiente volcánico (VCd).



Figura 13. Mapa geomorfológico local. Unidades Sc (Cuesta y Vcd (Criptodomos)
Fuente: Google Earth 2025/Mapa SGC 2015

Tabla 3. Unidades Geomorfológicas mostradas en la Figura 13

Ambiente	Unidades Geomorfológicas	Nomenclatura
Denudacional	Cono y lóbulo coluvial y de solifluxión	Dco
Estructural	Cuesta	Sc
Volcánico	Criptodomo	Vcd
Antropogénico		A

Formaciones geológicas superficiales

La nomenclatura de las formaciones geológicas superficiales corresponde a la propuesta por Hermelín (1985, en SGC–UN, 2016), en la cual los materiales se clasifican de acuerdo con su origen. En el área de estudio se consideran las siguientes categorías:

- Derivados de roca in situ: incluyen la roca inalterada, el saprolito y el suelo residual.

- Depósitos de ladera, de vertiente o coluviales: comprenden coluviones, talus y derrubios de pendiente (véase Figura 14).



Figura 14. Mapa de formaciones superficiales
Fuente: Google Earth 2025/Mapa SGC 2015

Referencia para las formaciones superficiales

Para la descripción de las formaciones superficiales derivadas de roca in situ, en particular de los suelos residuales desarrollados sobre el miembro inferior de la Formación Combia y sobre la unidad de Rocas hipoabisales porfiríticas, se tomaron como referencia los resultados de perforaciones ejecutadas en el municipio de Quinchía, en un sector localizado al sur del área de estudio. Dichas perforaciones fueron realizadas en el marco del trabajo de grado de Villarreal (2022).

ID SONDEO	PROF.		NÚMERO DE GOLPES (15-30-45)			DESCRIPCIÓN	MUESTRA	NIVEL FREÁTICO	HORIZONTE SUELO (Deere y Patton, 1971)	RESULTADOS LABORATORIO											
	De	a								Humedad natural W (%)	Límite Líquido LL (%)	Límite Plástico (%)	Índice de Plasticidad (%)	Pasa malla #200	Clasificación SUCS	PUH (gr/cm³)	PUS (gr/cm³)	Qu (Kg/cm²)	Cohesión C (Kg/cm²)	Angulo de fricción Φ (°)	Modulo deform. E (Kg/cm²)
PQC-01	0.0	0.1				Capa de materia orgánica.		NO	IA												
	1.0	1.5	6	7	7	Suelo arcilloso de color café-verdoso	QCM-01	NO	IB	33.84	66.3	44.19	22.1	61.8	MH-OH						
	2.0	2.5				Shelby	QCS-01	NO		69.8						1.532	0.9	1.07	0.534		
	3.0	3.5	22	31	0	Capa de suelo arcillosos de color café-verdozo con presencia de roca de maximo 5 centimetros	QCM-02	NO	IC	51.1	66.4	54.0	12.5	73.9	MH-OH						
PQC-02	0.0	0.2				Capa de materia orgánica.		NO	IA												
	1.0	1.5	10	15	18	Suelo residual arcilloso de color pardo-amarillo con ceniza volcanica	QCM-03	NO	IC	24.25	40.18	33.97	6.21	69.69	ML-OL						
	2.0	2.5				Shelby	QCS-02	NO		19.3						1.978	1.66	3.74	1.869		
	3.0	3.5	20	26	27	Tobas andesitica muy alteradas y meteorizadas	QCM-04	NO	IIA	19.1	36.4	31.77	4.02	51.71	ML-OL						

Figura 15. Suelos residuales de la Formación Combia
Fuente: Villarreal (2022)

ID SONDEO	PROF. De	PROF. a	NÚMERO DE GOLPES (15-30-45)			DESCRIPCIÓN	MUESTRA	NIVEL FREÁTICO	HORIZONTE SUELO (Deere y Patton, 1971)	RESULTADOS LABORATORIO: Humedad natural W (%)	Limite Liquido LL (%)	Limite Plastico (%)	Indice de Plasticidad (%)	Pasa malla #200	Clasificación SUCS	PUH (gr/cm³)	PUS (gr/cm³)	Cohesión C (Kg/cm²)	Angulo de fricción Φ (°)
PQC-05	1.0	1.5				Suelo arcilloso de color pardo	QCM-19	NO	IB	81.56	76.93	68.1	8.83	75.29	MH-OH				
	2	2.5				Suelo arcillo-limoso de color pardo	QCM-20	NO		81.56	85.81	74.89	10.92	88.33	MH-OH				
	3.0	3.5				Shelby	QCS-10	NO		71.6						1.554	0.906	0.61	21.56
PQC-06	0.0	0.4				Capa de materia organica			IA										
	1	1.5				Suelo arenoso de color pardo-verdoso. Con algunas estructuras de la roca original	QCM-22	NO	IC	24.45	42.84	38.09	4.75	87.27	ML-OL				
	2	2.5				Shelby	QCS-13	NO		21.3						2.041	1.683	0.7	15.06

Figura 16. Suelos residuales del miembro medio de la Formación Combia
Fuente: Villarreal (2022)

ID SONDEO	PROF. De	PROF. a	DESCRIPCIÓN	MUESTRA	NIVEL FREÁTICO	HORIZONTE SUELO (Deere y Patton, 1971)	RESULTADOS LABORATORIO: Humedad natural W (%)	Limite Liquido LL (%)	Limite Plastico (%)	Indice de Plasticidad (%)	Pasa malla #200	Clasificación SUCS	PUH (gr/cm³)	PUS (gr/cm³)	Qu (Kg/cm²)	Cohesión C (Kg/cm²)	Angulo de friccion Φ (°)	Modulo deform. E (Kg/cm²)
PMQA-07	0	0.5	Materia organica arcillo - limosa de color pardo.		NO	IB												
	1	1.5	Shelby.	SQA-07	NO		38.61						1.76	1.27	1.71	0.85		0.24
	1.5	2	Suelo limo - arcilloso de color rojizo con bandas amarillas presenta oxidos algunos framentos de roca y se observa la estructura original de la roca.	MQA-07	NO	IC	28.65	43.11	30.9	12.2	74.17	ML-OL						
PMQA-08	0	0.5	Materia organica arcillo - limosa de color pardo.		NO	IA												
	1	1.5	Shelby.	SQA-08	NO		33.18						1.87	1.4	1.57	0.79		0.47
	2	2.5	Suelo limo - arcilloso de color rojizo, presente oxidos, se observan algunos fragmentos de roca y su estructura original.	MQA-08	NO	IB	28.7	56.0	39.84	16.13	74.17	MH-OH						
	2.5	3	Suelo limo - arcilloso de color rojizo, presente oxidos, se observan algunos fragmentos de roca y su estructura original.		NO	IC												

Figura 17. Suelos residuales de las Rocas Hipoabisales Porfiríticas
Fuente: Villarreal (2022)

ID SONDEO	PROF. De	PROF. a	NÚMERO DE GOLPES (15-30-45)			DESCRIPCIÓN	MUESTRA	NIVEL FREÁTICO	HORIZONTE SUELO (Demo y Patton, 1971)	RESULTADOS LABORATORIO Humedad natural W (%)	Límite Líquido LL (%)	Límite Plástico (%)	Índice de Plasticidad (%)	Pass malla #200	Clasificación SUCS	PUH (gr/cm³)	PUS (gr/cm³)	Cohesión C (Kg/cm²)	Ángulo de fricción Φ (°)
AQC-05	0	1.7				Suelo arenoso de color pardo-amarillento. Presencia de tobas de (2 -3 cm) y algunos niveles de ceniza volcanica	QCS-08	NO	NA	21.3						2.15	1.772	1.6	21.36
	1.7	2				Coluvion con clastos de basaltos de tamaños maximo de 5 cm.subangulares a subredondeados.moderadamente selecionados. Matiz soportado, tamaños de la matriz es de arena y tiene un color pardo	QCM-17	NO		14.14	40.26	31.59	8.67	57.58	ML-OL				
AQC-06	0	0.35				Capa de materia organica			IA										
	0.35	1.5				Suelo arenosos de color pardo-amarillento con clastos de pomez, y algunas tobas	QCM-18 Y QCS-09	NO	IC	31.8	30.99	16.93	14.06	52.02	CL	1.935	1.468	1.31	15.38

Figura 18. Suelos de depósitos coluviales
Fuente: Villarreal (2022)

ANALISIS MULTITEMPORAL

Los análisis multitemporales permiten identificar la evolución de un terreno y efectuar un contraste de datos geoespaciales obtenidos en diferentes momentos, con el fin de identificar, cuantificar y evaluar cambios en el tiempo sobre una variable o fenómeno específico, como cobertura del suelo, movimiento de masas o variaciones morfológicas. No se trata solo de una secuencia de imágenes históricas, sino de un análisis técnico multitemporal en búsqueda de identificar evolución y rasgos geomorfológicos activos o enmascarados.
El análisis multitemporal se enfocó en reconocer cambios morfológicos y antrópicos en el talud estudiado en la vereda Moreta y su efecto sobre la línea de conducción del acueducto de Bonafont. Se contrastaron ortofotos históricas y recientes, cartografía oficial, planos del trazado de la línea de conducción y observación directa de campo, tomando como referencia la topografía de proyecto y los puntos de control establecidos para diseño y verificación. El cotejo temporal también permite evidenciar los incrementos de ocupación y rellenos localizados en el sitio.

- **Año 1990**

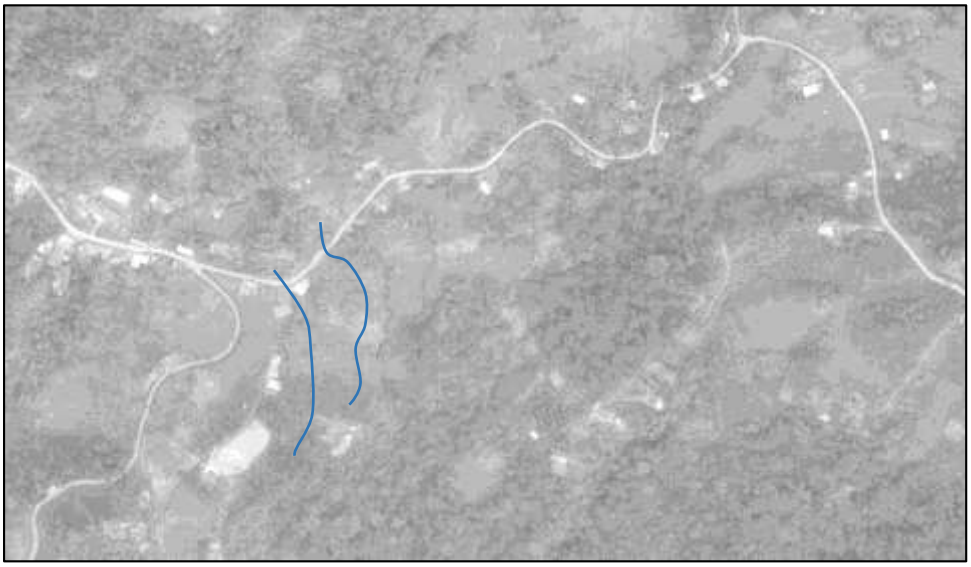


Figura 19. Ortofoto 1990
Fuente: IGAC/1990

En la Figura 19, correspondiente al análisis multitemporal, se identifican trazas de drenaje superficial que concentran y conducen el escurrimiento hacia el depósito coluvial desarrollado a partir de la erosión del cerro Batero y de las demás unidades volcánicas del sector. En la condición actual dichas trazas no son claramente reconocibles en superficie; sin embargo, se registran zonas de humedad localizada que evidencian la persistencia de flujo de agua asociado a estas antiguas líneas de drenaje.

- **Año 2005**



Figura 20. Ortofoto 2005
Fuente: Google Earth / 2005

En la Figura 20 se identifica únicamente una de las líneas de drenaje descritas en el análisis correspondiente al año 1990. Adicionalmente, se reconoce una línea de escarpe (color rojo) ubicada por debajo de dicho drenaje, lo que sugiere que el flujo de agua circula por debajo del depósito coluvial, favoreciendo el desarrollo de posibles superficies de falla en el talud.

- **Año 2014**



Figura 21. Ortofoto 2014
Fuente: Google Earth/2014

En la Figura 21 se reconoce la misma traza de drenaje, actualmente subyacente al depósito coluvial, así como un escarpe más desarrollado y continuo respecto a los periodos anteriores. Esta evolución geomorfológica sugiere la persistencia de procesos de deformación progresiva en el talud, asociados a la concentración de flujo sub-superficial y a la reducción de esfuerzos efectivos en la base del coluvión. Adicionalmente, se observa la implantación de una nueva vivienda dentro del cuerpo coluvial, lo que implica un incremento significativo de la exposición de elementos vulnerables.

- **Año 2025**



Figura 22. Ortofoto 2025
Fuente: Topografía para Moreta, GEONADIR / 2025

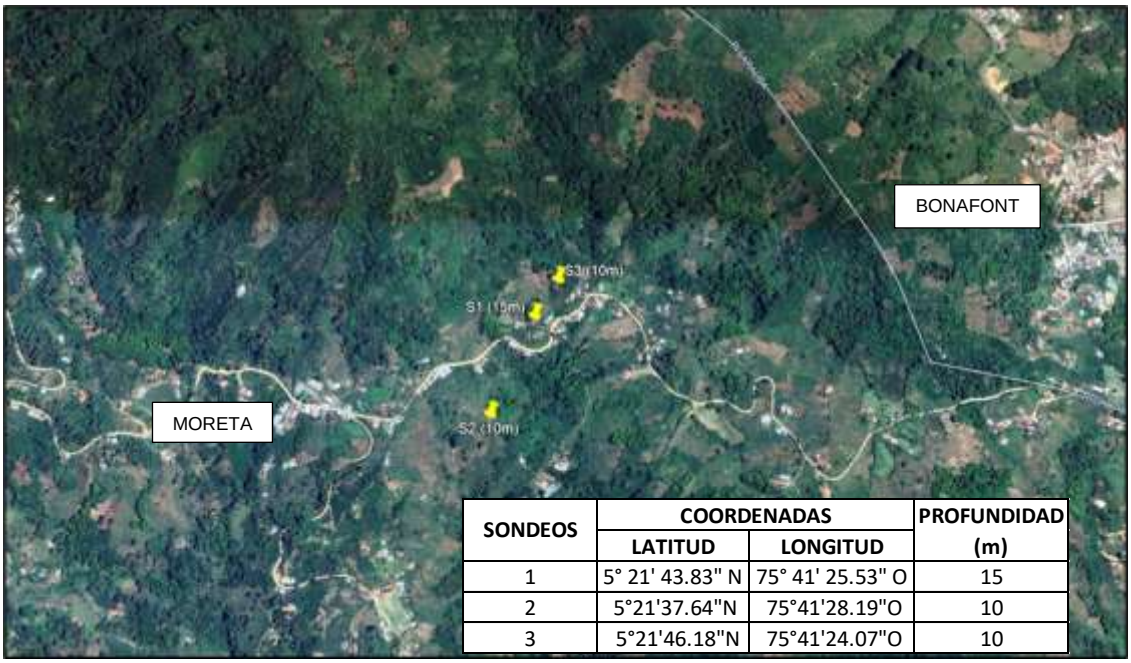
En la Figura 22 se observa que el desplazamiento progresivo del coluvión condujo a la falla total de la vivienda analizada en el estudio de 2014. Asimismo, se identifica un cambio significativo en la cobertura vegetal que deja más expuesto el escarpe, rasgo que se ha venido acentuando desde al menos 1990. Adicionalmente, no se reconoce en superficie la traza de la línea de drenaje en el sector analizado.

PLAN DE INSPECCION

El presente capítulo describe el plan de inspección y la campaña de investigación geotécnica definida para el estudio, con el propósito de caracterizar las condiciones del subsuelo a lo largo de la conducción del acueducto y en las zonas críticas de la zona. La información obtenida mediante sondeos, ensayos de laboratorio y exploraciones geofísicas (refracción sísmica y tomografías) será la base para la formulación del modelo geológico–geotécnico, la evaluación de la estabilidad de taludes y el análisis de la respuesta sísmica local, así como para el diseño de obras de intervención.

A. UBICACIÓN Y ALCANCE DE LOS SONDEOS

Los sondeos serán localizados estratégicamente a lo largo del trazado de la línea de conducción, con énfasis en los tramos donde se han identificado movimientos en masa activos o potenciales, depósitos coluviales de gran espesor, escarpes erosivos, cambios litológicos significativos o estructuras geológicas relevantes. La ubicación propuesta de los sondeos se presenta en plano de localización, y se complementa con una tabla donde se indican las coordenadas.



SONDEOS	COORDENADAS		PROFUNDIDAD (m)
	LATITUD	LONGITUD	
1	5° 21' 43.83" N	75° 41' 25.53" O	15
2	5°21'37.64"N	75°41'28.19"O	10
3	5°21'46.18"N	75°41'24.07"O	10

Figura 23. Ubicación sondeos

B. ENSAYOS DE LABORATORIO

El programa de ensayos de laboratorio se estructurará a partir de las muestras obtenidas en los sondeos, diferenciando los materiales de origen residual, coluvial y los suelos de relleno, según corresponda. En las tablas de ensayos se especificarán para cada muestra: identificación, procedencia (sondeo y profundidad), tipo de material y ensayos asignados.

Tabla 4. Lista y cantidad de ensayos de laboratorio a realizar

ENSAYO	CANTIDAD
Corte Directo Consolidado Drenado o No Drenado (CD - CU) INV-154-13	4
Resistencia a la compresión inconfinada (INV E-152-13)	4
Clasificación - Granulometría con lavado sobre Tamiz 200 (INV-E-123-13)	4
Límites de Atterberg (INV-E-126-13)	4
Peso unitario de suelos	4
Humedad natural (INV-E-122-13)	4
Compresión Inconfinada en roca (ASTM D7012-13)) Ensayo Uniaxial de Roca a 2 metros de perforación, ensayo por cada metro de perforación	4

Fuente: Elaboración propia

Los resultados de laboratorio se emplearán para estimar parámetros de resistencia al corte y deformabilidad que se utilizarán en los análisis de estabilidad de taludes mediante el Método de Equilibrio Límite (MEL) y en la evaluación del comportamiento del terreno bajo las cargas asociadas a la infraestructura.

C. LINEAS DE REFRACCION SISMICA Y TOMOGRAFIAS

Como complemento a los sondeos y ensayos de laboratorio, se ejecutarán perfiles de refracción sísmica y, donde se justifique, tomografías sísmicas o geofísicas a lo largo de los tramos más sensibles de la conducción y en sectores con espesores importantes de depósitos coluviales o transiciones complejas suelo–roca. La ubicación de estas líneas se presentará en planos específicos, indicando longitud, orientación, puntos de disparo y recepción.

Con estas investigaciones geofísicas se podrán obtener perfiles de velocidad de las ondas sísmicas, y complementar la interpretación de las variaciones laterales entre los sondeos, mejorando la afinidad del modelo geotécnico.

En la Figura 24 se observan las líneas donde se pretende realizar los ensayos de refracción sísmica (línea azul) y tomografías de terreno (línea roja).



Figura 24. Ubicación aproximada para el ensayo de refracción sísmica y tomografía
Fuente: Elaboración propia en Google Earth

JORGE MARIO GOMEZ TONUSCO
Gerente E.S.P DE QUINCHIA
Correo: contactenos@epm-quinchia-risaralda.gov.co
Dirección: Carrera 7 Calle Esquina 2 Piso

Pereira, 17 de diciembre de 2025

Doctor
JORGE MARIO GÓMEZ TONUSCO
GERENTE
Atención: Ingeniera Luisa Bedoya
EMPRESAS PÚBLICAS DE QUINCHÍA
Quinchía - Risaralda

REFERENCIA: Estudios de detalle de amenaza, vulnerabilidad y riesgo de 1000 m, de la línea de conducción de la Acueducto de la Asociación de Usuarios Regional Bonafont ubicado en la vereda Moreta – Quinchía.

ASUNTO: ACTA DE SOCIALIZACIÓN DEL OBJETO CONTRACTUAL CON LA COMUNIDAD DEL SECTOR.

Cordial saludo,

El 5 de diciembre de 2025, se llevó a cabo una jornada de socialización con la comunidad del área de influencia en la vereda Moreta, municipio de Quinchía, con el fin de presentar y explicar el alcance del objeto contractual: “ESTUDIOS DE DETALLE DE AMENAZA, VULNERABILIDAD Y RIESGO DE 1.000 m DE LA LÍNEA DE CONDUCCIÓN DEL ACUEDUCTO DE LA ASOCIACIÓN DE USUARIOS REGIONAL BONAFONT”. Durante la reunión se expuso el propósito de los estudios, su importancia para la gestión del riesgo y la continuidad del servicio de acueducto, así como el enfoque metodológico general que se aplicará en este estudio.

Se informó a los asistentes sobre las actividades previstas en campo, incluyendo la recolección de información y reconocimiento de campo, levantamientos necesarios para caracterización de la zona, inspecciones técnicas y demás intervenciones propias de los estudios de detalle, indicando que dichas actividades podrán implicar presencia temporal de personal técnico y equipos en algunos sectores de la vereda.

Asimismo, se expusieron los canales y personal encargado para la atención de inquietudes y la recepción de observaciones durante la ejecución. Finalmente, se habilitó un espacio para preguntas y aportes de los participantes, de los cuales se registraron las firmas que se adjuntan a este documento, como parte del componente social y de relacionamiento comunitario asociado al desarrollo del contrato.

Adjunto a este documento se encuentran: La presentación socializada y las firmas recolectadas de la reunión.

REGISTRO FOTOGRÁFICO



Figura 1. Asistentes reunión, Caseta Comunal Moreta – Quinchía (5-diciembre-2025)
Fuente: Elaboración propia



Figura 2. Asistentes reunión, Caseta Comunal Moreta – Quinchía (5-diciembre-2025)
Fuente: Elaboración propia



Figura 3. Presentación gerente Empresas Públicas de Quinchía, Caseta Comunal Moreta – Quinchía (5-diciembre-2025)
Fuente: Elaboración propia



Figura 4. Presentación Ing. Diego Ríos de GEONADIR S.A.S, Caseta Comunal Moreta - Quinchía (5-diciembre-2025)
Fuente: Elaboración propia



Figura 5. Asistentes reunión, Caseta Comunal Moreta – Quinchía (5-diciembre-2025)
Fuente: Elaboración propia



Figura 6. Asistentes reunión, Caseta Comunal Moreta – Quinchía (5-diciembre-2025)
Fuente: Elaboración propia

Quedo atenta a cualquier duda o inquietud que pueda surgir a partir de este documento.
Atentamente,

Natalia Rincón **NATALIA RINCÓN OSORIO** **C.C. 1.098.310.603** **REPRESENTANTE LEGAL** **GEONADIR S.A.S.**	**DIEGO ALBERTO RIOS ARANGO** **CC. 75.067.418** **DIRECTOR TECNICO** **ING. CIV. ESP. Ciencias De La Tierra Y El Medio Ambiente** **M.Sc. Geotecnia**

5 - 12 - 25

Scribe

Presentación ante la comunidad

Nombre Documento. Firma

Antonio de J Guevara
4537742 Finca mi
ranchete

Alberto Quintero
Presidente del
acueducto Bonafon
c7502887

Reinaldo Molina
Finca Aguadara
T 3116775624

Henry Campocho 7554853 c 3148296303
Bonafont

Alberto Guerrero

maria Heroina Betancur
cc:25.039197
finca el martillo
celular 3217659890

Claudia lorena largo
cc: 1007328929.
finca la esperanza
celular 3217659890

luis anguel soto
cc:
Javier Espinosa
cc 4536765

Guillermo
4542365

Baltazar Morales
1598254
finca la cañada
313 397 3537

Nombre= Daincr de J Veloza A
Documento= 15.916.244
Teléfono= 322 5931254
Parcela= Sector el Guayabo Lote Sardinero

Edwar A largo
9816377
3136080830
fontanero Acueducto

Esmilso ultimo
9890765
Telefono 3155558786

Edgar d-Jesus Guapacha
4545930
3225961004
San Nicolas
sector el guayabo

Asdrúbal Loaiza.

3122107150

A.538.622.

Finca = El Reposo.

= Las Brisas

= Asopan.

DD MM AA

Nombre → Colady Trejos Trejos
Documento → 25.038.334
Telefono → 3126742999 - 3146742999
Parcela → El Jardin
Firma → Colady Trejos

Maria Idalba Cocvaia Trejos
25.063.935.
313 600 7201
Alto Bonito

Maria Nellila Trejos Guerrero
25.033.980.
los Mangos.
. Nellila Trejos

Cendiatra

DD MM AA

Luis Gonzaga Arenas Arenas
cc: 10.276.977.
tel: 3215341892 - 3125439938
Parcela: El Cañaveral.
Luis Gonzaga Arenas

Maria Lenelly Ultima Tapasco
CC 33915140
TL 3122912189.
Chorro claro
Maria Lenelly Ultima Tapasco

Maria Soraida Trejos Pinzon
cc 30 415 353
tl. [redacted] 3146373737
El mirador
Maria Soraida Trejos Pinzon

Cendiatra

Pereira, 17 de diciembre de 2025

Doctor
JORGE MARIO GÓMEZ TONUSCO
GERENTE
Atención: Ingeniera Luisa Bedoya
EMPRESAS PÚBLICAS DE QUINCHÍA
Quinchía - Risaralda

REFERENCIA: Estudios de detalle de amenaza, vulnerabilidad y riesgo de 1000 m, de la línea de conducción de la Acueducto de la Asociación de Usuarios Regional Bonafont ubicado en la vereda Moreta – Quinchía.

ASUNTO: ANEXOS FOTOGRÁFICOS DE RECONOCIMIENTO DE CAMPO EN LA ZONA DE ESTUDIO.

Cordial saludo,

En el presente documento se evidencian las fotografías tomadas en la zona de estudio durante las visitas que se realizaron con el propósito de reconocer la ubicación exacta, problemática y tipo de terreno que puede encontrarse en este sector. Así mismo, se realizó un acercamiento con la comunidad en la que se expuso el objeto y alcances del contrato actual para brindarles conocimiento debido a las intervenciones que se puedan generar durante la ejecución de este estudio.

A continuación, se muestran las fotografías mencionadas anteriormente:

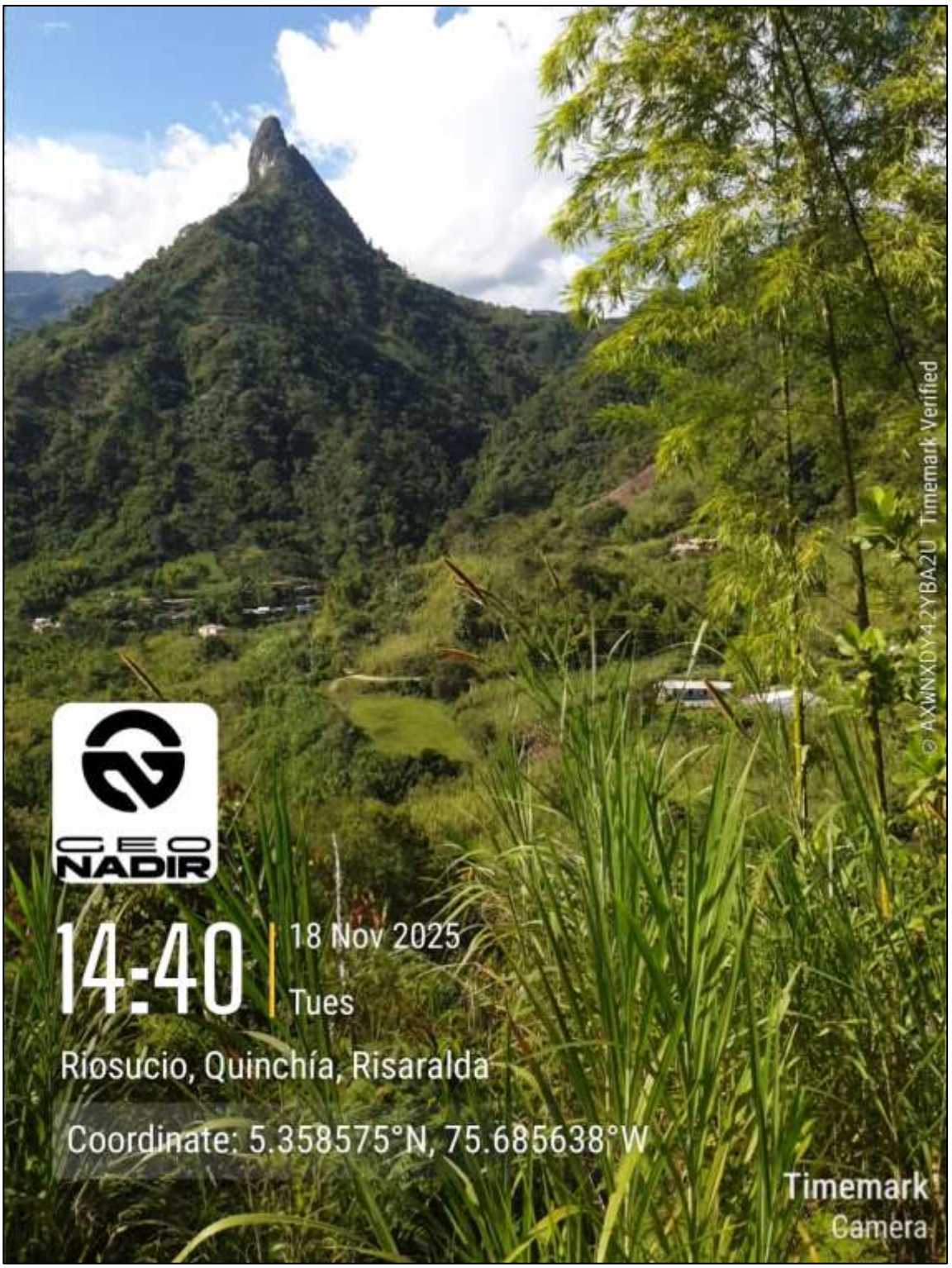


Figura 1. Visita de reconocimiento de campo, Moreta – Quinchía (18-noviembre-2025)
Fuente: Elaboración propia

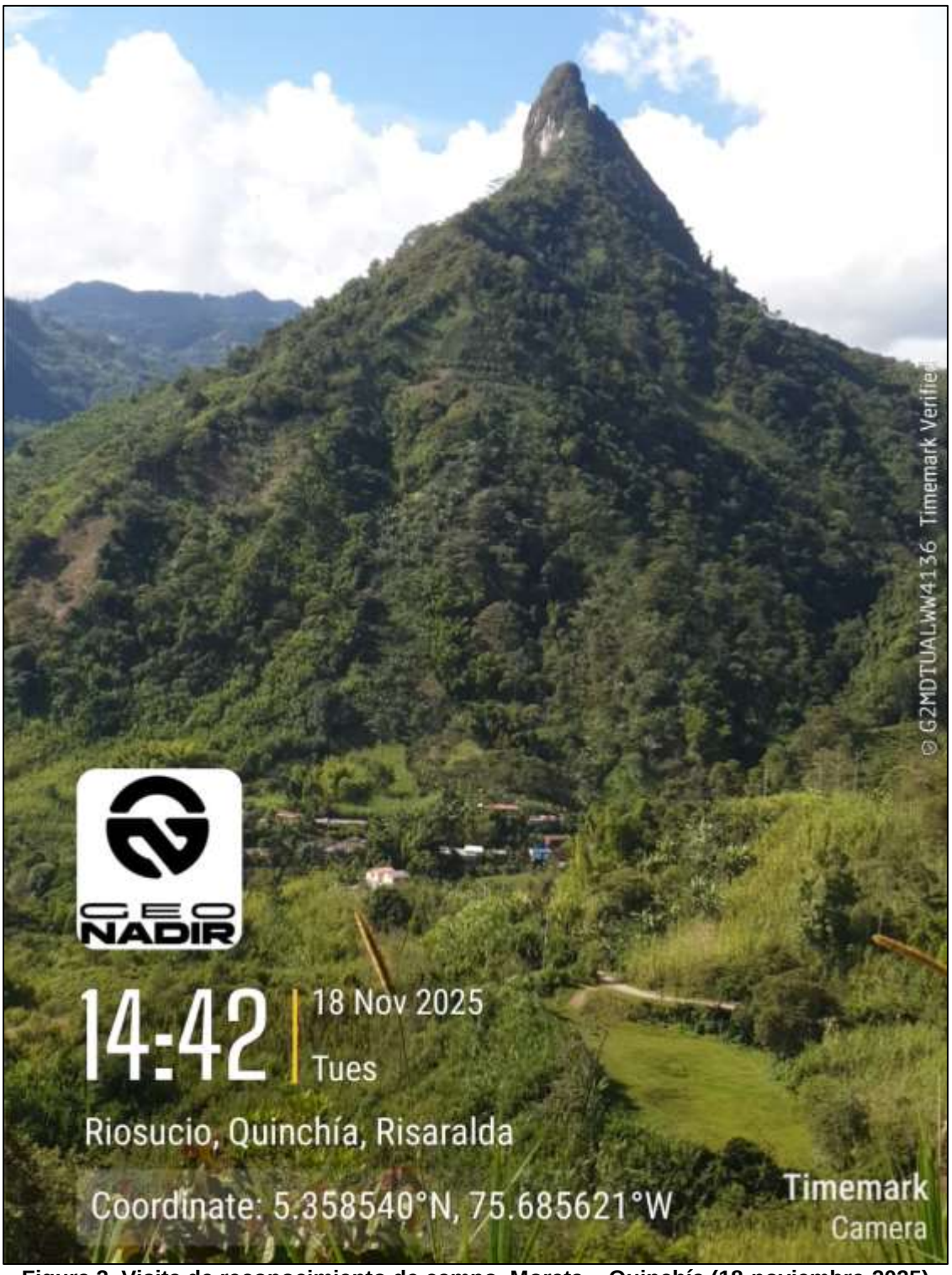


Figura 2. Visita de reconocimiento de campo, Moreta – Quinchía (18-noviembre-2025)
Fuente: Elaboración propia



Figura 3. Viviendas del sector, Moreta – Quinchía (18-noviembre-2025)
Fuente: Elaboración propia



Figura 4. Viviendas del sector, Moreta – Quinchía (18-noviembre-2025)
Fuente: Elaboración propia



Figura 5. Visita de reconocimiento de campo, Moreta – Quinchía (18-noviembre-2025)
Fuente: Elaboración propia



Figura 6. Textura porfirítica con fenocristales y plagioclasas, Moreta – Quinchía (18-noviembre-2025)
Fuente: Elaboración propia



Figura 7. Visita de reconocimiento de campo, Moreta – Quinchía (18-noviembre-2025)
Fuente: Elaboración propia



Figura 8. Viviendas del sector, Moreta – Quinchía (18-noviembre-2025)
Fuente: Elaboración propia

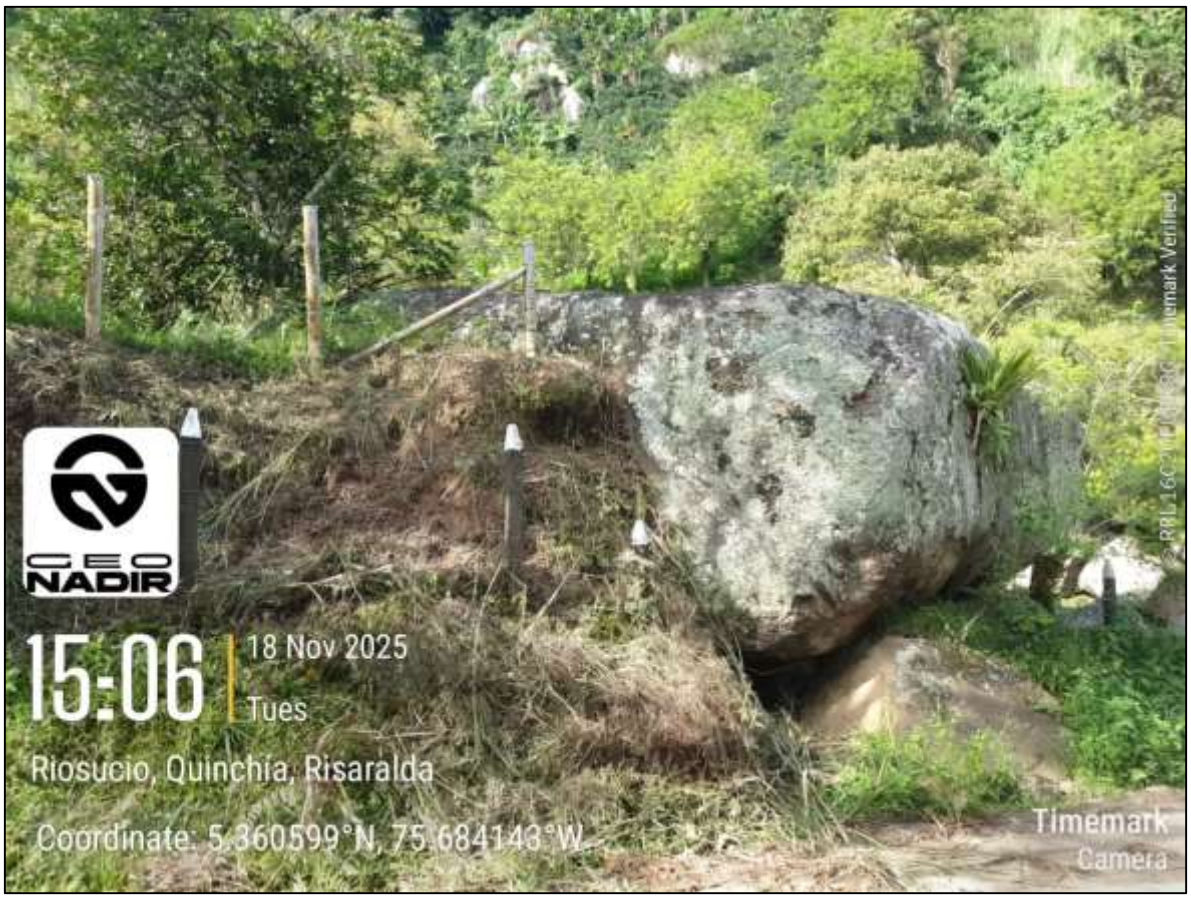


Figura 9. Rocas transportadas, Moreta – Quinchía (18-noviembre-2025)
Fuente: Elaboración propia



Figura 10. Viviendas del sector, Moreta – Quinchía (18-noviembre-2025)
Fuente: Elaboración propia



Figura 11. Reconocimiento de campo, Moreta – Quinchía (18-noviembre-2025)
Fuente: Elaboración propia



Figura 12. Viviendas del sector, Moreta – Quinchía (18-noviembre-2025)
Fuente: Elaboración propia



Figura 13. Reconocimiento de campo por el Geólogo, Moreta – Quinchía (18-noviembre-2025)
Fuente: Elaboración propia



Figura 14. Recorrido de campo, Moreta – Quinchía (18-noviembre-2025)
Fuente: Elaboración propia



Figura 15. Reconocimiento de campo, Moreta – Quinchía (18-noviembre-2025)
Fuente: Elaboración propia



Figura 16. Viviendas del sector, Moreta – Quinchía (18-noviembre-2025)
Fuente: Elaboración propia



Figura 17. Viviendas del sector, Moreta – Quinchía (18-noviembre-2025)
Fuente: Elaboración propia

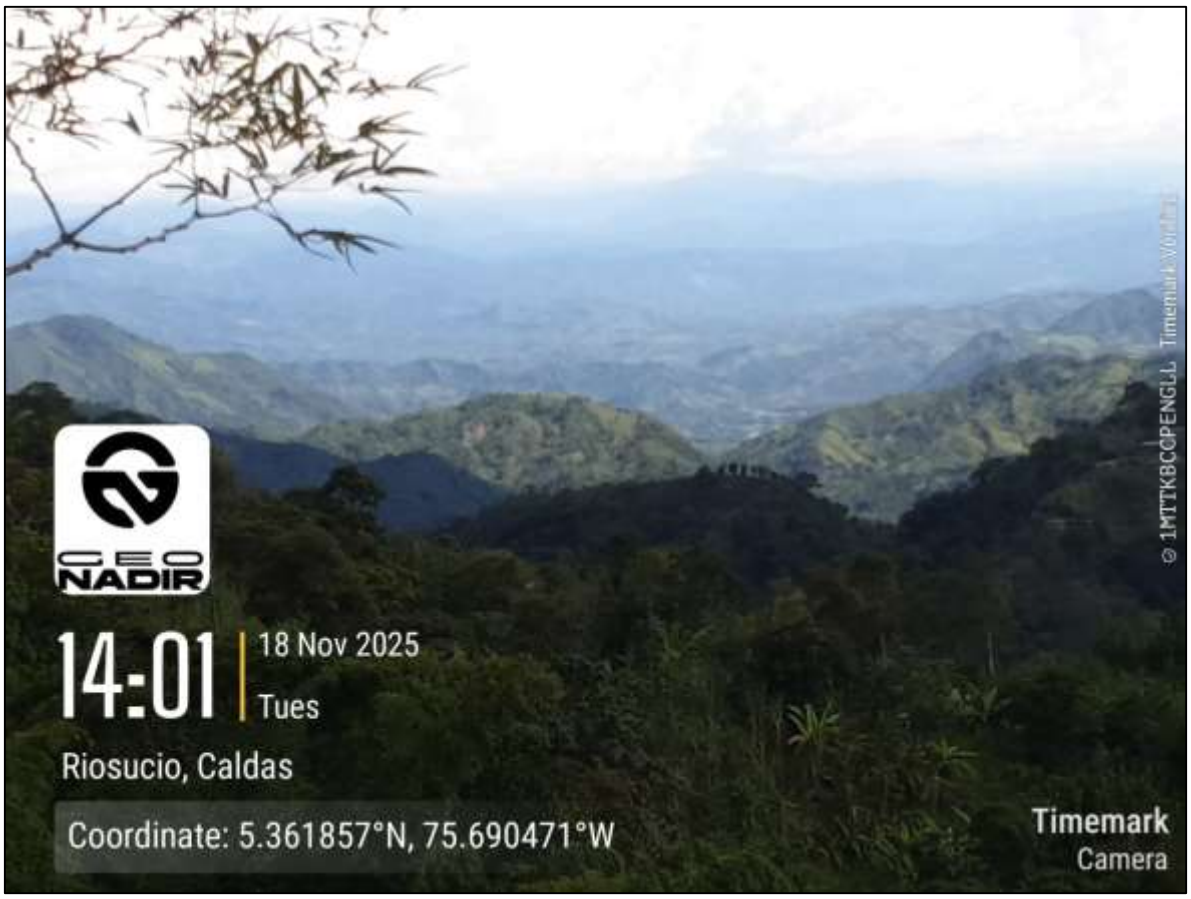


Figura 18. Reconocimiento de campo, Moreta – Quinchía (18-noviembre-2025)
Fuente: Elaboración propia



Figura 19. Reconocimiento de campo, Moreta – Quinchía (18-noviembre-2025)
Fuente: Elaboración propia



Figura 20. Sector Moreta – Quinchía (18-noviembre-2025)
Fuente: Elaboración propia



Figura 21. Reconocimiento de campo, Moreta – Quinchía (18-noviembre-2025)
Fuente: Elaboración propia



Figura 22. Viviendas del sector, Moreta – Quinchía (18-noviembre-2025)
Fuente: Elaboración propia



Figura 23. Reconocimiento de campo, Moreta – Quinchía (18-noviembre-2025)
Fuente: Elaboración propia



Figura 24. Viviendas del sector, Moreta – Quinchía (18-noviembre-2025)
Fuente: Elaboración propia



Figura 25. Reconocimiento de campo, Moreta – Quinchía (18-noviembre-2025)
Fuente: Elaboración propia

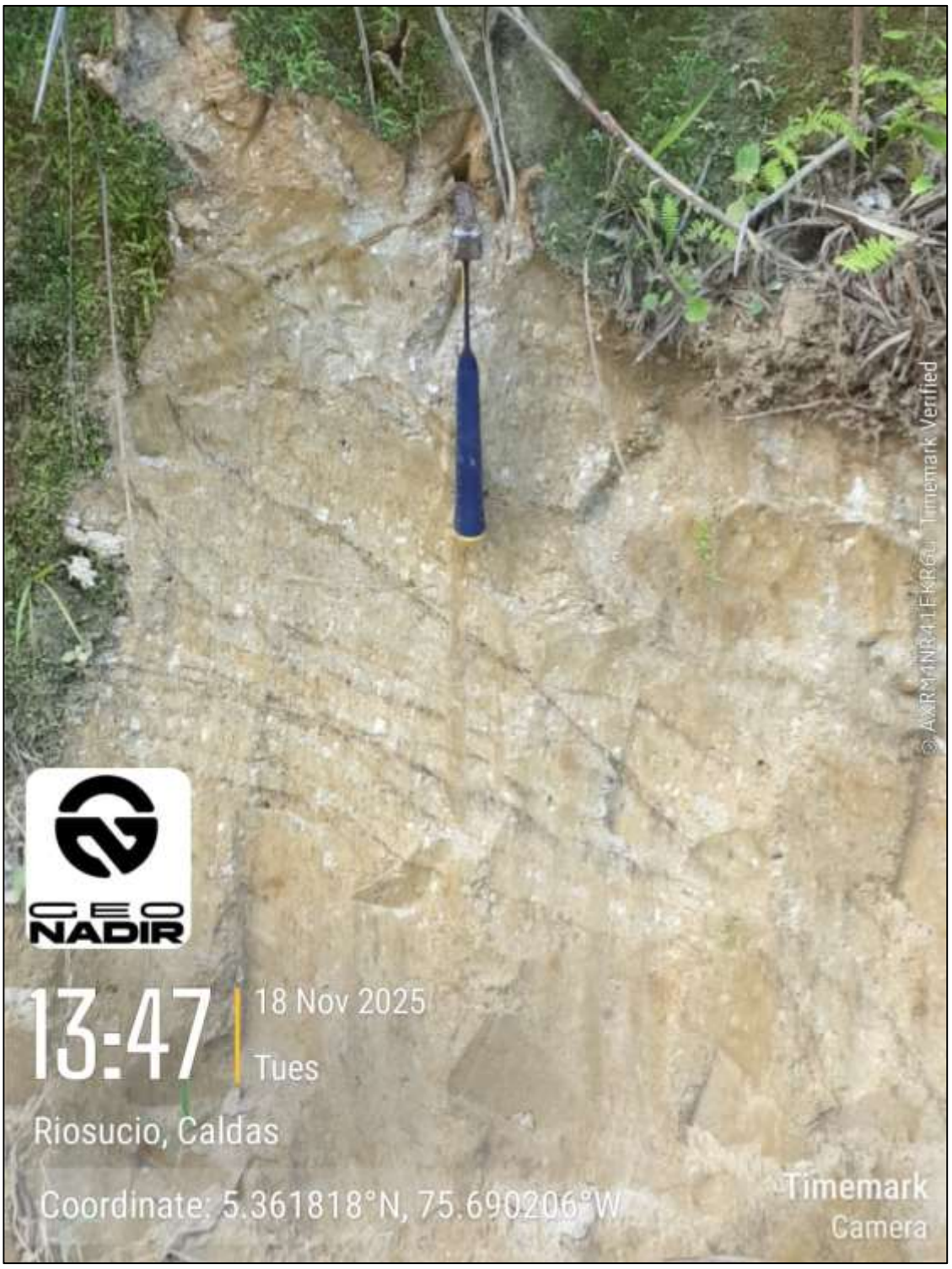


Figura 26. Reconocimiento de campo, Moreta – Quinchía (18-noviembre-2025)
Fuente: Elaboración propia

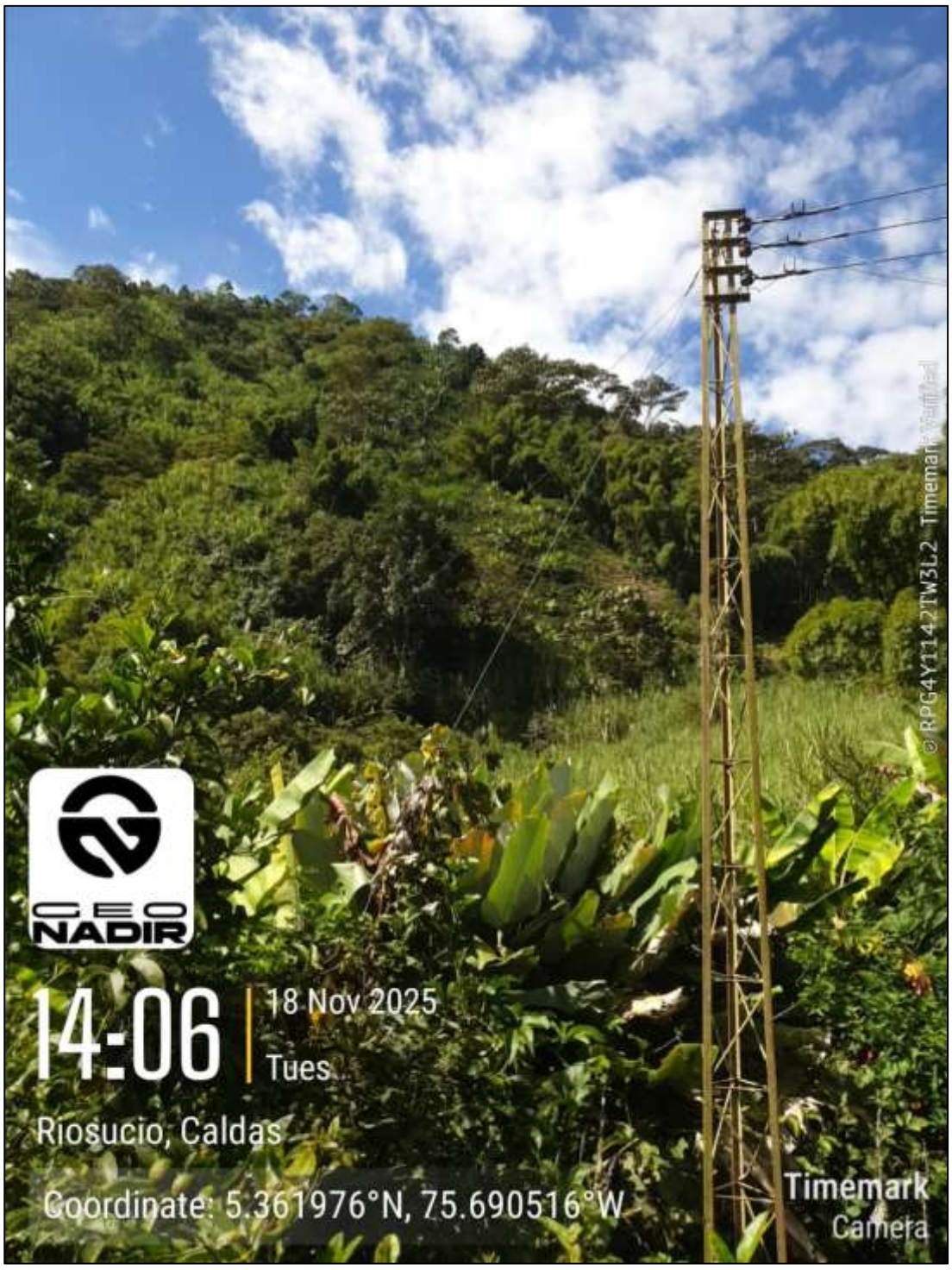


Figura 27. Reconocimiento de campo, Moreta – Quinchía (18-noviembre-2025)
Fuente: Elaboración propia



Figura 28. Viviendas del sector, Moreta – Quinchía (18-noviembre-2025)
Fuente: Elaboración propia



Figura 29. Reconocimiento de campo, Moreta – Quinchía (18-noviembre-2025)
Fuente: Elaboración propia



Figura 30. Viviendas del sector, Moreta – Quinchía (18-noviembre-2025)
Fuente: Elaboración propia



Figura 31. Reconocimiento de campo, Moreta – Quinchía (18-noviembre-2025)
Fuente: Elaboración propia



Figura 32. Viviendas del sector, Moreta – Quinchía (18-noviembre-2025)
Fuente: Elaboración propia



Figura 33. Reconocimiento de campo, Moreta – Quinchía (18-noviembre-2025)
Fuente: Elaboración propia



Figura 34. Reconocimiento de campo, Moreta – Quinchía (18-noviembre-2025)
Fuente: Elaboración propia



Figura 35. Reconocimiento de campo, Moreta – Quinchía (18-noviembre-2025)
Fuente: Elaboración propia



Figura 36. Reconocimiento de campo, Batero – Quinchía (18-noviembre-2025)
Fuente: Elaboración propia



Figura 37. Reconocimiento de campo, Moreta – Quinchía (18-noviembre-2025)
Fuente: Elaboración propia



Figura 38. Reconocimiento de campo, Moreta – Quinchía (18-noviembre-2025)
Fuente: Elaboración propia



Figura 39. Reconocimiento de campo, Moreta – Quinchía (18-noviembre-2025)
Fuente: Elaboración propia



Figura 40. Reconocimiento de campo, Moreta – Quinchía (18-noviembre-2025)
Fuente: Elaboración propia



Figura 41. Reconocimiento de campo, Moreta – Quinchía (18-noviembre-2025)
Fuente: Elaboración propia

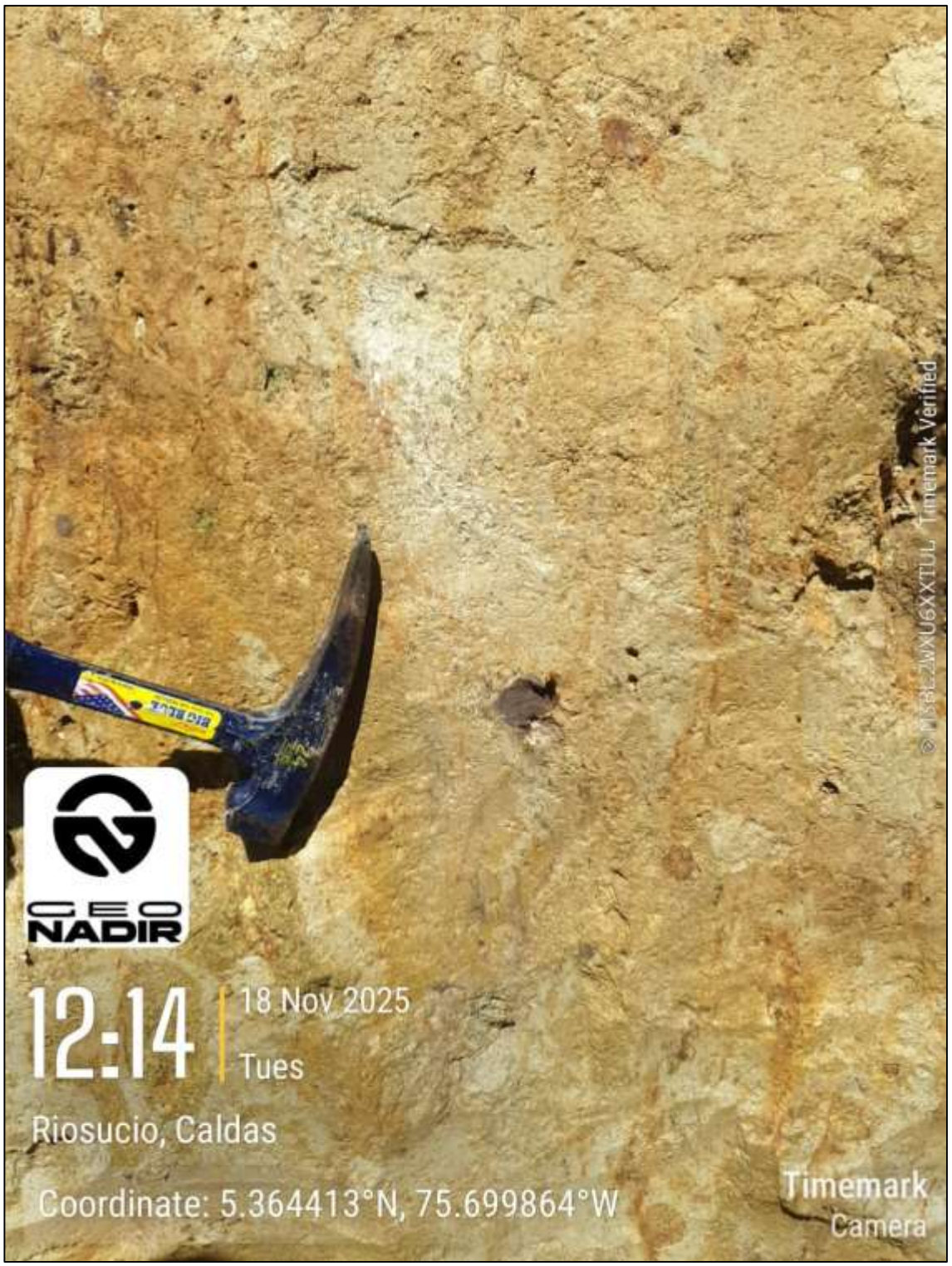


Figura 42. Reconocimiento de campo, Moreta – Quinchía (18-noviembre-2025)
Fuente: Elaboración propia



Figura 43. Viviendas del sector, Moreta – Quinchía (18-noviembre-2025)
Fuente: Elaboración propia



Figura 44. Recorrido de campo, Moreta – Quinchía (18-noviembre-2025)
Fuente: Elaboración propia



Figura 45. Recorrido de campo, Cerro Batero – Quinchía (18-noviembre-2025)
Fuente: Elaboración propia



Figura 46. Recorrido de campo, Moreta – Quinchía (18-noviembre-2025)
Fuente: Elaboración propia



Figura 47. Reconocimiento de campo, Moreta – Quinchía (18-noviembre-2025)
Fuente: Elaboración propia



Figura 48. Reconocimiento de campo, Moreta – Quinchía (18-noviembre-2025)
Fuente: Elaboración propia



Figura 49. Reconocimiento de campo, Moreta – Quinchía (18-noviembre-2025)
Fuente: Elaboración propia



Figura 50. Visita geólogo Carlos Borrero, Moreta – Quinchía (18-noviembre-2025)
Fuente: Elaboración propia



Figura 51. Reconocimiento de campo, Moreta – Quinchía (18-noviembre-2025)
Fuente: Elaboración propia



Figura 52. Reconocimiento de campo, Moreta – Quinchía (18-noviembre-2025)
Fuente: Tomada por el Geólogo Carlos Borrero

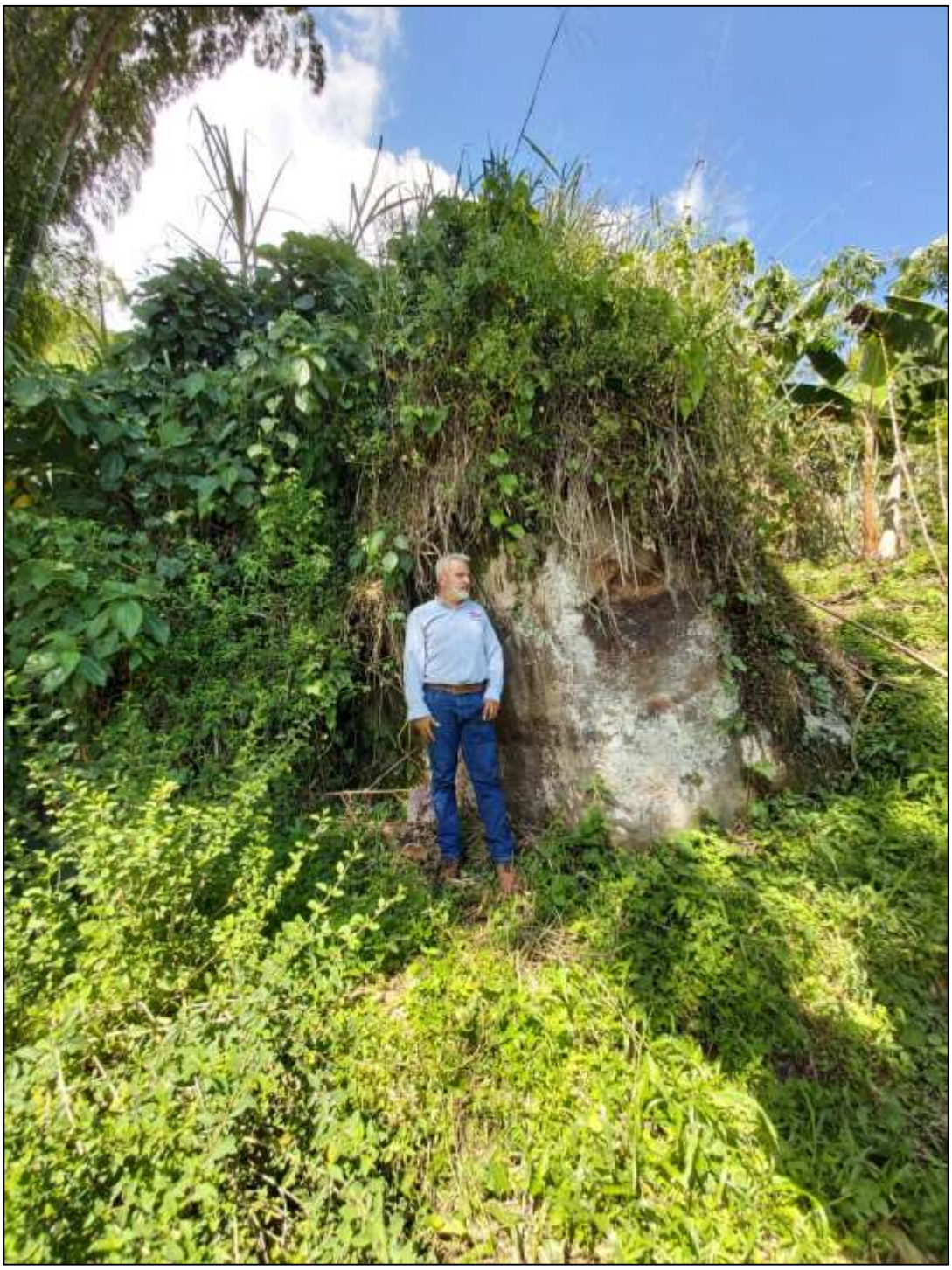


Figura 53. Reconocimiento de campo, Moreta – Quinchía (18-noviembre-2025)
Fuente: Tomada por el Geólogo Carlos Borrero



Figura 54. Reconocimiento de campo, Moreta – Quinchía (18-noviembre-2025)
Fuente: Tomada por el Geólogo Carlos Borrero



Figura 55. Fotografías tomadas con dron, Moreta – Quinchía
Fuente: SIERRAFLY S.A.S



Figura 56. Fotografías tomadas con dron, Moreta – Quinchía
Fuente: SIERRAFLY S.A.S



Figura 57. Fotografías tomadas con dron, Moreta – Quinchía
Fuente: SIERRAFLY S.A.S



Figura 58. Fotografías tomadas con dron, Moreta – Quinchía
Fuente: SIERRAFLY S.A.S



Figura 59. Fotografías tomadas con dron, Moreta – Quinchía
Fuente: SIERRAFLY S.A.S



Figura 60. Socialización comunidad, Moreta – Quinchía (5-diciembre-2025)
Fuente: Elaboración propia



Figura 61. Socialización comunidad, Moreta – Quinchía (5-diciembre-2025)
Fuente: Elaboración propia

Figura 62. Socialización comunidad, Moreta – Quinchía (5-diciembre-2025)
Fuente: Elaboración propia

Quedo atenta a cualquier duda o inquietud que pueda surgir a partir de este documento.



Atentamente,

NATALIA RINCÓN OSORIO **C.C. 1.098.310.603** **REPRESENTANTE LEGAL** **GEONADIR S.A.S.**	**DIEGO ALBERTO RIOS ARANGO** **CC. 75.067.418** **DIRECTOR TECNICO** **ING. CIV. ESP. Ciencias De La Tierra Y El Medio Ambiente** **M.Sc. Geotecnia**

INFORME DE DIAGNÓSTICO Y ESTUDIO DE AMENAZA, VULNERABILIDAD Y RIESGO EN LA LÍNEA DE CONDUCCIÓN DE ACUEDUCTO EN LA VEREDA MORETA-QUINCHÍA

INFORME PRELIMINAR (VERSIÓN I – 10-DIC-2025)



ORTOFOTO PRELIMINAR DEL SECTOR EN ESTUDIO

Cliente:

EMPRESAS PUBLICAS MUNICIPALES DE QUINCHIA E·S·P

Ejecutó:

GEO NADIR

Pereira, diciembre de 2025

Pereira, 10 de diciembre de 2025

Doctor
JORGE MARIO GÓMEZ TONUSCO
Representante Legal
EMPRESAS PÚBLICAS MUNICIPALES DE QUINCHÍA E.S.P
Pereira, Risaralda

REFERENCIA: REALIZAR LOS ESTUDIOS DE DETALLE DE AMENAZA, VULNERABILIDAD Y RIESGO DE 1000 m, DE LA LÍNEA DE CONDUCCIÓN DEL ACUEDUCTO DE LA ASOCIACIÓN DE USUARIOS REGIONAL BONAFONT, UBICADA EN LA VEREDA MORETA, MUNICIPIO DE QUINCHÍA, Y DETERMINAR LAS MEDIDAS ESTRUCTURALES Y NO ESTRUCTURALES PARA LA MITIGACIÓN DE LA EXPOSICIÓN AL RIESGO.

ASUNTO: INFORME DE ESTUDIO DE AMENAZA, VULNERABILIDAD Y RIESGO PARA LA LÍNEA DE CONDUCCIÓN DEL ACUEDUCTO EN LA VEREDA MORATA-QUINCHÍA.

El presente documento estructura el informe técnico preliminar (Versión 1) del contrato cuyo propósito es la caracterización, análisis y evaluación del riesgo detallado para un segmento de 1000 metros de la línea de conducción del acueducto de la Asociación de Usuarios Regional Bonafont.

Este estudio se realiza en estricto cumplimiento a las directrices de la Ley 1523 de 2012 (por la cual se adopta la Política Nacional de Gestión del Riesgo de Desastres). El objetivo es determinar la Amenaza, la Vulnerabilidad y el Riesgo al que se encuentra expuesta la infraestructura de conducción hidráulica, ubicada en la Vereda Moreta, del Municipio de Quinchía. La línea de conducción opera en un área con características geomorfológicas específicas que ameritan una valoración precisa.

Por último, se establecen las acciones y diseños de mitigación requeridos para garantizar la continuidad operativa y seguridad de la infraestructura. Por lo tanto, en

este informe también se determinan las medidas estructurales y no estructurales que deben implementarse para reducir efectivamente la exposición al riesgo y proteger el servicio esencial de acueducto.

Atentamente,



Natalia Rincón Osorio

Representante legal

GEONADIR S.A.S



Diego A. Ríos Arango

Director Técnico

Ing. Civil. Esp. Ciencias de la Tierra y Medio Ambiente

M.Sc. Geotecnia

TABLA DE CONTENIDO

1. INTRODUCCIÓN 1
2. RESUMEN EJECUTIVO 4
3. OBJETIVOS 6
3.1. OBJETIVO GENERAL 6
3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS 6
4. ANTECEDENTES, ALCANCE Y MARCO INSTITUCIONAL 7
4.1. RECONOCIMIENTO DE CAMPO Y CARTOGRAFÍA GEOTÉCNICA 7
4.2. EXPLORACIÓN DEL TERRENO 7
5. MARCO GEOLÓGICO 10
5.1. GEOLOGÍA REGIONAL 10
5.2. GEOLOGÍA LOCAL 12
5.3. GEOLOGÍA ESTRUCTURAL 19
6. MARCO GEOMORFOLÓGICO 22
6.1. GEOMORFOLOGÍA REGIONAL 22
6.2. GEOMORFOLOGÍA LOCAL 28
7. ANÁLISIS MULTITEMPORAL 32
8. PLAN DE INSPECCIÓN 36
8.1. UBICACIÓN Y ALCANCE DE LOS SONDEOS 36

8.2. ENSAYOS DE LABORATORIO.....37

8.3. LÍNEAS DE REFRACCIÓN SÍSMICA Y TOMOGRAFÍAS.....38

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1. LOCALIZACIÓN GENERAL DEL SITIO 1

FIGURA 2. ORTOFOTO DEL ÁREA DE ESTUDIO 2

FIGURA 3. MAPA GEOLÓGICO REGIONAL DEL ÁREA DE QUINCHÍA A ESCALA 1:100.000. 10

FIGURA 4. MAPA GEOLÓGICO DEL ÁREA DE ESTUDIOS, FORMACIÓN COMBIA MIEMBRO INFERIOR (TDAI) Y ROCAS HIPOABISALES PORFIRÍTICAS (TDAH). 12

FIGURA 5. AFLORAMIENTOS DE LOS DEPÓSITOS PIROCLÁSTICOS 13

FIGURA 6. BLOQUES ALTERADOS DE COMPOSICIÓN VOLCÁNICA 14

FIGURA 7. DOMO Y ESPINA VOLCÁNICA DEL CERRO BATERO 15

FIGURA 8. BLOQUE CAÍDO DEL CERRO BATERO, SOBRE LA LÍNEA DE CONDUCCIÓN DE AGUA 16

FIGURA 9. DEPÓSITOS COLUVIALES (QCO) 18

FIGURA 10. LOCALIZACIÓN DE LOS DEPÓSITOS COLUVIALES 19

FIGURA 11. MAPA NACIONAL DE AMENAZA SÍSMICA PERIODO DE RETORNO 475 AÑOS. ESCALA 1:1.500.000 20

FIGURA 12. MAPA DE UNIDADES GEOMORFOLÓGICAS DE LOS MUNICIPIOS DE QUINCHÍA Y RIOSUCIO 22

FIGURA 13. MAPA GEOMORFOLÓGICO LOCAL. UNIDADES SC (CUESTA Y VCD (CRIPTODOMOS) 28

FIGURA 14. MAPA DE FORMACIONES SUPERFICIALES 29

FIGURA 15. SUELOS RESIDUALES DE LA FORMACIÓN COMBIA 30

FIGURA 16. SUELOS RESIDUALES DEL MIEMBRO MEDIO DE LA FORMACIÓN COMBIA 30

FIGURA 17. SUELOS RESIDUALES DE LAS ROCAS HIPOABISALES PORFIRÍTICAS 30

FIGURA 18. SUELOS DE DEPÓSITOS COLUVIALES 31

FIGURA 19. ORTOFOTO 1990 32

FIGURA 20. ORTOFOTO 2005 33

FIGURA 21. ORTOFOTO 2014 34

FIGURA 22. ORTOFOTO 2025 35

FIGURA 23. UBICACIÓN SONDEOS 36

FIGURA 24. UBICACIÓN APROXIMADA PARA EL ENSAYO DE REFRACCIÓN SÍSMICA Y TOMOGRAFÍA 38

LISTA DE TABLAS

TABLA 1. SISMICIDAD HISTÓRICA PARA EL ÁREA DEL MUNICIPIO DE QUINCHÍA 21

TABLA 2. UNIDADES GEOMORFOLÓGICAS MOSTRADAS EN LA FIGURA 1222

TABLA 3. UNIDADES GEOMORFOLÓGICAS MOSTRADAS EN LA FIGURA 1328

TABLA 4. LISTA Y CANTIDAD DE ENSAYOS DE LABORATORIO A REALIZAR 37

LISTA DE ANEXOS

Anexo A. Lista de Asistencia a socialización (5 de enero de 2025)

Anexo B. Inversión de Anticipo

Anexo C. Cronograma

1. INTRODUCCIÓN

El presente informe técnico se elabora en cumplimiento del Convenio Interadministrativo suscrito entre la Corporación Autónoma Regional de Risaralda (CARDER) y las Empresas Públicas Municipales de Quinchía E.S.P., cuyo objeto es la "REALIZACIÓN DE LOS ESTUDIOS DE DETALLE DE AMENAZA, VULNERABILIDAD Y RIESGO DE 1000 M DE LA LÍNEA DE CONDUCCIÓN DEL ACUEDUCTO DE LA ASOCIACIÓN DE USUARIOS REGIONAL BONAFONT".

Este estudio es una respuesta directa a la necesidad de recuperar la funcionalidad de la línea de conducción del acueducto de la Asociación de Usuarios Regional BONAFONT, ubicada en la Vereda Moreta, del Municipio de Quinchía (Véase Figura 1 y Figura 2), que actualmente abastece a cerca de 995 usuarios y ha presentado constantes interrupciones del servicio debido a la rotura de la tubería causada por la inestabilidad del terreno.



Figura 1. Localización general del sitio
Fuente: Google Earth



Figura 2. Ortofoto del área de estudio
Fuente: Elaboración propia

El tramo crítico evaluado, de 1000 metros de longitud, se localiza específicamente en la media ladera de un depósito de coluvión, el cual presenta un espesor superior a los 15 metros y se caracteriza por la evidencia de agrietamientos y subsidencias que se han visto reflejados en viviendas, edificaciones e infraestructura en el caserío.

La evaluación del riesgo se fundamenta en los prescrito por la Ley 1523 de 2012 (Política Nacional de Gestión del Riesgo de Desastres) y el análisis de la infraestructura hidráulica en la Resolución 330 de 2017, buscando la identificación y cuantificación de la Amenaza, la Vulnerabilidad y el Riesgo generado por los fenómenos geológicos de remoción de masa progresivos que afectan la zona. Dichos movimientos han provocado la alta saturación del suelo y el lavado de finos en la matriz del depósito coluvial, generando efectos de punzonamiento y deformación directa sobre el sistema hidráulico existente (tubería PVC de 6 pulgadas), lo que desencadena el desempalme o la rotura de la red.

La situación se ve agravada por el aporte permanente de agua a la masa" inestable", proveniente tanto de la infiltración por grietas visibles como del afloramiento constante de dos afloramientos (quebradas) que discurren sobre el coluvión,

sumado a cuatro transversales de aguas lluvias que dirigen el caudal hacia el depósito.

En consecuencia, el propósito de este estudio es presentar un diagnóstico geotécnico preciso y, a partir de él, determinar las medidas estructurales y no estructurales para la mitigación efectiva del riesgo. Los resultados de este estudio no solo validarán la viabilidad de un nuevo trazado de la línea de conducción en una zona geológicamente más estable (conforme al concepto técnico 3484-2024 de la CARDER), sino que también detallarán el diseño requerido de las obras de estabilización y soporte del sistema hidráulico, incluyendo las especificaciones técnicas para que la nueva infraestructura pueda absorber las deformaciones del terreno, garantizando así la continuidad, seguridad y calidad del servicio de acueducto a largo plazo.

El 5 de diciembre del año en curso se realizó una socialización con la comunidad a la cual asistieron 20 personas y se les informó sobre la pertinencia y alcance del estudio, con el propósito de que comprendan las actividades previstas en el sector y contribuyan activamente mediante la identificación y reporte de deformaciones o desplazamientos observados en el terreno.

2. RESUMEN EJECUTIVO

El sistema de acueducto Bonafont abastece de agua potable a población urbana y rural del municipio de Quinchía. Parte de su infraestructura, en particular un tramo aproximado de 1.000 m de la línea de conducción, se encuentra ubicada en una zona de baja estabilidad, es decir, una zona con amenaza por deslizamientos de terreno, agrietamientos y filtraciones de agua.

Estas condiciones han generado afectaciones recurrentes a la conducción, con riesgo de interrupción del servicio, daño potencial a las viviendas y a las actividades económicas cercanas. En este contexto, la autoridad ambiental, Corporación Autónoma Regional de Risaralda (CARDER) con Empresas Públicas Municipales de Quinchía E.S.P han decidido iniciar un convenio con el propósito de desarrollar un estudio especializado de riesgo geotécnico, que permita definir:

- El nivel de amenaza, vulnerabilidad y riesgo por movimientos en masa en la zona.
- Las alternativas de ubicación y trazado de la línea de conducción que mitiguen dicho riesgo.
- Las obras necesarias para que la alternativa seleccionada pueda operar de forma segura.

El objetivo general del diagnóstico es caracterizar las laderas en el sector de estudio, evaluar el riesgo asociado a la actual línea de conducción del acueducto Bonafont y plantear alternativas de trazado, para finalmente seleccionar la alternativa más favorable en términos de calidad y relación costo/beneficio; así mismo diseñar las obras de estabilización y protección requeridas para su implementación.

Para cumplir el objetivo del diagnóstico de riesgo geotécnico, se deben llevar a cabo algunas actividades que corresponden a la revisión de información y/o estudios previos en el sitio, la elaboración de pruebas de laboratorio para obtener la clasificación del

terreno y con esto realizar la modelación de estabilidad, para finalmente con base en los resultados obtenidos diseñar una obra de estabilización y conducción que garantice el funcionamiento adecuado del acueducto Bonafont.

Este diagnóstico de riesgo geotécnico y el análisis de alternativas de trazado de la línea de conducción tienen un propósito claro: prevenir fallas futuras en el sistema de acueducto y garantizar la continuidad del servicio de agua potable, reduciendo la exposición de la infraestructura a deslizamientos y otros procesos de inestabilidad en la ladera.

Contar con una alternativa de trazado técnicamente sustentada, acompañada de diseños de detalle y de una estimación de costos, permitirá a las entidades competentes planear y priorizar inversiones en la infraestructura del acueducto Bonafont, bajo un enfoque de gestión del riesgo y de protección de la comunidad.

3. OBJETIVOS

3.1. OBJETIVO GENERAL

Realizar los estudios correspondientes para determinar el Riesgo (Amenaza x Vulnerabilidad) en la vereda Moreta del municipio de Quinchía, específicamente en el área que corresponde a la ubicación de la línea de conducción del acueducto de la Asociación de Usuarios Regional BONAFONT y determinar las medidas estructurales y no estructurales para la mitigación del riesgo.

3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

i) Establecer los planes de manejo del riesgo mediante la identificación y valoración de la Amenaza, Vulnerabilidad y la Exposición, conforme con la Guía Metodológica del SGC,2016.

ii) Realizar el reconocimiento de campo y la exploración del subsuelo con recuperación de muestras alteradas e inalteradas y los ensayos de laboratorio necesarios para obtener parámetros geotécnicos representativos.

iii) Construir el modelo geológico-geomorfológico e hidrogeológico del sector y evaluar la estabilidad por medio de Equilibrio Límite (MEL) con análisis seudoestático, incorporando efectos de nivel freático y los procesos de erosión interna canalizada (piping).

iv) Caracterizar escenarios de riesgo asociados a inestabilidad de ladera e integrar los resultados en matrices de Amenaza, Vulnerabilidad, Exposición y su enlace con Probabilidad x Consecuencia.

v) Analizar alternativas de la línea de conducción y compararlas en términos técnicos, operativos, calidad de la propuesta técnica, mantenimiento y relación costo beneficio (C/B).

vi) Definir el diseño recomendado con especificaciones técnicas particulares, criterios de aceptación en obra y plan de control de calidad durante la construcción

vii) Consolidar el informe final con planos y anexos.

4. ANTECEDENTES, ALCANCE Y MARCO INSTITUCIONAL

Este estudio está orientado en definir y justificar las medidas de reducción del riesgo y la solución al trazado de la línea de conducción del acueducto de Bonafont en la vereda Moreta del municipio de Quinchía. El alcance comprende la recolección y validación de información, la exploración del subsuelo, la evaluación de riesgo (Amenaza, Vulnerabilidad, Exposición, definidas por Servicio Geológico Colombiano en su Guía Metodológica para Estudio de Detalle (SGC, 2016), el análisis de alternativas y el diseño recomendado, con su traducción a criterios de control de calidad en obra y a un plan de implementación por fases.

4.1. RECONOCIMIENTO DE CAMPO Y CARTOGRAFÍA GEOTÉCNICA

Se efectuó reconocimiento detallado del área de influencia, apoyado en topografía de alta resolución y en la cartografía de procesos morfodinámicos activos. Se revisaron y confrontaron mapas topográficos y geológicos, orto imágenes e imágenes satelitales, así como documentos técnicos y reportes previos asociados al evento. Con este insumo se levantó una cartografía geotécnica que caracteriza las unidades de terreno.

4.2. EXPLORACIÓN DEL TERRENO

El programa de exploración del subsuelo se diseñó para determinar la composición y variabilidad de los materiales y obtener parámetros geotécnicos representativos. Se recuperaron muestras alteradas e inalteradas mediante tres (3) sondeos a profundidades de 10 m y 15 m. Los ensayos de laboratorio se orientaron a parámetros geomecánicos e hidráulicos (resistencia, deformabilidad, densidades, contenidos de humedad y permeabilidad), insumo para el modelamiento de estabilidad conforme al Método de Equilibrio Límite y para el dimensionamiento de las obras previstas.

4.3. ELABORACIÓN DEL ESTUDIO DE AMENAZA, VULNERABILIDAD Y RIESGO

A partir de la información de campo y laboratorio se desarrolló la evaluación A–V–E (SGC, 2016 – estudios de detalle). La amenaza se estimó considerando la geometría del talud, las condiciones hidrogeológicas (nivel freático y aportes), la presencia de rellenos y las evidencias de erosión interna; la vulnerabilidad se estableció en función de la fragilidad del entorno construido y de la infraestructura; y la exposición se definió a partir de la ocupación del área afectable (líneas vitales como el acueducto de Bonafont).

Esta lectura permitió priorizar escenarios, identificar medidas de control y vincular la valoración A–V–E con la matriz Probabilidad × Consecuencia (P × C) del marco GIR corporativo para la toma de decisiones.

4.4. MARCO INSTITUCIONAL Y NORMATIVO APLICABLE

Las entidades directamente involucradas son las siguientes:

- Corporación Autónoma Regional de Risaralda – CARDER
- Empresas Públicas Municipales de Quinchía E.S.P
- Asociación de Usuarios Regional Bonafont
- Alcaldía del Municipio de Quinchía

Además, el estudio y sus decisiones se enmarcan en:

- Ley 1523 de 2012 – Política Nacional de Gestión del Riesgo de Desastres y articulación con los sistemas de respuesta y recuperación.
- Decreto 1807 de 2014 – Incorporación de la Gestión del Riesgo en los planes de Ordenamiento Territorial en Colombia.

- Guía SGC (2016, estudios de detalle escala 1:2000) – Metodología para la evaluación de Amenaza, Vulnerabilidad y Exposición en movimientos en masa y criterios para estudios a escala 1:2.000.
- Ley 142 de 1994 – Régimen de Servicios Públicos Domiciliarios.
- Resolución 0330 de 2017 – Reglamento Técnico para el Sector Agua Potable y Saneamiento Básico (RAS).
- NSR-10 (AIS, 2010) – Reglamento Colombiano de Construcción Sismo Resistente, aplicable en lo pertinente a estabilidad, acciones sísmicas y seguridad de obras.

5. MARCO GEOLÓGICO

En este capítulo se presenta un resumen de las principales características del terreno y de las propiedades del subsuelo de manera general, las cuales se estimaron basado en estudios recientes sobre zonas similares y el análisis de imágenes satelitales de la zona, con el objeto de conocer la composición del subsuelo y las capas que lo componen. Dentro de las principales características se presenta un resumen de las condiciones geológicas a nivel local y regional del área de estudio.

5.1. GEOLOGÍA REGIONAL

En el ámbito del municipio de Quinchía se reconocen tres unidades geológicas de carácter regional (Calle et al., 1982). La más antigua corresponde principalmente al Miembro Inferior de la Formación Amagá (Tom), sobre la cual se dispone la Formación Combia (Tcm). Ambas unidades son intruidas por cuerpos hipoabisales de composición andesítica, asignados a la unidad Tadh.

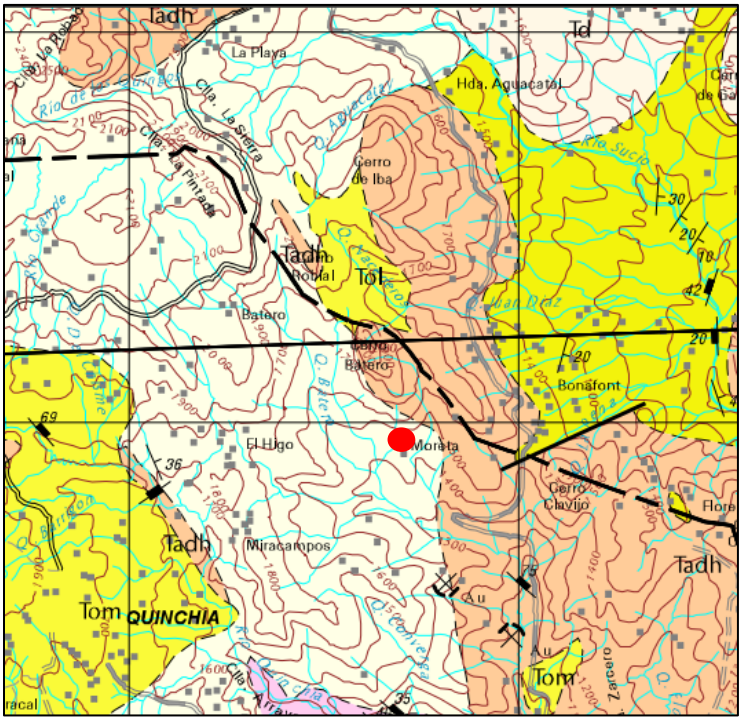


Figura 3. Mapa geológico regional del área de Quinchía a escala 1:100.000.

Fuente: Calle et al. (1980). Tom: Formación Amagá. Tmc: Formación Combia y Tadh: Rocas Hipoabisales porfiríticas

En el mapa geológico regional no se han cartografiado fallas, aunque se identifica un lineamiento de dirección NNE en el sector inferior de la Figura 1. Las formaciones que se encuentran en la zona son:

- ***Formación Amagá (Tom)***

En el área del municipio de Quinchía aflora principalmente el Miembro Medio de la Formación Amagá. Está constituido por paquetes potentes interestratificados de areniscas de tamaño de grano fino a grueso y arcillolitas. Se distingue de los demás miembros por la presencia de varios mantos de carbón y la ausencia prácticamente total de conglomerados. Sus afloramientos principales se circunscriben a las poblaciones de Quinchía y Riosucio; en este último municipio se localizan las explotaciones de carbón más importantes de toda la plancha, conocidas como minas El Salado y El Encenillal. Edad: Oligoceno (Calle y González, 1982).

- ***Formación Combia (Tmc).***

Esta unidad está compuesta por flujos de lava basáltica, depósitos piroclásticos de composición intermedia y rocas sedimentarias de ambiente continental. Dada su marcada variabilidad litológica, para su descripción se ha subdividido en dos miembros, uno volcánico y otro sedimentario; esta separación no se representa en el mapa de Calle et al. (1980) debido a la escala utilizada.

- ***Rocas hipoabisales porfiríticas (Tadh).***

Circunscritos a la cuenca del río Cauca se reconocen varios cuerpos de geometría aproximadamente semicircular, que resaltan sobre la topografía suave característica de las zonas donde aflora la Formación Amagá, o acentúan la topografía abrupta asociada localmente a los estratos de aglomerados y brechas de la Formación Combia. Estos cuerpos también se presentan como diques y mantos subhorizontales tipo sill emplazados en los sedimentos de la Formación Amagá (Calle y González, 1982). Dentro de ellos se han identificado dos facies principales, una de composición andesítica y otra dacítica, entre las cuales pueden observarse cambios gradacionales. Suelen encontrarse intensamente meteorizados,

generando un saprolito arcilloso de color pardo amarillento, dentro del cual se conservan cristales bipiramidales de cuarzo cuando el material procede de la meteorización de una roca dacítica. Edad: Mioceno Superior a Plioceno (Calle y González, 1982).

5.2. GEOLOGÍA LOCAL

En el área de estudio en el corregimiento de Batero del municipio de Quinchía, se localizan dos unidades, la Formación Combia miembro inferior (Tdai) y Rocas hipoabisales Porfiríticas (Tdah) y depósitos coluviales recientes (Qco). (Véase Figura 4)

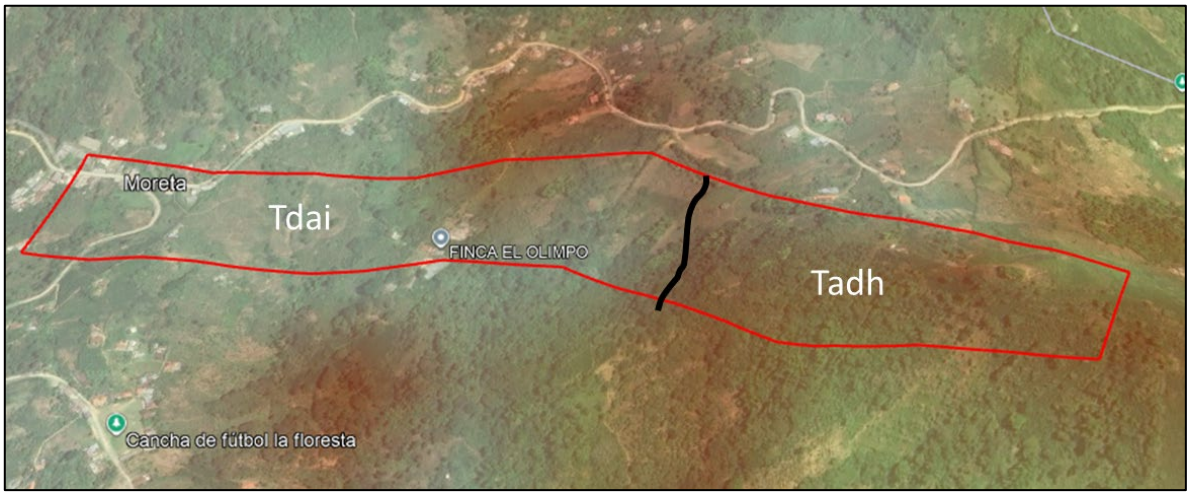


Figura 4. Mapa geológico del área de estudios, Formación Combia miembro inferior (Tdai) y Rocas hipoabisales Porfiríticas (Tdah).
Fuente: Google Earth

- ***Formación Combia, miembro inferior (Tdai).***

Esta unidad ocupa la mayor parte del sector occidental del área estudiada, aunque en gran proporción se encuentra recubierta por depósitos coluviales (Qco). Sus afloramientos más representativos se observan a lo largo de la carretera en construcción adyacente al sector oriental del cerro Batero (ver Figura). La unidad está conformada por potentes depósitos de flujos piroclásticos de bloques y ceniza, que constituyen secuencias de hasta aproximadamente 200 m de espesor (cf. Borrero y Toro, 2016).

Los depósitos de flujo piroclástico presentan, en promedio, una relación fragmentos:matriz del orden de 70%–80 % a 30%–20 %, y se encuentran en estado de alteración moderada a muy intensa.

Los fragmentos corresponden a bloques y bombas angulares a subredondeados, de composición andesítica y dacítica, con texturas porfiríticas y grado de vesiculación variable; sus colores varían entre grises, amarillos y pardo–café (véase Figura 5 y Figura 6). La matriz es de composición vitro–cristalo–lítica, de color gris claro, con tamaño de grano correspondiente a ceniza media a gruesa. Los depósitos suelen constituir una única unidad de enfriamiento, lo que se interpreta a partir de la presencia de un soldamiento intermedio de carácter extensivo (Borrero y Toro, 2016).



Figura 5. Afloramientos de los depósitos piroclásticos
Fuente: Elaboración propia

En la siguiente figura se evidencia la presencia de bloques alterados de forma sub-angular a sub-redondeada de composición volcánica intermedia de colores blancos

y amarillos embebidos en una matriz de ceniza media a alta de color café claro. (Véase Figura 6)



Figura 6. Bloques alterados de composición volcánica
Fuente: Elaboración propia/Escala: Martillo geológico de 0.3 m de altura

- ***Rocas hipoabisales Porfiríticas (Tdah).***

Esta unidad incluye el cuerpo subvolcánico denominado cerro Batero, localizado al occidente del área, y otro cerro sin denominación al oriente del sector de estudio, que aflora en inmediaciones de la vereda Moreta. El cerro Batero intruye los

depósitos piroclásticos del miembro inferior de la Formación Combia (Tdai), y el colapso parcial de las laderas del domo ha generado depósitos coluviales (Qco) en la vertiente suroccidental de dicho cerro. En la figura se observa que el área donde se localiza el corregimiento de Batero corresponde principalmente a depósitos coluviales (Qco). Hacia el sector derecho se identifica el contacto intrusivo con los depósitos piroclásticos de la Formación Combia (Tdai), asociados al domo volcánico. (Véase Figura 7)



Figura 7. Domo y espina volcánica del cerro Batero
Fuente: Elaboración propia

En el área de estudio, las rocas que conforman estos cuerpos volcánicos presentan textura porfirítica, con fenocristales de anfíbol y plagioclasa de tamaño centimétrico, inmersos en una matriz afanítica (véase Figura 8). A escala microscópica, Borrero y Toro (2016) describen estas rocas como constituidas por un 10–25 % en volumen de fenocristales, principalmente de plagioclasa y hornblenda, y en muy baja

proporción granate. Estos cristales se encuentran incluidos en una masa fundamental cristalo-vítrea con desarrollo de textura felsítica.

Los fenocristales de plagioclasa presentan tamaños entre 1 y 3 mm, formas euhedrales a subhedrales y zonamiento oscilatorio frecuente; en la matriz también se reconocen microlitos de plagioclasa. El anfíbol (oxi-hornblenda) se presenta como fenocristales de tamaño variable, generalmente inferior a 1 mm. La masa fundamental está constituida por cristales submilimétricos de anfíbol y agregados anhedrales de cuarzo y plagioclasa, así como por sectores con masas irregulares de carbonatos. En las muestras analizadas no se observaron xenolitos.



Figura 8. Bloque caído del Cerro Batero, sobre la línea de conducción de agua
Fuente: Elaboración propia

Los cuerpos subvolcánicos de la unidad Rocas hipoabisales porfiríticas (Tdah) son coetáneos con las rocas extrusivas del miembro medio de la Formación Combia (Tdai), con edades en el rango 12–6 Ma, obtenidas mediante métodos K/Ar en

hornblenda, trazas de fisión en circones y K/Ar en roca total (Restrepo et al., 1981; Ramírez et al., 2006; Leal-Mejía, 2011, en Borrero y Toro, 2016).

- ***Depósitos coluviales (Qco)***

En el área de trabajo, los depósitos coluviales (Qco) se encuentran asociados a caídas de rocas originadas por el colapso de las paredes verticales y subverticales de los flancos occidental y oriental del domo y espina volcánica del cerro Batero. Estos movimientos en masa de tipo caída de rocas constituyen la principal amenaza natural para este sector del corregimiento de Batero, en el municipio de Quinchía, debido a su capacidad para afectar la infraestructura, generar pérdidas económicas significativas y comprometer la seguridad de la población local.

La ocurrencia de estas caídas de rocas está controlada por la estructura del domo y de la espina volcánica, las propiedades resistentes de la roca, la topografía escarpada y procesos geológicos de larga duración, tales como la deformación tectónica y la meteorización. Estos fenómenos pueden presentarse de manera súbita, sin precursores evidentes ni señales de alarma claras. Los disparadores del colapso incluyen la meteorización diferencial del domo y eventos sísmicos, incluso de baja magnitud.

Los depósitos coluviales (Qco) relacionados con el domo y la espina volcánica del cerro Batero, tanto en el sector occidental como en el oriental, se forman cuando porciones inestables de roca fracturada colapsan y producen caídas de rocas. Por acción de la gravedad, el material desprendido se desplaza y se acumula hacia la base del domo, conformando cuerpos coluviales. Estos depósitos son matriz-soportados, pobremente calibrados y constituidos casi en su totalidad por fragmentos del domo original. Los clastos son angulares a subangulares, localmente redondeados, con tamaños que varían desde gravas hasta bloques, y con abundante presencia de megabloques dispuestos de forma caótica, sin selección granulométrica ni estratificación aparente, y con un grado de consolidación de regular a pobre. En la zona g, los espesores pueden alcanzar

varias decenas de metros, debido a la acumulación progresiva de material asociado a múltiples eventos de caída de rocas. (Véase Figura 9)



Figura 9. Depósitos coluviales (Qco)
Fuente: Elaboración propia

La comunidad del corregimiento de Batero se asienta sobre depósitos coluviales (Qco) asociados a los desplomes del flanco occidental del cerro Batero (véase Figura 9). En el tramo donde la conducción del acueducto regional atraviesa dichos depósitos coluviales, no se registran afectaciones reportadas por la comunidad residente ni por el fontanero responsable de la operación del sistema de acueducto regional.

La comunidad de la vereda Moreta también se localiza sobre depósitos coluviales (Qco) derivados de los colapsos de las paredes del cerro Batero, en el sector occidental (véase Figura 10). Estos depósitos coluviales se encuentran confinados hacia el oeste por las rocas de la Formación Combia y por la base del domo volcánico del cerro Batero, y hacia el este por las mismas rocas de la Formación Combia. En este sector, los depósitos presentan agrietamientos superficiales que afectan parcialmente algunas viviendas y la traza actual de la conducción del acueducto.

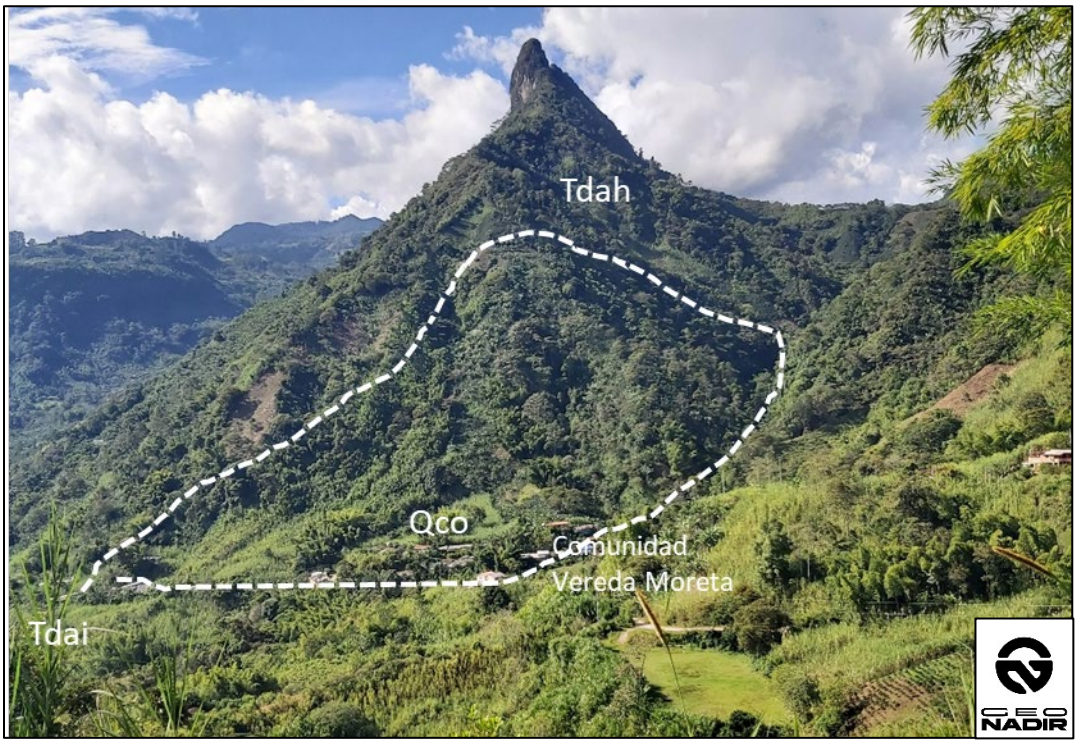


Figura 10. Localización de los depósitos coluviales
Fuente: Elaboración propia

Los depósitos fueron formados por diferentes eventos de acuerdo con la zona donde se desplomó parte del domo volcánico (Tdah). Hacia el suroeste los depósitos coluviales cubren discordantemente los depósitos de la Formación Combia (Tdai).

5.3. GEOLOGÍA ESTRUCTURAL

El comportamiento sísmico en el área del municipio de Quinchía se evaluó con base en el Mapa Nacional de Amenaza Sísmica de Colombia (Ingeominas-UN, 2010), el cual corresponde a un modelo probabilístico del movimiento del terreno asociado a la ocurrencia de sismos en el país. La amenaza se expresa en términos de aceleración horizontal máxima en roca (PGA) y se presenta para probabilidades de excedencia del 2 %, 10 % y 50 % en un horizonte de 50 años, considerado como la vida útil típica de una construcción corriente. Estas probabilidades se relacionan con periodos de retorno aproximados de 2.475, 475 y 75 años respectivamente, y corresponden a sismos de ocurrencia excepcional, frecuente y muy frecuente.

Para la delimitación y caracterización de la actividad de las fuentes sismogénicas potenciales se compiló un mapa de deformaciones cuaternarias, se integró un catálogo sismológico histórico e instrumental y se adelantó un análisis detallado de los sismos históricos más destructivos registrados en el país (Ingeominas-UN, 2010). (Véase Figura 11)

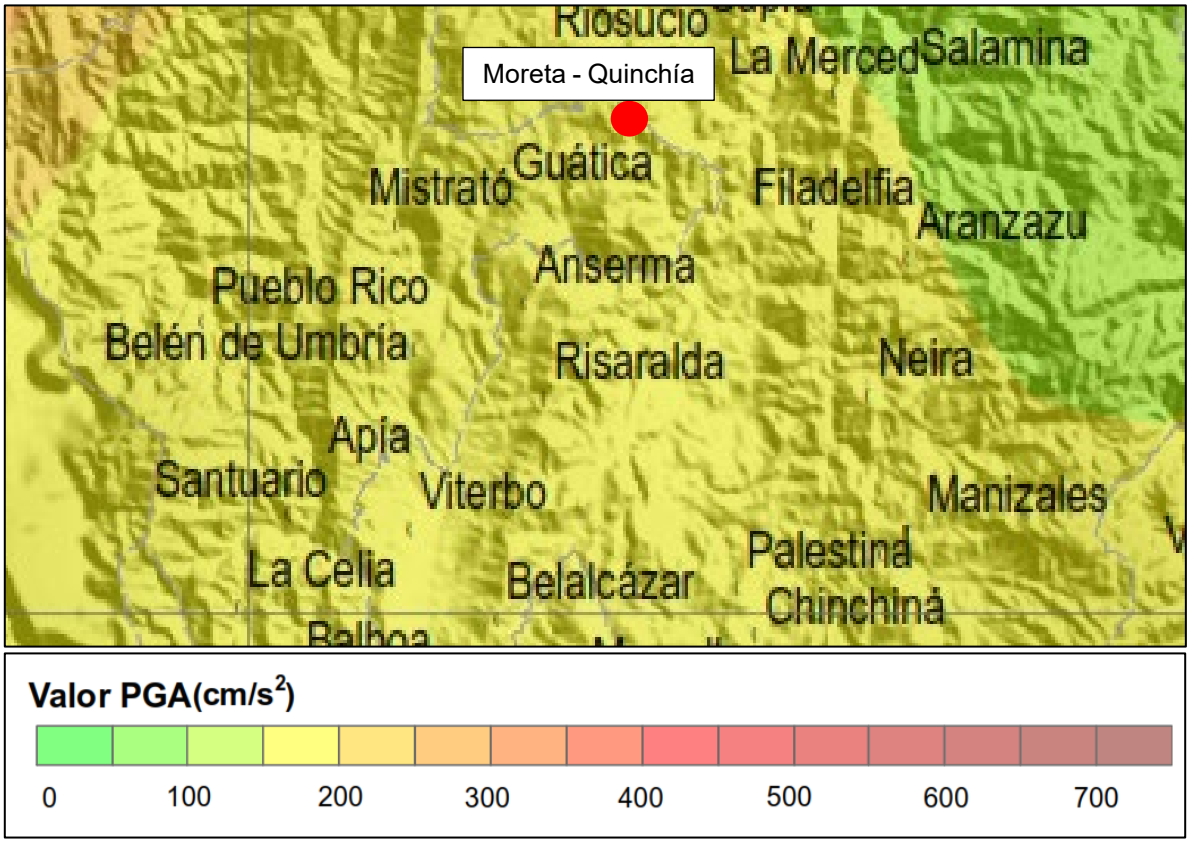


Figura 11. Mapa nacional de Amenaza Sísmica Periodo de retorno 475 años. Escala 1:1.500.000
Fuente: Ingeominas – UN (2010)

El área del municipio de Quinchía corresponde a una amenaza moderada a fuerte con un valor de PGA<200.

A continuación, se presenta la sismicidad histórica para el municipio de Quinchía tomada del Servicio Geológico Colombiano.

Tabla 1. Sismicidad histórica para el área del municipio de Quinchía

Por sitio consultar
Departamento RISARALDA
Municipio QUINCHÍA

Ver tabla completa e histograma

No.	Fecha del sismo	Hora local	Lat.	Long.	Magnitud	Prof. (km)	Centro poblado	Int. sitio	Int. Máx.	Área epicentral
1	1938/02/04	21:23	4.68	-75.69	7	150	Quinchía	8	8	Eje Cafetero, Colombia
2	1962/07/30	15:18	5.17	-76.35	6.5	64	Quinchía	8	8	Eje Cafetero, Colombia
3	1999/01/25	13:19	4.36	-75.66	6.1	21.6	Quinchía	5	9	Eje Cafetero, Colombia

Fuente: Servicio Geológico Colombiano 2025

En el contexto regional destacan dos sismos históricos que afectaron el municipio de Quinchía. El primero corresponde al terremoto del Eje Cafetero del 4–5 de febrero de 1938, para el cual los registros de sismicidad histórica y los mapas de intensidades del Servicio Geológico Colombiano indican intensidades macrosísmicas del orden de VIII (escala EMS-98) en el área de Quinchía.

El segundo es el terremoto del 25 de enero de 1999, conocido como sismo de Armenia o del Eje Cafetero, de magnitud momento Mw 6,1–6,2 y epicentro en el municipio de Córdoba (Quindío).

Para este evento, la información macrosísmica disponible ubica en Quinchía intensidades del orden de V EMS-98, es decir, con efectos apreciables, pero sin daños generalizados en las edificaciones.

6. MARCO GEOMORFOLÓGICO

6.1. GEOMORFOLOGÍA REGIONAL

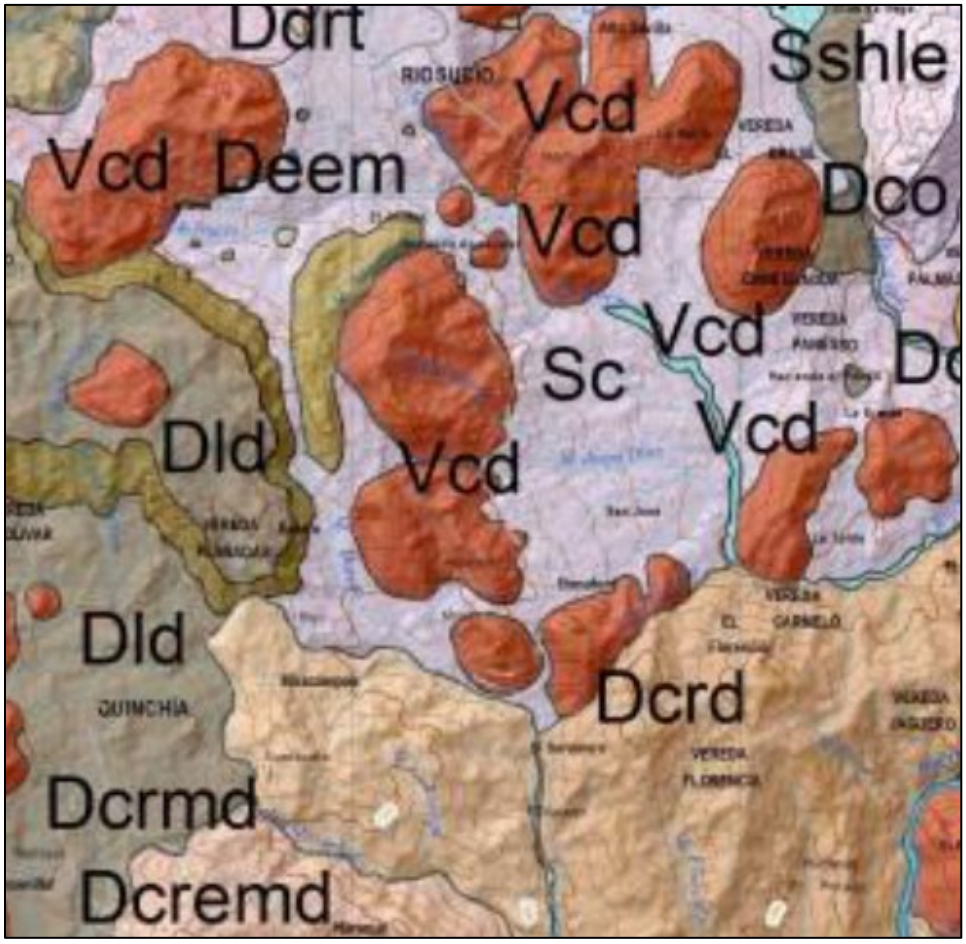


Figura 12. Mapa de Unidades Geomorfológicas de los municipios de Quinchía y Riosucio
Fuente: UPTC-SGC (2014) Mapa Geomorfológico de la Plancha 186-Riosucio

Tabla 2. Unidades Geomorfológicas mostradas en la Figura 12

Ambiente	Unidades Geomorfológicas	Nomenclatura
Denudacional	Colina residual muy disectada	Dcrmd
	Colina Remanente muy disectada	Dcremd
	Loma denudada	Dld
	Escarpe de erosión mayor	Deem
Estructural	Cuesta	Sc
	Ladera estructural de sierra homoclinal	Sshle
Volcánico	Criptodomo	Vcd

- ***Ambiente Denudacional***

Las geoformas del ambiente denudacional corresponden a unidades de relieve cuya expresión morfológica está dominada por procesos exógenos de carácter degradacional. Estas formas resultan de la acción combinada de la meteorización, la erosión y el transporte gravitacional y pluvial, que remodelan y disecan las geoformas morfoestructurales preexistentes, dejando remanentes de las mismas y originando, a su vez, nuevas geoformas asociadas a la acumulación de sedimentos (SGC–UPTC, 2014).

- ***Colina residual muy disectada (Dcrmd)***

Esta geoforma se localiza al sureste del municipio de Quinchía, en el corregimiento de Naranjal (véase Figura 12). Litológicamente está compuesta por rocas sedimentarias de la Formación Combia (Tmc) y por el miembro superior (Tos) de la Formación Amagá. Estas rocas presentan meteorización relativamente profunda, con desarrollo de suelos limo-arcillosos, en los que se observan movimientos en masa.

En esta unidad se agrupan elevaciones del terreno entre 200 y 399 m sobre su nivel de base local. Se caracteriza por cimas redondeadas, limitadas por laderas moderadamente largas (250–500 m) a largas (500–1000 m), de forma convexa a recta y con pendientes abruptas (16°–20°) a muy abruptas (21°–30°); el índice de relieve es bajo a moderado. Su origen se relaciona con procesos tectónicos y con la acción combinada de periodos de denudación y meteorización, controlados por factores litológicos locales. Estas geoformas presentan un alto grado de disección en forma de V, producto de la incisión de la red de drenaje que integra la cuenca hidrográfica del río Cauca y del río Quinchía (SGC–UPTC, 2014).

- ***Colina remanente muy disectada (Dcremd)***

En la zona de estudio, esta geoforma se localiza en el sector denominado Miracampos, al oriente del casco urbano del municipio de Quinchía, limitada por la quebrada Batero y el río Quinchía, ambos afluentes del río Cauca (véase Figura 12).

Se encuentra desarrollada sobre depósitos volcaniclásticos andesíticos y dacíticos de la Formación Combia (Tmc).

De acuerdo con SGC–UPTC (2014), esta geoforma corresponde a prominencias topográficas aisladas, separadas entre sí por la red de drenaje que conforma la cuenca hidrográfica del río Cauca. Se ubican a alturas cercanas a 400 m sobre el nivel de base local, con cimas agudas, limitadas por laderas largas (500–1000 m) a muy largas (1000–2500 m), de forma cóncava a convexa, y con pendientes que varían de inclinadas (6°–10°) a abruptas (16°–20°). Estas formas resultan de procesos muy intensos de meteorización y erosión, fuertemente controlados por la acción del drenaje.

- ***Loma denudada (Dld)***

Esta unidad geomorfológica se localiza en la vereda Roble Bonito, jurisdicción del municipio de Riosucio, y también se observa en las inmediaciones del casco urbano del municipio de Quinchía (véase Figura 12).

Este tipo de geoforma se desarrolla preferencialmente sobre rocas volcánico-sedimentarias de la Formación Combia (Tmc) y sobre rocas duras, intermedias y blandas del miembro medio (Tom) de la Formación Amagá. Se caracteriza por presentar superficies en declive, con morfología alomada, y laderas de longitud muy larga (1000–2500 m) a extremadamente larga (>2500 m), de forma convexa. El índice de relieve relativo es moderado (250–500 m), con pendientes muy inclinadas (11°–15°). Su origen se asocia al desgaste y modelado derivados de procesos denudacionales intensos. En esta unidad se registran movimientos en masa de tipo deslizamiento rotacional y caída de detritos (SGC–UPTC, 2014).

- ***Escarpe de erosión mayor (Deem)***

Esta geoforma se localiza en las inmediaciones del municipio de Quinchía, principalmente en el sector norte (véase Figura 12), y se asocia preferencialmente con los depósitos volcaniclásticos de la Formación Combia (Tmc).

Se presenta como una ladera abrupta, generalmente sinuosa, de longitud moderadamente larga (250–500 m) a larga (500–1000 m), de forma convexa, con pendientes que varían entre abruptas (16°–20°) y escarpadas (31°–45°), y con un índice de relieve moderado. Corresponde a escarpes con alturas superiores a 250 m, originados por procesos de meteorización y erosión diferencial acentuada, los cuales dejan expuestas estas geoformas en el paisaje (SGC–UPTC, 2014).

- ***Ambiente estructural***

Las geoformas del ambiente estructural son generadas por la dinámica interna de la Tierra, especialmente por procesos de plegamiento y fallamiento. Están estrechamente relacionadas con el levantamiento de las cordilleras Central y Occidental y con el régimen compresivo asociado a la interacción entre las placas oceánica y continental, cuya expresión se manifiesta a lo largo del sistema de fallas de Romeral. Se caracterizan por un relieve montañoso a colinado, cuya altura y formas dependen del plegamiento de las rocas superiores de la corteza terrestre (SGC–UPTC, 2014).

- ***Cuesta (Sc)***

Este tipo de geoforma tiene amplia expresión al sur del área urbana del municipio de Riosucio (véase Figura 12). Se desarrolla sobre rocas de edad Terciaria, incluyendo areniscas cuarzosas de la Formación Amagá y rocas duras, intermedias y blandas de la Formación Combia (Tmc), con pendientes del orden de 10°, generalmente cubiertas por suelos residuales. Esta unidad presenta en sus laderas una alta predisposición al desarrollo de movimientos en masa.

Geomorfológicamente, la cuesta se define como una sierra asimétrica elongada, de morfología montañosa a colinada, controlada por el basculamiento suave (10°–25°) de las capas o estratos de rocas sedimentarias de la Formación Amagá y de la Formación Combia. Su configuración se asocia a la incisión fluvial y/o al fallamiento aproximadamente perpendicular al buzamiento de los estratos. Estas unidades desarrollan un drenaje dendrítico a subparalelo, localmente denso (SGC–UPTC, 2014).

- ***Ladera estructural de sierra homoclinal (Sshle)***

Estas unidades se presentan en forma de franjas paralelas con disposición NE–SW al oriente del casco urbano del municipio de Riosucio (véase Figura 12). Se asocian con rocas sedimentarias de la Formación Combia (Tmc) y con rocas del miembro superior de la Formación Amagá (Tos).

Geomorfológicamente, la unidad se caracteriza por laderas de longitud corta (50–250 m) a extremadamente larga (>2500 m), de forma recta a cóncava, con pendientes muy inclinadas (11°–15°) a muy abruptas (21°–30°), y con un índice de relieve alto. Se originan cuando la superficie topográfica buza en la misma dirección que los estratos subyacentes, cuya inclinación es mayor a 35° (SGC–UPTC, 2014).

- ***Ambiente volcánico***

Este tipo de geoformas está asociado a la actividad volcánica, resultado de la dinámica interna de la Tierra y de sus manifestaciones en superficie. En la plancha 186 – Riosucio, las geoformas de este ambiente se expresan como cuerpos subvolcánicos con morfología dómica, de variados tamaños y alturas, que sobresalen en el paisaje. La mayoría de los cuerpos reconocidos se localizan entre los municipios de Riosucio y Quinchía (véase Figura 12).

- ***Criptodomo (Vcf)***

Los principales cuerpos de esta unidad se ubican al sureste de la zona de estudio, en los municipios de Quinchía y Riosucio. Entre ellos se destacan el cerro de Gobía y el cerro Batero (véase Figura 12). Su origen es subvolcánico y su génesis se asocia a la intrusión de magma en niveles someros de la corteza, aprovechando zonas de debilidad o discontinuidades, lo que produce el levantamiento de la roca encajante sin que el magma llegue a aflorar directamente. La emergencia superficial de estos cuerpos se debe al levantamiento continuo y a la erosión de las rocas y depósitos suprayacentes.

Dadas sus mayores propiedades de resistencia respecto a las unidades que los hospedan, estos cuerpos ígneos quedan expuestos por efecto de los procesos

erosivos y, usualmente, se acompañan de cordones de coluviones a pequeña escala, no mapeables en la cartografía presentada. Geomorfológicamente corresponden a cuerpos que sobresalen de la topografía circundante de forma aislada, con morfología cónica o dómica y laderas de pendientes inclinadas a muy inclinadas e irregulares. Bajo esta definición se delimitaron todos los cuerpos ígneos hipoabisales (Tdah), cuya composición varía de andesítica a dacítica (SGC - UPTC, 2014).

6.2. GEOMORFOLOGÍA LOCAL

La geomorfología local está definida por dos unidades, una del ambiente estructural, cuesta (Sc) y una unidad del ambiente volcánico (VCd).

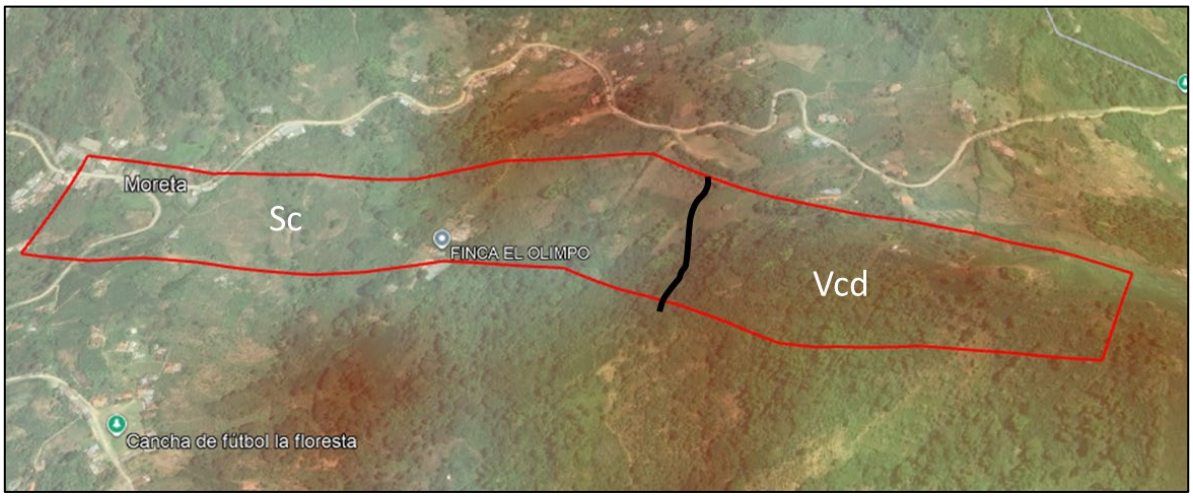


Figura 13. Mapa geomorfológico local. Unidades Sc (Cuesta y Vcd (Criptodomos)
Fuente: Google Earth 2025/Mapa SGC 2015

Tabla 3. Unidades Geomorfológicas mostradas en la Figura 13

Ambiente	Unidades Geomorfológicas	Nomenclatura
Denudacional	Cono y lóbulo coluvial y de solifluxión	Dco
Estructural	Cuesta	Sc
Volcánico	Criptodomo	Vcd
Antropogénico		A

Formaciones geológicas superficiales

La nomenclatura de las formaciones geológicas superficiales corresponde a la propuesta por Hermelín (1985, en SGC–UN, 2016), en la cual los materiales se

clasifican de acuerdo con su origen. En el área de estudio se consideran las siguientes categorías:

- Derivados de roca in situ: incluyen la roca inalterada, el saprolito y el suelo residual.

- Depósitos de ladera, de vertiente o coluviales: comprenden coluviones, talus y derrubios de pendiente (véase Figura 14).

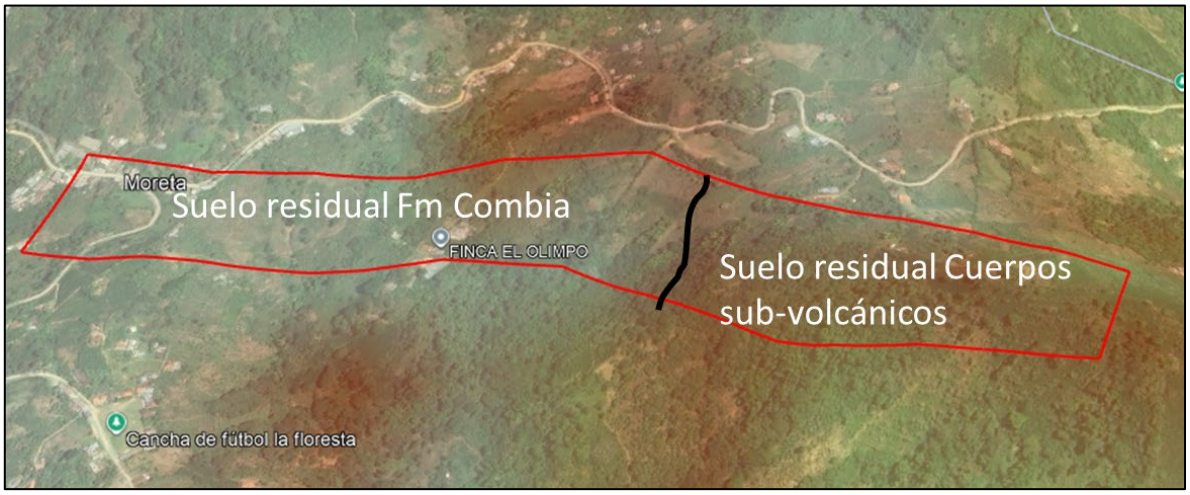


Figura 14. Mapa de formaciones superficiales
Fuente: Google Earth 2025/Mapa SGC 2015

Referencia para las formaciones superficiales

Para la descripción de las formaciones superficiales derivadas de roca in situ, en particular de los suelos residuales desarrollados sobre el miembro inferior de la Formación Combia y sobre la unidad de Rocas hipoabisales porfiríticas, se tomaron como referencia los resultados de perforaciones ejecutadas en el municipio de Quinchía, en un sector localizado al sur del área de estudio. Dichas perforaciones fueron realizadas en el marco del trabajo de grado de Villarreal (2022).

ID SONDEO	PROF. De	PROF. a	NÚMERO DE GOLPES (15-30-45)			DESCRIPCIÓN	MUESTRA	NIVEL FREÁTICO	HORIZONTE SUELO (Deere y Patton, 1971)	RESULTADOS LABORATORIO: Humedad natural W (%)	Límite Líquido LL (%)	Límite Plástico (%)	Índice de Plasticidad (%)	Pasa malla #200	Clasificación SUCS	PUH (gr/cm³)	PUS (gr/cm³)	Qu (Kg/cm²)	Cohesión C (Kg/cm²)	Ángulo de fricción ϕ (°)	Modulo deform. E (Kg/cm²)
PQC-01	0.0	0.1				Capa de materia orgánica.		NO	IA												
	1.0	1.5	6	7	7	Suelo arcilloso de color café-verdoso	QCM-01	NO	IB	33.84	66.3	44.19	22.1	61.8	MH-OH						
	2.0	2.5				Shelby	QCS-01	NO		69.8						1.532	0.9	1.07	0.534		
	3.0	3.5	22	31	0	Capa de suelo arcillosos de color café-verdozo con presencia de roca de maximo 5 centimetros	QCM-02	NO	IC	51.1	66.4	54.0	12.5	73.9	MH-OH						
PQC-02	0.0	0.2				Capa de materia orgánica.		NO	IA												
	1.0	1.5	10	15	18	Suelo residual arcilloso de color pardo-amarillo con ceniza volcanica	QCM-03	NO	IC	24.25	40.18	33.97	6.21	69.69	ML-OL						
	2.0	2.5				Shelby	QCS-02	NO		19.3						1.978	1.66	3.74	1.869		
	3.0	3.5	20	26	27	Tobas andesitica muy alteradas y meteorizadas	QCM-04	NO	IIA	19.1	36.4	31.77	4.02	51.71	ML-OL						

Figura 15. Suelos residuales de la Formación Combia
Fuente: Villarreal (2022)

ID SONDEO	PROF. De	PROF. a	NÚMERO DE GOLPES (15-30-45)			DESCRIPCIÓN	MUESTRA	NIVEL FREÁTICO	HORIZONTE SUELO (Deere y Patton, 1971)	RESULTADOS LABORATORIO: Humedad natural W (%)	Límite Líquido LL (%)	Límite Plástico (%)	Índice de Plasticidad (%)	Pasa malla #200	Clasificación SUCS	PUH (gr/cm³)	PUS (gr/cm³)	Cohesión C (Kg/cm²)	Ángulo de fricción ϕ (°)
PQC-05	1.0	1.5				Suelo arcilloso de color pardo	QCM-19	NO	IB	81.56	76.93	68.1	8.83	75.29	MH-OH				
	2	2.5				Suelo arcillo-limoso de color pardo	QCM-20	NO		81.56	85.81	74.89	10.92	68.33	MH-OH				
	3.0	3.5				Shelby	QCS-10	NO		71.6						1.554	0.906	0.61	21.56
PQC-06	0.0	0.4				Capa de materia organica			IA										
	1	1.5				Suelo arenoso de color pardo-verdoso. Con algunas estrcturas de la roca original	QCM-22	NO	IC	24.45	42.84	38.09	4.75	87.27	ML-OL				
	2	2.5				Shelby	QCS-13	NO		21.3						2.041	1.683	0.7	15.06

Figura 16. Suelos residuales del miembro medio de la Formación Combia
Fuente: Villarreal (2022)

ID SONDEO	PROF. De	PROF. a	DESCRIPCIÓN	MUESTRA	NIVEL FREÁTICO	HORIZONTE SUELO (Deere y Patton, 1971)	RESULTADOS LABORATORIO: Humedad natural W (%)	Límite Líquido LL (%)	Límite Plástico (%)	Índice de Plasticidad (%)	Pasa malla #200	Clasificación SUCS	PUH (gr/cm³)	PUS (gr/cm³)	Qu (Kg/cm²)	Cohesión C (Kg/cm²)	Ángulo de fricción ϕ (°)	Modulo deform. E (Kg/cm²)
PMQA-07	0	0.5	Materia organica arcillo - limosa de color pardo.		NO	IB												
	1	1.5	Shelby.	SQA-07	NO		38.61						1.76	1.27	1.71	0.85		0.24
	1.5	2	Suelo limo - arcilloso de color rojizo con bandas amarillas presenta oxidos algunos framentos de roca y se observa la estructura original de la roca.	MQA-07	NO	IC	28.65	43.11	30.9	12.2	74.17	ML-OL						
PMQA-08	0	0.5	Materia organica arcillo - limosa de color pardo.		NO	IA												
	1	1.5	Shelby.	SQA-08	NO		33.18						1.87	1.4	1.57	0.79		0.47
	2	2.5	Suelo limo - arcilloso de color rojizo, presente oxidos, se obervan algunos fragmentos de roca y su estructura original.	MQA-08	NO	IB	28.7	56.0	39.84	16.13	74.17	MH-OH						
	2.5	3	Suelo limo - arcilloso de color rojizo, presente oxidos, se obervan algunos fragmentos de roca y su estructura original.		NO	IC												

Figura 17. Suelos residuales de las Rocas Hipoabisales Porfiríticas
Fuente: Villarreal (2022)

ID SONDEO	PROF.		NÚMERO DE GOLPES (15-30-45)			DESCRIPCIÓN	MUESTRA	NIVEL FREÁTICO	HORIZONTE SUELO (Deere y Patton, 1971)	RESULTADOS LABORATORIO									
	De	a								Humedad natural W (%)	Límite Líquido LL (%)	Límite Plástico (%)	Índice de Plasticidad (%)	Pasa malla #200	Clasificación SUCS	PUH (gr/cm³)	PUS (gr/cm³)	Cohesión C (kg/cm²)	Ángulo de fricción ϕ (°)
AQC-05	0	1.7				Suelo arenoso de color pardo-amarillento. Presencia de tobas de (2 -3 cm) y algunos niveles de ceniza volcanica	QCS-08	NO	NA	21.3						2.15	1.772	1.6	21.36
	1.7	2				Coluvion con clastos de basaltos de tamaños maximo de 5 cm.subangulares a subredondeados.moderadamente selecionados. Mariz soportado, tamaños de la matriz es de arena y tiene un color pardo	QCM-17	NO		14.14	40.26	31.59	8.67	57.58	ML-OL				
AQC-06	0	0.35				Capa de materia organica			IA										
	0.35	1.5				Suelo arenosos de color pardo-amarillento con clastos de pomez, y algunas tobas	QCM-18 Y QCS-09	NO	IC	31.8	30.99	16.93	14.06	52.02	CL	1.935	1.468	1.31	15.38

Figura 18. Suelos de depósitos coluviales
Fuente: Villarreal (2022)

7. ANÁLISIS MULTITEMPORAL

Los análisis multitemporales permiten identificar la evolución de un terreno y efectuar un contraste de datos geoespaciales obtenidos en diferentes momentos, con el fin de identificar, cuantificar y evaluar cambios en el tiempo sobre una variable o fenómeno específico, como cobertura del suelo, movimiento de masas o variaciones morfológicas. No se trata solo de una secuencia de imágenes históricas, sino de un análisis técnico multitemporal en búsqueda de identificar evolución y rasgos geomorfológicos activos o enmascarados.

El análisis multitemporal se enfocó en reconocer cambios morfológicos y antrópicos en el talud estudiado en la vereda Moreta y su efecto sobre la línea de conducción del acueducto de Bonafont. Se contrastaron ortofotos históricas y recientes, cartografía oficial, planos del trazado de la línea de conducción y observación directa de campo, tomando como referencia la topografía de proyecto y los puntos de control establecidos para diseño y verificación. El cotejo temporal también permite evidenciar los incrementos de ocupación y rellenos localizados en el sitio.

- **Año 1990**

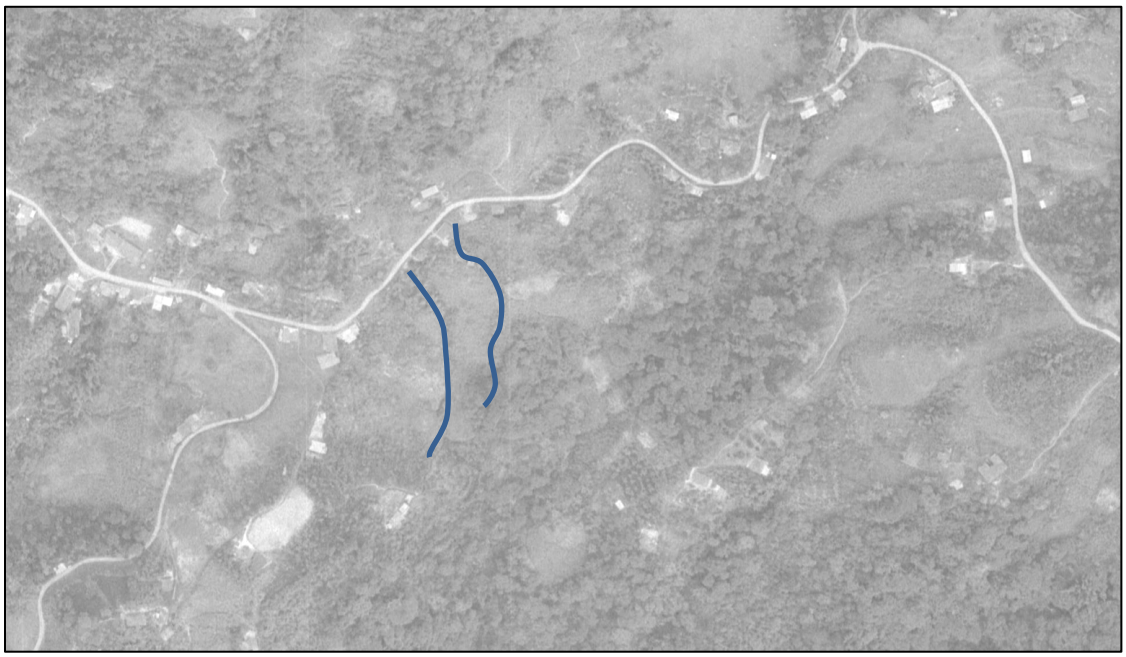


Figura 19. Ortofoto 1990

Fuente: IGAC/1990

En la Figura 19, correspondiente al análisis multitemporal, se identifican trazas de drenaje superficial que concentran y conducen el escurrimiento hacia el depósito coluvial desarrollado a partir de la erosión del cerro Batero y de las demás unidades volcánicas del sector. En la condición actual dichas trazas no son claramente reconocibles en superficie; sin embargo, se registran zonas de humedad localizada que evidencian la persistencia de flujo de agua asociado a estas antiguas líneas de drenaje.

- **Año 2005**



Figura 20. Ortofoto 2005
Fuente: Google Earth / 2005

En la Figura 20 se identifica únicamente una de las líneas de drenaje descritas en el análisis correspondiente al año 1990. Adicionalmente, se reconoce una línea de escarpe (color rojo) ubicada por debajo de dicho drenaje, lo que sugiere que el flujo

de agua circula por debajo del depósito coluvial, favoreciendo el desarrollo de posibles superficies de falla en el talud.

- **Año 2014**



Figura 21. Ortofoto 2014
Fuente: Google Earth/2014

En la Figura 21 se reconoce la misma traza de drenaje, actualmente subyacente al depósito coluvial, así como un escarpe más desarrollado y continuo respecto a los periodos anteriores. Esta evolución geomorfológica sugiere la persistencia de procesos de deformación progresiva en el talud, asociados a la concentración de flujo sub-superficial y a la reducción de esfuerzos efectivos en la base del coluvión. Adicionalmente, se observa la implantación de una nueva vivienda dentro del cuerpo coluvial, lo que implica un incremento significativo de la exposición de elementos vulnerables.

- **Año 2025**

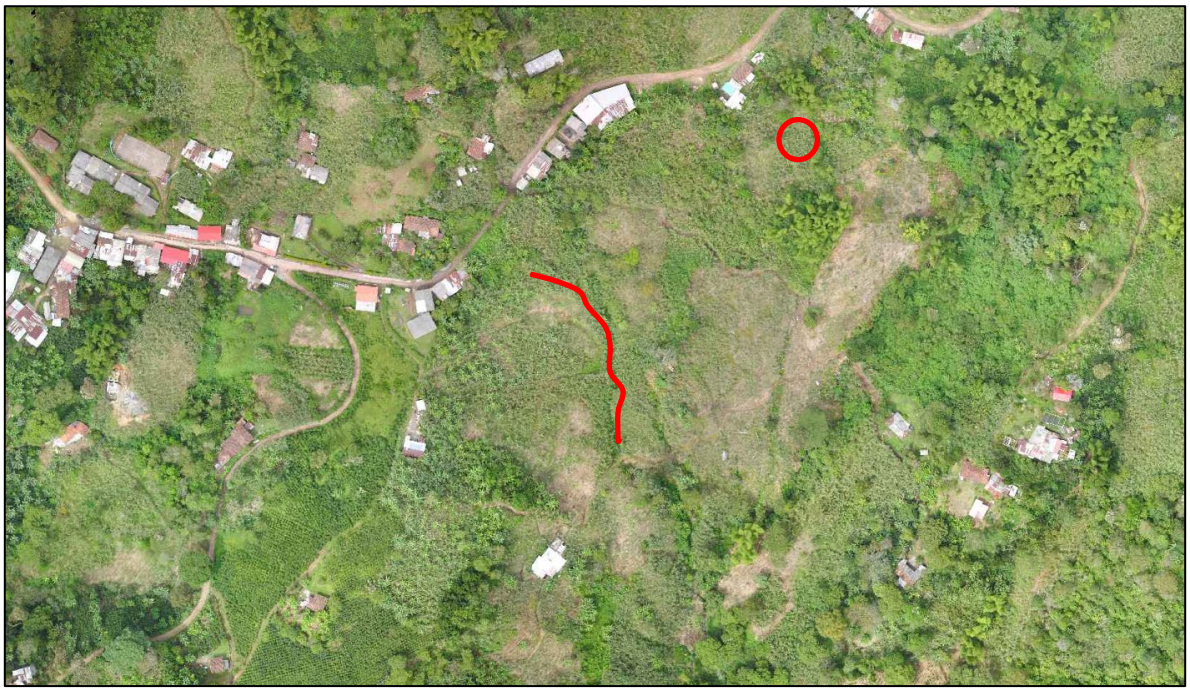


Figura 22. Ortofoto 2025
Fuente: Topografía para Moreta, GEONADIR / 2025

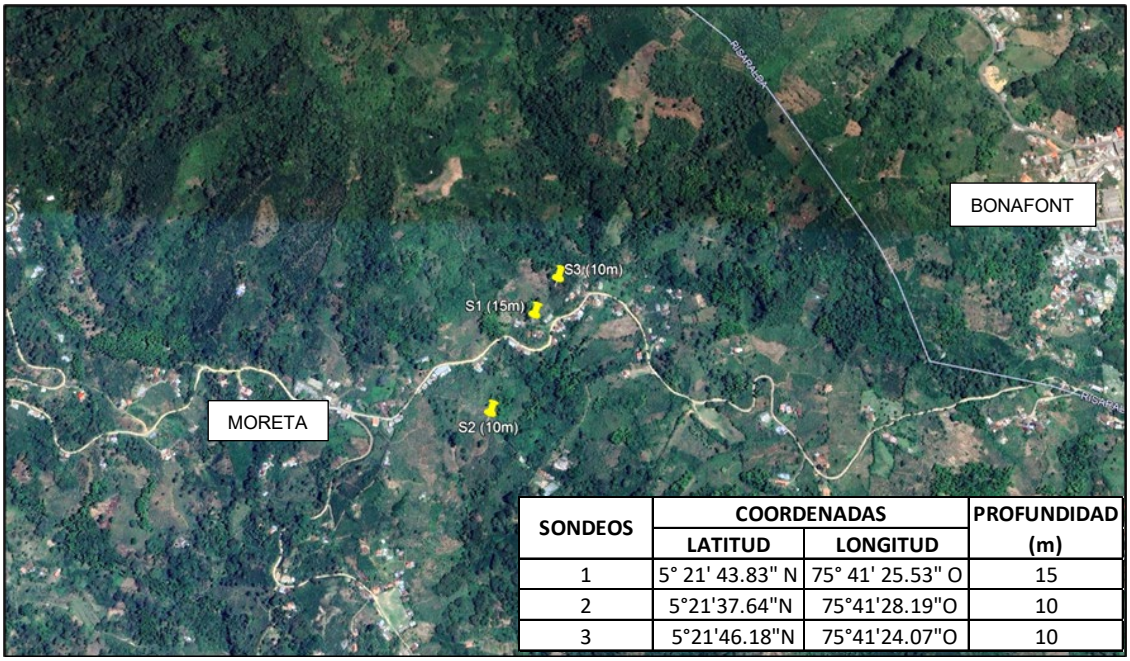
En la Figura 22 se observa que el desplazamiento progresivo del coluvión condujo a la falla total de la vivienda analizada en el estudio de 2014. Asimismo, se identifica un cambio significativo en la cobertura vegetal que deja más expuesto el escarpe, rasgo que se ha venido acentuando desde al menos 1990. Adicionalmente, no se reconoce en superficie la traza de la línea de drenaje en el sector analizado.

8. PLAN DE INSPECCIÓN

El presente capítulo describe el plan de inspección y la campaña de investigación geotécnica definida para el estudio, con el propósito de caracterizar las condiciones del subsuelo a lo largo de la conducción del acueducto y en las zonas críticas de la zona. La información obtenida mediante sondeos, ensayos de laboratorio y exploraciones geofísicas (refracción sísmica y tomografías) será la base para la formulación del modelo geológico–geotécnico, la evaluación de la estabilidad de taludes y el análisis de la respuesta sísmica local, así como para el diseño de obras de intervención.

8.1. UBICACIÓN Y ALCANCE DE LOS SONDEOS

Los sondeos serán localizados estratégicamente a lo largo del trazado de la línea de conducción, con énfasis en los tramos donde se han identificado movimientos en masa activos o potenciales, depósitos coluviales de gran espesor, escarpes erosivos, cambios litológicos significativos o estructuras geológicas relevantes. La ubicación propuesta de los sondeos se presenta en plano de localización, y se complementa con una tabla donde se indican las coordenadas.



SONDEOS	COORDENADAS		PROFUNDIDAD (m)
	LATITUD	LONGITUD	
1	5° 21' 43.83" N	75° 41' 25.53" O	15
2	5°21'37.64"N	75°41'28.19"O	10
3	5°21'46.18"N	75°41'24.07"O	10

Figura 23. Ubicación sondeos

Fuente: Google Earth

8.2. ENSAYOS DE LABORATORIO

El programa de ensayos de laboratorio se estructurará a partir de las muestras obtenidas en los sondeos, diferenciando los materiales de origen residual, coluvial y los suelos de relleno, según corresponda. En las tablas de ensayos se especificarán para cada muestra: identificación, procedencia (sondeo y profundidad), tipo de material y ensayos asignados.

Tabla 4. Lista y cantidad de ensayos de laboratorio a realizar

ENSAYO	CANTIDAD
Corte Directo Consolidado Drenado o No Drenado (CD - CU) INV-154-13	4
Resistencia a la compresión inconfinada (INV E-152-13)	4
Clasificación - Granulometría con lavado sobre Tamiz 200 (INV-E-123-13)	4
Límites de Atterberg (INV-E-126-13)	4
Peso unitario de suelos	4
Humedad natural (INV-E-122-13)	4
Compresión Inconfinada en roca (ASTM D7012-13)) Ensayo Uniaxial de Roca a 2 metros de perforación, ensayo por cada metro de perforación	4

Fuente: Elaboración propia

Los resultados de laboratorio se emplearán para estimar parámetros de resistencia al corte y deformabilidad que se utilizarán en los análisis de estabilidad de taludes mediante el Método de Equilibrio Límite (MEL) y en la evaluación del comportamiento del terreno bajo las cargas asociadas a la infraestructura.

8.3. LÍNEAS DE REFRACCIÓN SÍSMICA Y TOMOGRAFÍAS

Como complemento a los sondeos y ensayos de laboratorio, se ejecutarán perfiles de refracción sísmica y, donde se justifique, tomografías sísmicas o geofísicas a lo largo de los tramos más sensibles de la conducción y en sectores con espesores importantes de depósitos coluviales o transiciones complejas suelo–roca. La ubicación de estas líneas se presentará en planos específicos, indicando longitud, orientación, puntos de disparo y recepción.

Con estas investigaciones geofísicas se podrán obtener perfiles de velocidad de las ondas sísmicas, y complementar la interpretación de las variaciones laterales entre los sondeos, mejorando la afinidad del modelo geotécnico.

En la Figura 24 se observan las líneas donde se pretende realizar los ensayos de refracción sísmica (línea azul) y tomografías de terreno (línea roja).



Figura 24. Ubicación aproximada para el ensayo de refracción sísmica y tomografía
Fuente: Elaboración propia en Google Earth

ANEXOS

ANEXO A.

LISTA DE ASISTENCIA

SOCIALIZACIÓN 5 DE DICIEMBRE DE 2025

5 - 12 - 25

Scribe

Presentación ante la comunidad

Nombre Documento. Firma

Antonio de J Guevara
4537742 Finca mi
ranchete

Alberto Quintero
Presidente del
acueducto Bonafon
c7502887

Reinaldo Molina
Finca Aguadara
T 3116775624

Henry Campocho 7554853 c 3148296303
Bonafont

Alberto Guerrero

maria Heroina Betancur
cc:25.039197
finca el martillo
celular 3217659890

Claudia lorena largo
cc: 1007328929.
finca la esperanza
celular 3217659890

luis anguel soto
cc:
Javier Espinosa
cc 4536765

Guillermo
4542365

Baltazar Morales
1598254
finca la cañada
313 397 3537

Nombre= Daincr de J Veloza A
Documento= 15.916.244
Teléfono= 322 5931254
Parcela= Sector el Guayabo Lote Sardinero

Edwar A largo
9816377
3136080830
fontanero Acueducto

Esmilso ultimo
9890765
Telefono 3155558786

Edgar d-Jesus Guapacha
4545930
3225961004
San Nicolas
sector el guayabo

Asdrúbal Loaiza.

3122107150

A.538.622.

Finca = El Reposo.

= Las Brisas

= Asopan.

DD MM AA

Nombre → Colady Trejos Trejos
Documento → 25.038.334
Telefono → 3126742999 - 3146742999
Parcela → El Jardin
Firma → Colady Trejos

Maria Idalba Cocvaia Trejos
25.063.935.
313 600 7201
Alto Bonito

Maria Nellila Trejos Guerrero
25.033.980.
los Mangos.
. Nellila Trejos

Cendiatra

DD MM AA

Luis Gonzaga Arenas Arenas
cc: 10.276.977.
tel: 3215341892 - 3125439938
Parcela: El Cañaveral.
Luis Gonzaga Arenas

Maria Lenelly Ultima Tapasco
CC 33915140
TL 3122912189.
Chorro claro
Maria Lenelly Ultima Tapasco

Maria Soraida Trejos Pinzon
cc 30 415 353
tl. [redacted] 3146373737
El mirador
Maria Soraida Trejos Pinzon

Cendiatra

ANEXO B.

INVERSIÓN DE ANTICIPO

INVERSIÓN INFORME No 1. (10-dic-2025)

DESCRIPCIÓN		UND	CANT	V/R MES	DEDICACIÓN	VALOR TOTAL
ING. GEOTECNIA	Ing. Civil Esp. G-18	me s	1,3	$ 7.500.000,00	0,7	$ 6.825.000,00
ING. ESTRUCTURAL	Ing. Civil Esp. G-18	me s	1	$ 6.500.000,00	0	$ 0,00
ING. HIDRAULICO	Ing. Civil Esp. G-18	me s	1	$ 6.500.000,00	0	$ 0,00
GEOLOGO	Geólogo o ingeniero geólogo G-12	me s	1,2	$ 7.500.000,00	0,7	$ 6.300.000,00
FACTOR MULTIPLICADOR 2,05						**$ 13.125.000,00**
COSTO PERSONAL PROFESIONAL						**$ 26.906.250,00**

ESTUDIOS GEOTÉCNICOS Y TOPOGRAFÍA				
DESCRIPCIÓN	**UND**	**CANT.**	**V/R UNIT**	**V/R TOTAL**
Corte Directo Consolidado Drenado o No Drenado (CD - CU) INV-154-13	un	0	$ 370.000,00	$ -
Resistencia a la compresión inconfinada (INV E-152-13)	un	0	$ 80.000,00	$ -
Clasificación - Granulometría con lavado sobre Tamiz 200 (INV-E-123-13)	un	0	$ 44.000,00	$ -
Límites de Atterberg (INV-E-126-13)	un	0	$ 50.000,00	$ -
Peso unitario de suelos	un	0	$ 28.000,00	$ -
Humedad natural (INV-E-122-13)	un	0	$ 10.500,00	$ -
Compresión Inconfinada en roca (ASTM D7012-13)) Ensayo Uniaxial de Roca a 2 metros de perforación, ensayo por cada metro de perforación	un	0	$ 170.000,00	$ -
Sondeo en suelo con toma de muestras perforación (ACKER CORE DRILL - HQ ó similar)	ml	0	$ 285.000,00	$ -
TOPOGRAFÍA	**UND**	**CANT.**	**V/R UNIT**	**V/R TOTAL**
Levantamiento topográfico planímetrico y altimétrico de la línea de conducción, 20 metros a cada lada del alineamiento de la red – Tramo afectado. (Comisión topográfica Topógrafo + 2 cadeneros + Equipo)	ml	500	$ 15.000,00	$ 7.500.000,00
SUB TOTAL COSTOS DIRECTOS				**$ 34.406.250,00**
TRANSPORTE PERSONAL Y EQUIPO (incluye viáticos)				**$ 1.990.000,00**
SUB TOTAL				**$ 36.396.250,00**
I.V.A. 19%				**$ 6.915.287,50**
TOTAL				**$ 43.311.537,50**

ANEXO C.

CRONOGRAMA AJUSTADO

PROYECTO: MORETA - QUINCHÍA

LÍDER: ING DIEGO A. RÍOS

CRONOGRAMA DE LOS ESTUDIOS DE RIESGO Y DISEÑO DE OBRAS PARA MORETA										
ACTIVIDADES / SEMANAS		1 (26nov-3dic)	2 (3dic-10dic)	3 (10dic-17dic)	4 (17dic-24dic)	5 (24dic-31dic)	6 (31dic-7ene)	7 (7ene-14ene)	8 (14ene-21ene)	9 (21ene-28ene)
1	**ALCANCES**									
1.1	Reconocimiento del área de estudio									
1.2	Levantamiento topográfico									
1.3	Análisis de las condiciones físicas de la zona									
1.4	Construcción de curvas IDF									
1.5	Exploración geotécnica									
1.6	Análisis hidráulico									
1.7	Ensayos de laboratorio									
1.8	Valoración del riesgo									
1.9	Diseños y recomendaciones									
1.10	Presupuesto									

Actividades pendientes

Actividades en curso

Actividades ejecutadas

NOTA: Diego León contratar numeral 1.4

NOTA: Ubicación sondeos, sísmica y tomografía en Google Earth

Prórroga al menos +1 mes

10%

EMPRESAS PUBLICAS MUNICIPALES DE QUINCHIA E·S·P

No Único de registro 1-66594000-1
Nit: 800.122.736-8

Versión: 0
Código:
Página 1 de 1
Fecha: Diciembre 2010

VIGILADA SSP No Unico de Registro 1-66594000-1

FECHA	18	12	2025

DOCUMENTO EQUIVALENTE A LA FACTURA	011-2025

Cliente: Municipio de Quinchia Risaralda **Dirección:** C.A.M - Carrera 6 N° 5-13

CC/NIT: 891.480.032-7 Tel: (606) 3563015

CANT.	DETALLE	VR. UNITARIO	VR. TOTAL
1	**CONVENIO INTERADMINISTRATIVO # 868 de 2025** - OBJETO: AUNAR ESFUERZOS ENTRE LA CARDER LAS EMPRESAS PÚBLICAS MUNICIPALES DE QUINCHÍA E.S.P, CON EL FIN DE REALIZAR LOS ESTUDIOS DE DETALLE DE AMENAZA, VULNERABILIDAD Y RIESGO DE 1000 M DE LA LÍNEA DE CONDUCCIÓN DEL ACUEDUCTO DE LA ASOCIACIÓN DE USUARIOS REGIONAL BONAFONT, UBICADO EN LA VEREDA MORETA, MUNICIPIO DE QUINCHÍA, Y DETERMINAR LAS MEDIDAS ESTRUCTURALES Y NO ESTRUCTURALES PARA LA MITIGACIÓN DE LA EXPOSICIÓN AL RIESGO.	$ 43.311.537,00	$ 43.311.537,00
		TOTAL $	43.311.537

Firma Entregado

Firma Gerente

ACEPTADA

Firma - C.C. / Nit

DAVIVIENDA

CERTIFICACION

PEREIRA, RISARALDA, 28/10/2025

Por medio de la presente hacemos constar que nuestro cliente **GEONADIR SAS** con **NIT 901.982.249-8** posee en el Banco Davivienda:

CUENTA DE AHORROS DAMAS

Número 108900722662

Cordialmente,

DAVIVIENDA
1260 - OFICINA PRINCIPAL PEREIRA

BANCO DAVIVIENDA

LOS SUSCRITOS REPRESENTANTE LEGAL Y CONTADOR DE LAS EMPRESAS PÚBLICAS MUNICIPALES DE QUINCHIA E.S.P. EN USO DE SUS FACULTADES LEGALES Y EN ESPECIAL LAS CONFERIDAS EN SUS FUNCIONES, A SOLICITUD DE LA PARTE INTERESADA

EP-107

C E R T I F I C A:

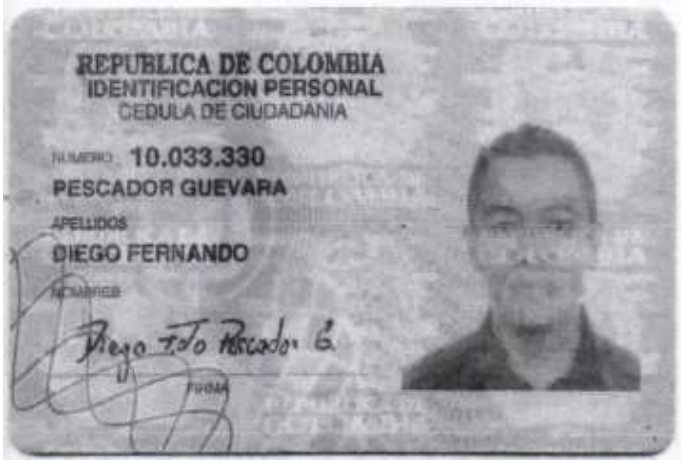
El suscrito **Jorge Mario Gómez Tonusco**, identificado con cédula de ciudadanía Nº 4.539.738; obrando en calidad de gerente y **Diego Fernando Pescador Guevara** , identificado (a) con cédula de ciudadanía Nº 10.033.330; y portador (a) de la Tarjeta Profesional N.º 157223-T, obrando en calidad de Contador Público de las **EMPRESAS PUBLICAS MUNICIPALES DE QUINCHIA E.S.P.** entidad pública, debidamente constituida como empresa oficial, de carácter Industrial y Comercial del Estado (E.I.C.E) de orden Municipal dedicada a la prestación de servicios públicos domiciliarios con autonomía administrativa y financiera identificada con Nit. 800.122.736-8, que una vez revisado nuestro sistema, ***CERTIFICO:*** que esta entidad, ha cumplido oportunamente durante los últimos seis (6) meses hasta la fecha de esta certificación, con los pagos realizados al sistema general de seguridad social en salud. Los cuales se han cancelado oportunamente a las Empresas Promotoras de Salud, Fondos de Pensiones y Cesantías, Administración de Riesgos Profesionales y los Aportes Parafiscales (Sena, ICBF, Caja de Compensación), de todo el personal vinculado con contrato laboral, encontrándonos al día y a paz y salvo por todo concepto relacionado con dichos aportes. Lo anterior en cumplimiento de lo dispuesto en el artículo 50 de la Ley 789 de 2002 y el artículo 23 de la Ley 1150 de 2007.

En constancia de lo anterior, se expide a solicitud de la Corporación Autónoma Regional de Risaralda para trámite pago de convenio y otros, y se firma dos (02) copias del mismo tenor, sin tachaduras ni enmendaduras, en Quinchía Risaralda a los dieciocho (18) días del mes de diciembre de dos mil veinticinco (2025).

Cordialmente,

Firma: _____
Nombre: JORGE MARIO GÓMEZ TONUSCO
Cargo: Gerente.
Correo: contactenos@epm-quinchia-risaralda.gov.co
Dirección: Carrera 7 Calle Esquina 2 Piso.

Firma: _____
Nombre: DIEGO FERNANDO PESCADOR GUEVARA
Cargo: Contador
TP 157223-T



REPUBLICA DE COLOMBIA
IDENTIFICACION PERSONAL
CEDULA DE CIUDADANIA

NUMERO 10.033.330
PESCADOR GUEVARA
APELLIDOS
DIEGO FERNANDO
NOMBRES

FIRMA



FECHA DE NACIMIENTO 01-FEB-1981
CALI
(VALLE)
LUGAR DE NACIMIENTO
1.67 O+ M
ESTATURA G.S. RH SEXO
12-FEB-1999 PEREIRA
FECHA Y LUGAR DE EXPEDICION

INDICE DERECHO

REGISTRADOR NACIONAL

A-2407800-00180328-M-0010033330-20090822 0016445361A 1 24804218



República de Colombia
Ministerio de Comercio Industria y Turismo
JUNTA CENTRAL DE CONTADORES
TARJETA PROFESIONAL
DE CONTADOR PUBLICO

157223-T

DIEGO FERNANDO
PESCADOR GUEVARA
C.C. 10033330
RESOLUCION INSCRIPCION 107
UNIVERSIDAD LUNE

FECHA 07/04/2011

PRESIDENTE

MAURICIO ESPAÑOL LEON 166549



FIRMA DEL TITULAR 83065

Esta tarjeta es el único documento que lo acredita como CONTADOR PUBLICO de acuerdo con lo establecido en la Ley 43 de 1990.
Agradecemos a quien encuentre esta tarjeta devolverla al Ministerio de Comercio Industria y Turismo - Junta Central de Contadores.

UNIDAD ADMINISTRATIVA ESPECIAL **JUNTA CENTRAL DE CONTADORES**

Certificado No:

E0DBD201988640F2

LA REPUBLICA DE COLOMBIA

MINISTERIO DE COMERCIO, INDUSTRIA Y TURISMO

UNIDAD ADMINISTRATIVA ESPECIAL

JUNTA CENTRAL DE CONTADORES

CERTIFICA A:
QUIEN INTERESE

Que el contador público **DIEGO FERNANDO PESCADOR GUEVARA** identificado con CÉDULA DE CIUDADANÍA No 10033330 de PEREIRA (RISARALDA) Y Tarjeta Profesional No 157223-T SI tiene vigente su inscripción en la Junta Central de Contadores y desde los últimos 5 años.

NO REGISTRA ANTECEDENTES DISCIPLINARIOS ******************************
****
****

Dado en BOGOTA a los 4 días del mes de Diciembre de 2025 con vigencia de (3) Meses, contados a partir de la fecha de su expedición.



SANDRA MILENA BARRIOS PULIDO
DIRECTOR GENERAL

ESTE CERTIFICADO DIGITAL TIENE PLENA VALIDEZ DE CONFORMIDAD CON LO ESTABLECIDO EN EL ARTICULO 2 DE LA LEY 527 DE 1999, DECRETO UNICO REGLAMENTARIO 1074 DE 2015 Y ARTICULO 6 PARAGRAFO 3 DE LA LEY 962 DEL 2005

Para confirmar los datos y veracidad de este certificado, lo puede consultar en la página web www.jcc.gov.co digitando el número del certificado