



GEOLOGÍA, GEOMORFOLOGÍA, GEOTÉCNIA CUMBITARA

Caracterización geológica, geomorfológica y geotécnica preliminar a escala 1: 25.000 como insumos en cercanías de la cabecera municipal de Cumbitara, Nariño

Mayra Alejandra Moncayo Ortega

UNIVERSIDAD DE PAMPLONA

Facultad de Ciencias básicas

Programa de Geología

Villa del Rosario, Norte de Santander

2022



**SECRETARÍA DE PLANEACIÓN
Y TERRITORIO**

planeacionyobras@cumbitara-narino.gov.co

Formando **líderes** para la
construcción de un nuevo
país en paz





GEOLOGÍA, GEOMORFOLOGÍA, GEOTÉCNIA CUMBITARA

Caracterización geológica, geomorfológica y geotécnica preliminar a escala 1: 25.000 como insumos en cercanías de la cabecera municipal de Cumbitara, Nariño

Alcaldía Municipal de Cumbitara – Nariño

Mayra Alejandra Moncayo Ortega

Código: 1.085.343.374

**Trabajo de Grado Bajo la Modalidad de Practica Empresarial Para Optar por el
Título de Geóloga**

Jairo Andres Quintero Navas

Geólogo de la Universidad industrial de Santander

Magister en Geotecnia de la Universidad industrial de Santander

Director Académico

Juan Carlos Diaz Guerrero

Administrador de Empresas - Secretario de Planeación y Territorio

Director Empresarial

UNIVERSIDAD DE PAMPLONA

Facultad de Ciencias básicas

Programa de Geología

Villa del Rosario, Norte de Santander

2022



**SECRETARÍA DE PLANEACIÓN
Y TERRITORIO**

planeacionyobras@cumbitara-narino.gov.co

Formando **líderes** para la
construcción de un nuevo
país en paz





Índice

1.	Resumen	7
2.	Abstract.....	8
3.	Planteamiento.....	10
4.	Objetivos.....	11
4.1	Objetivo General.....	11
4.2	Objetivos Específicos.....	11
5.	Justificación.....	11
6.	Marco de Referencia.....	12
6.1	Localización del Área de Estudio	12
6.2	Marco Geológico.....	12
6.2.1	Era Mesozoica.....	13
6.3	Marco Geomorfológico.....	16
6.3.1	Tipos de Relieve	16
6.3.2	Pendientes.....	17
7.	Marco Teórico.....	18
7.1	Generalidades Asociadas a la Geomorfología	18
7.1.1	Conceptos de la Geomorfología, de Acuerdo con (Van Zuidam, 1985)	18
7.1.2	Caracterización Geomorfológica.....	19
7.1.3	Ambientes Morfogenéticos	20
7.2	Generalidades Asociadas a Remoción en Masa	21
7.2.1	Proceso de Remoción en Masa	22
7.2.2	Amenaza y Riesgo	23
8.	Metodología.....	24
8.1	Etapa 1. Recopilación de Información	25
8.2	Etapa 2. Elaboración de Mapas – Pre Campo.....	25
8.2.1	Mapa Topográfico	26





8.2.2	Mapa Geológico	26
8.2.3	DEM	26
8.2.4	Mapa de Aspecto.....	26
8.2.5	Mapa de Curvatura	27
8.2.6	Mapa de Pendientes.....	28
8.2.7	Mapa de Sombras	28
8.3	Etapa 3. Trabajo de Campo	28
8.4	Etapa 4 (Análisis de Resultados):	29
8.5	Etapa 5 (Discusión y Conclusiones):.....	29
9.	Análisis y Resultados	29
9.1	Geología del Entorno.....	29
9.1.1	Era Mesozoica	29
9.2	Geomorfología del Entorno.....	31
9.2.1	Morfometría.....	32
9.2.2	Morfodinámica	37
9.2.3	Elementos Geomorfológicos.....	42
9.3	Unidades de geología para Ingeniería.....	48
9.3.1	Rocas Intermedias (Ria)	48
9.3.2	Rocas Blandas (Rbl).....	48
9.3.3	Suelo de Llenos Mixtos (Salm)	49
9.3.4	Suelo de Llenos de Escombros (Sale)	50
9.3.5	Suelo de cauce activo (Stfca).....	51
9.3.6	Suelo coluvial (Sco).....	52
9.3.7	Suelo transporte de flujo torrencial (Stft).....	52





9.3.8 9.3.8 Suelo residual (Sra)	53
9.4 Generación de Alertas Tempranas Para la Cabecera Municipal de Cumbitara	54
10. Conclusiones.....	54
11. Referencias Bibliográficas	56

Índice de Figuras

Figura 1. Localización General del Área de Estudio	12
Figura 2. Mapa Geológico del Municipio de Cumbitara.....	16
Figura 3. Mapa No 7. Clasificación de Pendientes. Escala: 1: 60.000.....	18
Figura 4. Diagrama Metodológico.....	24
Figura 5. Explicación Gráfica Curvatura de Perfil	27
Figura 6. Explicación Gráfica Curvatura de Plano.....	27
Figura 7. Histograma de Aspecto.....	33
Figura 8. Histograma Hipsométrico.....	36
Figura 9. Mapa de Balance Morfodinámico del Área de Estudio	37
Figura 10. Mapa de Elementos Geomorfológicos del Área de Estudio	47
Figura 11. Rocas Blandas localizados en la vía Cumbitara – Remolino	49
Figura 12. Suelo clasificado como de llenos mixtos localizado en el relleno sanitario.....	50
Figura 13. Suelo de Llenos de Escombros localizados en la cabecera municipal de Cumbitara...51	
Figura 14. Suelo de cauce activo de la Quebrada El Matadero.....	52
Figura 15. Suelo transporte de flujo torrencial reciente ubicado en el sector de San Pablo.....	53

Índice de Tablas

Tabla 1. Clasificación de Pendientes.....	17
Tabla 2. Clasificación de Remociones en Masa.....	22
Tabla 3. Clasificación de Orientaciones.....	32





Tabla 4. <i>Estadísticas de Clasificación</i>	33
Tabla 5. <i>No de Eventos de Deslizamiento por Rango de Pendientes</i>	34
Tabla 6. <i>Clases de Susceptibilidad por Rango de Pendiente</i>	35
Tabla 7. <i>Clasificación de Pendientes por Ocupación de Área</i>	35
Tabla 8. <i>Clasificación de las Diferentes Elevaciones por Ocupación del Área</i>	36
Tabla 9. <i>Estadísticas de Clasificación</i>	37
Tabla 10. <i>Unidades geológicas para la ingeniería en la zona de estudio por ocupación de área</i> ..	48



1. Resumen

Actualmente la alcaldía de Cumbitara se encuentra ejecutando la revisión, ajuste y actualización del esquema de ordenamiento territorial - EOT, para garantizar un desarrollo eficiente y eficaz de los niveles actuales de calidad de vida y orientar su desarrollo de tal forma que sea sosteniblemente y adecuado a la evolución del municipio. Por ende, es necesario actualizar e incorporar la gestión del riesgo en el ordenamiento territorial en el marco de la Ley 1523 de 2012.

El proyecto se realizó con la finalidad de presentar un insumo para el Municipio de Cumbitara, Nariño centrado en la “Caracterización geológica, geomorfológica y geotécnica preliminar a escala 1: 25.000 como insumos en cercanías de la cabecera municipal de Cumbitara, Nariño”, para futuros planes de mitigación y toma de medidas no estructurales y estructurales, en el marco de la gestión del riesgo de desastres y el avance en proyectos de infraestructura y desarrollo.

La metodología constó de 5 fases. La primera relacionada a recopilación de información geológica, geomorfológica, y bibliográfica del área; en la segunda fase, se realizaron mapas preliminares correspondientes a la geología, geomorfología y parámetros morfométricos. En la fase tres, se realizó la verificación con trabajo de campo y cartografía. Posteriormente se realizó el análisis e interpretación de la información obtenida en campo, para finalmente efectuar la caracterización geológica, geomorfológica y las variantes geotécnicas de la cabecera municipal de Cumbitara.

La geomorfología de la zona está compuesta por 4 ambientes, de donde se despliegan 8 unidades y 12 subunidades; el ambiente estructural se compone de 3 elementos, consecuencia de los procesos afines a la dinámica interna del planeta tierra, debido al plegamiento y el fallamiento de las rocas, cuyo término morfológico es definido por la tendencia y variación de resistencia de las unidades; el ambiente denudacional se compone de 6 elementos, formados por la combinación de procesos desde moderados a intensos de erosión, meteorización y transporte

por efectos de la gravedad, sistema pluvial y procesos fluviales que modelan dejando remanentes de las unidades preexistentes, así mismo, se originan nuevas debido a la acumulación de sedimentos; el ambiente fluvial se compone de 2 elementos, por la erosión de las quebradas el Matadero y San Pablo en zonas adyacentes a dichas corrientes, ya sea en tiempos de grandes avenidas torrenciales o inundaciones. El ambiente antrópico se compone de un elemento, debido a la intervención del hombre que modifican la morfología natural de la superficie del terreno.

En los resultados obtenidos, se destacó que la zona es susceptible a fenómenos de remoción en masa y avenidas torrenciales, como resultado se genera una susceptibilidad a la amenaza y riesgo ante dichos fenómenos en zonas veredales del municipio de Cumbitara.

Palabras Clave: Geomorfología, geotecnia preliminar, geología, EOT, riesgo, movimientos en masa y amenaza.

2. Abstract

Currently the mayor of Cumbitara is executing the review, adjustment and updating of the territorial ordering scheme - EOT, to guarantee an efficient and effective development of the current levels of quality of life and guide its development in such a way that it is sustainable and adequate to the evolution of the municipality. Therefore, it is necessary to update and incorporate risk management in the territorial ordering within the framework of Law 1523 of 2012.

The project was carried out with the purpose of presenting an input for the Municipality of Cumbitara, Nariño focused on the “preliminary geological, geomorphological and geotechnical characterization for the Municipality of Cumbitara, Nariño. Scale 1:25.000”, for future mitigation plans and non-structural and structural measures, within the framework of disaster risk management and progress in infrastructure and development projects.

The methodology consisted of 5 phases. The first related to the compilation of geological, geomorphological, and bibliographical information on the area; In the second phase, preliminary maps corresponding to the geology, geomorphology and morphometric parameters were made. In phase three, verification was carried out with field work and cartography. Subsequently, the analysis and interpretation of the information obtained in the field was carried out, to finally carry out the geological, geomorphological characterization and the geotechnical variants of the municipal seat of Cumbitara.

The geomorphology of the area is composed of 4 environments, from which 8 units and 12 subunits unfold; the structural environment is made up of 3 elements, a consequence of the processes related to the internal dynamics of the planet earth, due to the folding and faulting of the rocks, whose morphological term is defined by the tendency and variation of resistance of the units; The denudational environment is made up of 6 elements, formed by the combination of processes from moderate to intense erosion, weathering and transport due to the effects of gravity, pluvial system and fluvial processes that model leaving remnants of the pre-existing units, likewise, they originate new due to sediment accumulation; The fluvial environment is made up of 2 elements, due to the erosion of the El Matadero and San Pablo, sedimentation in areas adjacent to said currents, either in times of great torrential avenues or floods. The anthropic environment is made up of an element, due to the intervention of man that modifies the natural morphology of the land surface.

In the results obtained, it was highlighted that the area is susceptible to mass removal phenomena and torrential floods, as a result a susceptibility to the threat and risk of these phenomena is generated in rural areas of the municipality of Cumbitara.

Keywords: Geomorphology, preliminary geotechnics, geology, EOT, risk, mass movements and hazard.

3. Planteamiento

En los últimos años hemos presenciado a nivel regional y nacional una serie de fenómenos naturales que afectan a la población de nuestro país. Ante estos nuevos escenarios de alta complejidad y en relación al aumento de situaciones de desastre, es necesario la realización de Estudios de Ordenamiento Territorial o la actualización de estos, para analizar la situación de las zonas pobladas ante el impacto ambiental. De esta forma, generar acciones acertadas en cuanto a la prevención, control y mitigación de dichos impactos ambientales.

La vereda de Cumbitara, localizada cerca al municipio de Cumbitara en el departamento de Nariño, está caracterizada por tener antecedentes que afectan de manera directa al municipio y sus habitantes. Debido a la vulnerabilidad presente, actualmente se está ejecutando la actualización del esquema de ordenamiento territorial por parte de la alcaldía, la cual pretende realizar un mejoramiento a la mitigación y control de desastres.

Dicha entidad puso a disposición la información y recursos para desarrollar un ejercicio académico en el cual, a partir de la caracterización geológica, geomorfológica y geotécnica preliminar, se realizará un estudio generalizado para el tratamiento de problemas asociados a las diferentes afectaciones estructurales de infraestructura, a las actividades antrópicas y naturales que necesitan de la gestión del riesgo. Adicionalmente, se convierte en una herramienta para futuros estudios.

Teniendo en cuenta las variables morfológicas y afectaciones por el fallamiento geológico sobre la vereda de Cumbitara, es conveniente realizar proyecciones preventivas tomando en consideración esta problemática, la cual genera accidentes y pérdidas económicas que afectan el desarrollo del municipio. Y para ello, es importante identificar los diferentes procesos naturales que imprimen las características de las unidades geomorfológicas y geológicas de dicha vereda.

4. Objetivos

4.1 Objetivo General

Realizar una caracterización geológica, geomorfológica y geotécnica preliminar para aportar información en la actualización del EOT en la vereda de Cumbitara y de futuros estudios de amenaza, riesgo y vulnerabilidad.

4.2 Objetivos Específicos

- Determinar la litología, estratigrafía, estructuras y geoformas presentes en el área del estudio.
- Generar el mapa general geológico a escala 1: 25.000
- Generar el mapa general geomorfológico, morfodinámico y morfométrico en escala 1:25.000.
- Identificar las variantes geotécnicas básicas presentes en el área del proyecto, mediante estudio de campo.
- Identificar los sitios susceptibles a amenazas geológicas que afecten a la vereda.

5. Justificación

Este trabajo contempla una caracterización geológica, geomorfológica y geotécnica básica como base para la planificación ambiental y territorial en la vereda de Cumbitara, ya que este se ha caracterizado por tener antecedentes que afectan de manera directa al municipio y sus habitantes. El fenómeno se presenta principalmente en el casco urbano de Cumbitara, por deslizamientos debido principalmente a las altas pendientes de la zona y la conformación de los suelos que en épocas de lluvias agudizan la formación de movimientos de remoción en masa (CMGRD, 2015). Es importante mencionar que existe un crecimiento urbano no planificado, por ello se indica que se deben tomar medidas y seguimientos frente a los cambios en el terreno, con el fin de evitar emergencias que repercutirían en daños graves a la población asentada en sectores de riesgo. Estos antecedentes sumados a la falta de estudios realizados en la zona,

ponen en riesgo a los nuevos asentamientos en lugares donde no se conocen la capacidad portante, por ello se pretende consolidar información geológica, geomorfológica y geotécnica preliminar para que las autoridades competentes a nivel local puedan tomar decisiones con base en la información básica, y de ser necesario, se amplie con estudios a detalle y se tengan planes futuros ante situaciones de riesgo.

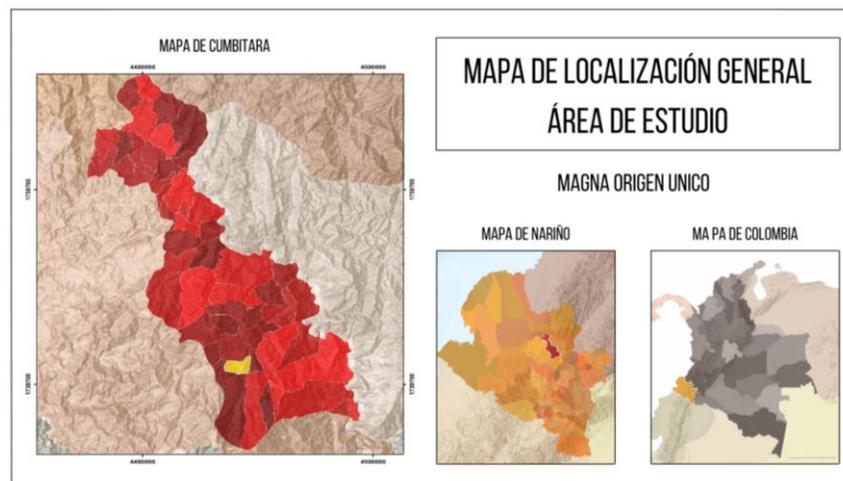
6. Marco de Referencia

6.1 Localización del Área de Estudio

La zona de estudio hace parte del Municipio de Cumbitara ubicado al noreste del departamento de Nariño, que se encuentra en la Región Suroeste de la República de Colombia, sobre la Cordillera Occidental. La cabecera Municipal y área de estudio está localizada a los $1^{\circ}38'58.74''$ de latitud Norte y $77^{\circ}34'51.24''$ de longitud Oeste, con una altura sobre el nivel del mar de 1699 metros, dista de la Capital del Departamento en 164 km (**ver figura 1**).

Figura 1.

Localización General del Área de Estudio



6.2 Marco Geológico

La geología se tomó según el diagnóstico del Esquema de Ordenamiento Territorial del Municipio de Cumbitara (EOT, 2004) y el Servicio Geológico Colombiano (**ver figura 2**). Las unidades se describen a continuación:

6.2.1 Era Mesozoica

6.2.1.1 Grupo Dagua.

6.2.1.1.1. Formación Dagua (k2dg). Se pueden distinguir tres conjuntos litológicos, difícil a veces de diferenciar debido a cambios laterales de facies. **Conjunto A**, conformado por metatobas aglomeráticas violáceas y metatobas verdes de grano fino, algunas redepositadas; localmente aparecen metabasaltos. Las metatobas están conformadas por fragmentos de lavas básicas y por fragmentos de cristales de plagioclasa, augita, hipersteno, prehnita y homblenda; La matriz está constituida por cenizas y vidrio volcánico. Los metabasaltos amigdalares se componen de andesina, augita, ferroactinolita, prehnita y clorita. **Conjunto B**, conformado por intercalaciones de metalimolitas, metagrawacas, metachert y algunos niveles de pizarras verdes y rojo violáceo. Las metalimolitas se componen de cuarzo, plagioclasa, prehnita, pumpellita, calcita y minerales arcillosos. Los clastos de las meta-arenistas incluyen fragmentos de lavas básicas, tobas y en menor proporción cuarcitas y esquistos micáceos. Se observa estratificación normal e inversa, estratificación paralela y laminación fina. **Conjunto C** presenta un contacto transicional con el anterior y se compone de intercalaciones de areniscas, arcillolitas y calizas, con algunos bancos de chert negro; se observa estratificación gradada, estratificación cruzada en pequeña escala y laminación paralela fina. Los clastos de las arenitas incluyen fragmentos de chert, filitas y esquistos; están ausentes los clastos de rocas volcánicas. El metamorfismo de los A y B es de las facies prehnita-pumpellita y esquistos verde, posiblemente del tipo bórico de presión intermedia-baja temperatura, descrito por Miyashiro (1973). El análisis facial de la secuencia indica un vulcanismo submarino para el **conjunto A**, turbiditas distales depositadas en una fosa oceánica para el **conjunto B** y turbiditas proximales depositadas en el pie de un talud continental para el **conjunto C**. Dentro de la clasificación de Bouma (1962), las turbiditas corresponden a "secuencias truncadas del tipo Ta-c". Hubo aporte volcánico para las lavas y tobas, bioquímico para los cherts, limolitas silíceas y calizas, y terrígeno para las arcillolitas y

areniscas. La edad del Grupo Dagua ha sido estimada por Barrero (1979) como cretácica temprana a cretácica tardía. (SGC, 1991)

6.2.1.2 Grupo Diabásico.

6.2.1.2.1 Basaltos y Diabasas (K2db). El Grupo Diabásico aflora como una franja amplia, orientada en dirección NE – SW (SGC, 2011). El Grupo Diabásico está conformado por basaltos y tobas verdes con diferentes grados de alteración hidrotermal, procesos metamórficos e intrusiones de cuerpos ígneos. Se reconocen a nivel macroscópico tobas y aglomerados volcánicos, de cristales tamaño lapilli finos que se encuentran ligeramente orientados y compuestos por cuarzo, plagioclasa y anfíboles en matriz vítrea. El tamaño del cristal alcanza 1 cm y se encuentran dispuestos en capas gruesas (SGC, 2011). La edad asignada a las rocas sedimentarias marinas asociadas a vulcanitas básicas es cretácica tardía con base en la correlación establecida para esta unidad con el Grupo Dagua, se indica un rango de depositación entre el Albiano y el Maastrichtiano y con mayor seguridad entre el Turoniano y el Maastrichtiano (SGC, 2011).

6.2.1.2.2. Conjunto Kvs. Diabasas y andesitas porfiríticas, tobas aglomeráticas e intercalaciones de areniscas, calizas, limolitas y chert. Las lavas tienen fenocristales hasta de 2 mm, de piroxeno, hornblenda y plagioclasa, en una matriz de plagioclasa, vidrio, albita y dorita; algunas muestras presentan bastante actinolita, formada a partir del piroxeno. Las rocas piroclásticas tienen fragmentos de lavas porfiríticas, hasta de 3 cm, cristales rotos de piroxeno, plagioclasa y hornblenda; la matriz incluye vidrio, calcita y clorita. Los anteriores minerales, en las rocas volcánicas se encuentran sericita, prehnita, pumpellita, calcita y calcedonia, en venas, amígdalas o reemplazando minerales primarios. El metamorfismo es de la facies prehnita-pumpellita y esquisto verde, asociado a metamorfismo de fondo oceánico. Edades de 65-100 m.a. han sido reportadas por Espinosa (1980) indicando una edad Cretáceo superior para el vulcanismo básico. Los análisis químicos en vulcanitas corresponden a toleítas abisales, toleítas

islándicas y toleítas de arco de islas, sugiriendo la presencia de diferentes ambientes marinos, los cuales pueden estar mezclados, oscureciendo las interpretaciones. Murcia y Cepeda (1984)

6.2.2. Era Cenozoica

6.2.2.1. Granodiorita de Piedra Ancha (E1gdpa). Rocas intrusivas de composición tonalítica, holocristalinas y de grano medio, conformados por cuarzo, plagioclasa (andesina), hornblenda verde, feldespato potásico (intersticial), biotita, clorita, circón y calcita. En el área de Cumbitara, están intruyendo a rocas cretácicas de afinidad oceánica, desarrollando aureolas de contacto; relacionada con estas intrusiones, en esa región existe explotación de oro diseminado y de filones. En el sector oriental se encuentra un cuerpo de roca ígnea plutónica de forma irregular, con poca extensión y de composición granodiorítica - tonalítica. La textura es fanerítica de grano medio, y presenta estructura néisica, definida tanto por la segregación de minerales máficos y félsicos como por la presencia de texturas microaugen. Los minerales félsicos son cuarzo y feldespatos mientras que los máficos son principalmente hornblenda. Se observan xenolitos muy pequeños de las rocas encajantes. Microscópicamente presenta textura fanerítica de grano medio a fino, poiquilitica y simplectítica. La plagioclasa que composicionalmente es andesina, y se presenta como cristales idiomórficos a subidiomórficos, con maclas combinadas de periclina –albita, zonación inversa e inclusiones de hornblenda. La hornblenda se presenta en cristales subidiomórficos a xenomórficos, maclados y con inclusiones de minerales opacos, apatitos, plagioclasa y biotita. Existen dataciones radiométricas, que permiten fijar la edad de las rocas intrusivas en el Oligoceno (SGC, 1991)

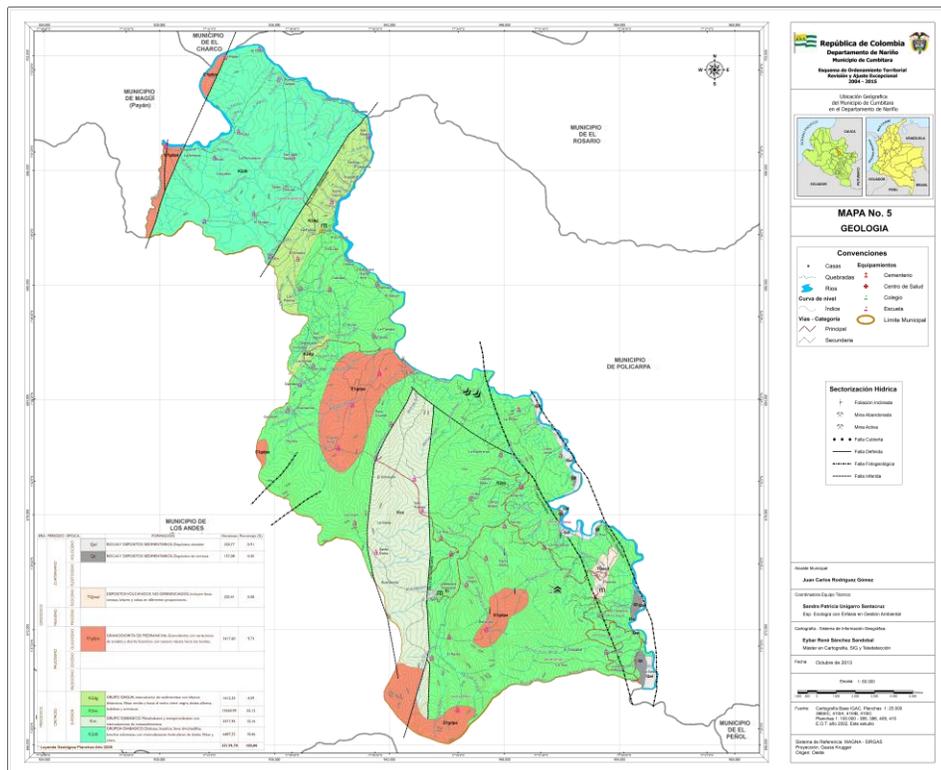
6.2.2.2. Depósitos Volcánicos no Diferenciados (TQvsd). Debido al continuo cambio de facies y a la escala de la cartografía geológica, no se diferenciaron los depósitos volcánicos de la parte occidental del área trabajada. La litología está conformada por lavas andesíticas, flujos de ceniza y dacíticos de pumita, lahares y tobas en diferentes proporciones. (SGC, 1991).

6.2.2.3. Depósitos de Terrazas (Qt). Gravas heterolitológicas, arenas con estratificación fina y ondulitas, y limos con laminación fina, alguna de las cuales corresponden a cenizas redepositadas. Las terrazas han sido formadas por acción erosiva de los ríos y los diferentes niveles se formaron por cambios en su curso y/o por tectonismo (SGC, 1991).

6.2.2.4. Depósitos Aluviales (Qal). Se componen de gravas, arenas, limos y arcillas, asociadas a canales fluviales y áreas de inundación. La composición de los cantos depende de la litología de las diferentes unidades por donde drena la corriente. (SGC, 1991)

Figura 2.

Mapa Geológico del Municipio de Cumbitara. Escala: 1: 60.000



6.3 Marco Geomorfológico

6.3.1 Tipos de Relieve

A continuación, se describen los relieves, plano, ondulado, colinas bajas, zonas escarpadas y montañosas. (EOT, 2004)

6.3.1.1 Relieve Plano. El relieve Plano, está comprendido entre 0 y 3% de pendiente, el relieve casi Plano entre 3.1 a 7% de pendiente, el relieve ligeramente ondulado entre 7.1 a 12% de pendiente. El Mapa de Pendientes de Cumbitara (ver figura 3), se ha tomado para simplificar el problema la pendiente entre 0 y 12%, que va de plano a ligeramente ondulado. (EOT, 2004)

Este tipo de relieve se encuentra en el Bajo Cumbitara y al noroccidente de la cabecera municipal, ocupa 52.6 km² que representan el 15.29% del área total del Municipio. (EOT, 2004)

6.3.1.2 Relieve Fuertemente Ondulado. Está comprendido entre 12.1 y 25% de pendiente, símbolo d, tiene un área de 92.58 kilómetros cuadrados, que representa el 26.89% del municipio. (EOT, 2004)

6.3.1.3 Relieve Colinado. Está comprendido entre 25.1 y 50% de pendiente, principalmente los suelos cercanos al río Patía y suelos situados al sur-occidente de la cabecera municipal en las veredas de Buenavista y Buenos Aires, tiene un área total de 123.02 kilómetros cuadrados y representa el 35.76% del área total del Municipio. (EOT, 2004)

6.3.1.4 Relieve Montañoso. Finalmente se tienen los suelos fuertemente disectados y montañosos con pendientes entre el 50.1 al 75%, con un área de 75.64 kilómetros cuadrados que representa el 21.99% del total del Municipio. (EOT, 2004)

6.3.2 Pendientes

La clasificación de pendientes, muestra terrenos planos, ligeramente inclinados, fuertemente inclinados, muy inclinados, empinado y vertical, en la siguiente escala:

Tabla 1.

Clasificación de Pendientes

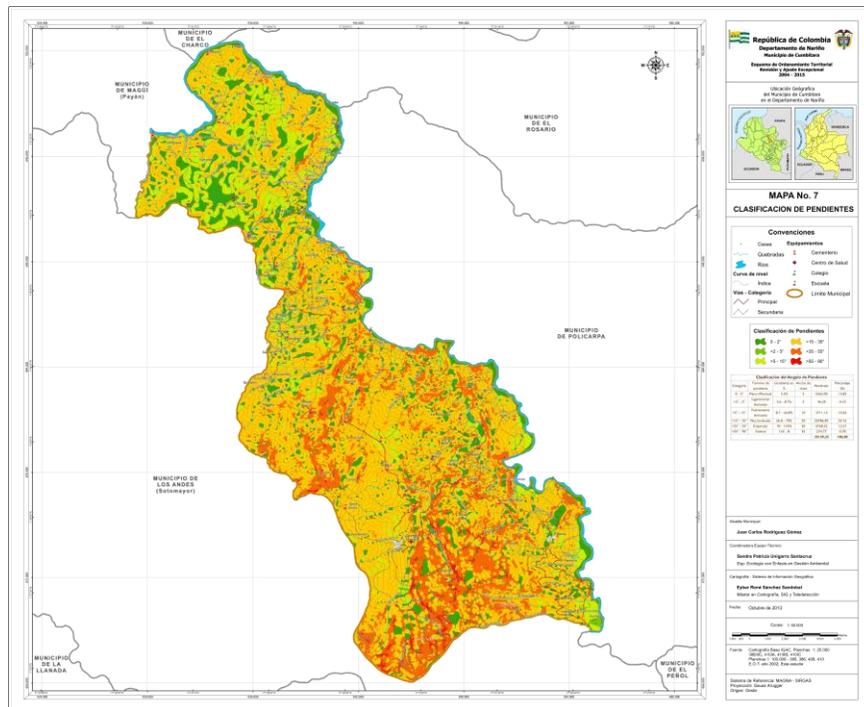
Clasificación	Rango (°)
<i>Plano a casi plano</i>	<i>0 – 2</i>
<i>Suavemente Inclinado</i>	<i>2 – 4</i>
<i>Inclinado</i>	<i>4 – 8</i>
<i>Moderadamente Abrupto</i>	<i>8 – 16</i>
<i>Abrupto</i>	<i>16 – 35</i>
<i>Muy Abrupto</i>	<i>35 – 55</i>
<i>Extremadamente Abrupto</i>	<i>>55</i>

Nota. Los anteriores datos se recuperaron del SGC del 2017, modificada por el Autor

Según el mapa de Pendientes, el municipio presenta un relieve que se distribuye mayoritariamente en tierras altas, con pendientes que varían entre el 8 – 26%, distribuidas en toda el área municipal, territorio muy empinado con pendientes mayores al 70%, esta se localiza hacia el centro oriente del municipio en la divisoria de aguas de las cuencas del río San Pablo, Chapital, Tapiales y Tierras Blancas.

Figura 3.

Mapa No 7. Clasificación de Pendientes. Escala: 1: 60.000



7. Marco Teórico

7.1 Generalidades Asociadas a la Geomorfología

Ciencia que estudia las formas de la corteza terrestre, la evolución y puede estudiar los fondos marinos. Esta ciencia se ha desarrollado siguiendo dos tendencias principalmente: la Geomorfología histórica o cíclica por un lado y la Geomorfología de los procesos por otro.

7.1.1 Conceptos de la Geomorfología, de Acuerdo con (Van Zuidam, 1985)

- **Morfología:** Trata de la apariencia y forma del relieve general.



- **Morfografía:** Descripción cualitativa de las geoformas.
- **Geoforma:** Formada por procesos naturales o antrópicos de tal forma que puedan ser reconocidas y descritas en términos geomorfométricos independientemente de donde se encuentre (Lobeck, 1939; Weaver, 1965; Hammond, 1965; Pike, 2000).
 - **Morfogénesis:** Estudia el origen y la evolución de las formas del terreno.
 - **Morfoestructura:** Tiene que ver con la disposición, composición y dinámica interna de la tierra, es pasiva cuando trata de las características de los materiales involucrados y su disposición estructural, y activa cuando está relacionada con la dinámica endógena.
 - **Morfodinámica:** Estudia procesos activos en el presente o aquellos que se pueden activar en el futuro. Se refiere a la dinámica exógena relacionada con la actividad de procesos que hacen referencia a los cambios físicos y químicos que generan modificación de los materiales y las formas superficiales de la tierra (Thornbury, 1960).
 - **Morfocronología:** Trata de la relativa absoluta de cada geoforma del terreno, la cual puede ser del tiempo de su formación o de los procesos que marcaron su desarrollo posterior.

7.1.2 Caracterización Geomorfológica

Para esta caracterización se propone una pirámide con los siguientes rangos de clasificación de mayor a menor:

- **Geomorfoestructura:** Grandes áreas geográficas o amplios espacios continentales o intracontinentales, caracterizados y definidos por estructuras geológicas y topográficas regionales que han tenido deformación vascular y, posiblemente, metamorfismo o intrusión ígnea, corresponde a escalas de trabajo menores de 1:2.500.000. (Velásquez, 1999).
- **Provincia Geomorfológica:** Regiones con geoformas definidas por un macrorrelieve y una génesis geológica similar. Localmente, se relacionan con regiones naturales y con terrenos geológicos, los cuales están delimitados por el trazo de megafacturas y suturas definidas o inferidas (Ingeominas, 1999; Velásquez, 1999; Irving 1971; Etayo et al., 1986; Villota, 1997).

- **Región Geomorfológica:** Agrupación de geoformas relacionadas genética y geográficamente, definidas por ambientes morfogenéticos y geológicos afectados por procesos geomórficos. La escala de trabajo está definida entre 1: 250.000 y 1: 500.000 (Velásquez, 1999; Ingeominas, 1999; Verstappen y Van Zuidam, 1992; Carvajal, 2008).

7.1.3 *Ambientes Morfogenéticos*

Estos ambientes se agrupan de manera general en:

- **Ambiente Morfoestructural (S):** Geoformas generadas por la dinámica interna de la tierra, especialmente la asociada a plegamientos y fallamientos.
- **Ambiente Volcánico (V):** Definido para las geoformas generadas, tanto por la intrusión como por la extrusión de materiales fundidos proceden del interior de la tierra.
- **Ambiente Denudacional (D):** Determinado por la actividad de los procesos erosivos hídricos y Pluviales, y producto principalmente de procesos de meteorización, erosión y remoción en masa sobre geoformas preexistentes.
- **Ambiente Fluvial y Lagunar (F):** Corresponde a las geoformas producidas por procesos (erosión-sedimentación), generadas por corrientes de agua.
- **Ambiente Marino y Costero (M):** Determinado por las geoformas construidas o esculpidas por la actividad de las corrientes y procesos del mar. Se incluyen los deltas.
- **Ambiente Glacial y Periglacial (G):** Definido por las geoformas originadas por los glaciares tanto continentales (casquetes polares) como de alta montaña.
- **Ambiente Eólico (E):** Corresponden a las geoformas erosivas y de acumulación sedimentaria, formadas por la acción de los vientos en climas desérticos, principalmente.
- **Ambiente Kárstico (K):** Formas del terreno, producto de meteorización y dilución de rocas y materiales de fácil disolución (las calizas y sal), en ambientes tropicales húmedos.



- **Ambiente Antropogénico (A):** Corresponde a las formas del terreno, producto de la actividad del hombre que modifica la superficie terrestre.
- **Unidad Geomorfológica:** Geoforma individual genéticamente homogénea, generada por un proceso geomórfico constructivo o destruccional. Con criterios genéticos, morfológicos y geométricos en función de la escala de trabajo propuesta de 1:150.000 a 1:100.000. (Velásquez, 1999; Ingeominas, 1999; Verstappen y Van Zuidam, 1992; Carvajal, 2008).
- **Subunidad Geomorfológica:** Contrastes morfológicos y morfométricos, que relacionan el tipo de material o la disposición estructural con la correspondiente topografía. Igualmente, está definida por el contraste dado por las formaciones superficiales asociadas a procesos morfodinámicos actuales, la escala de trabajo oscila entre 1:25.000 y 1:25.000. (Velásquez, 1999; Ingeominas, 1999; Verstappen y Van Zuidam, 1992; Carvajal, 2008).
- **Componente o Elemento Geomorfológico:** Máximo nivel de detalle de jerarquía en la subdivisión propuesta (escalas mayores de 1:25.000). Esta categoría está establecida por los rasgos del relieve, definidos en sitios puntuales y determinados por la morfometría detallada del terreno en una subunidad geomorfológica. Igualmente, puede estar definida por microrrelieves asociados con una característica litológica o sedimentaria establecida con base en análisis detallados (Velásquez, 1999; Ingeominas, 1999; Meijerink, 1988; Damen, 1990).

7.2 Generalidades Asociadas a Remoción en Masa

Se presentan debido a factores del entorno, de tipo geológico, fisiográfico y climático, que en conjunto generan la susceptibilidad natural del suelo. Por otra parte, los factores conocidos como antrópicos están relacionados con el uso del suelo y las actividades socioeconómicas, que en el tiempo reflejan el efecto causado sobre el territorio y permiten a su vez identificar las amenazas y riesgos. A partir de lo anterior, las generalidades asociadas a la remoción en masa involucran los siguientes conceptos:

7.2.1 Proceso de Remoción en Masa

Transporte de material definidos como procesos de movilización lenta o rápida de determinado volumen de suelo, roca o ambos, en diversas proporciones, generados por una serie de factores. Las remociones en masa han sido clasificadas de acuerdo al tipo de movimiento y al material involucrado, en el PRM (Varnes, 1978).

Tabla 2.

Clasificación de Remociones en Masa

TIPO DE MOVIMIENTO	TIPO DE MATERIAL		
	ROCA	INGENIERIA DE SUELO	
		PREDOMINANTE GRUESO	PREDOMINANTE GRUESO
CAIDO	Caida de roca	Caida de escombros	Caida de tierra
BASCULAMIENTO	Basculamiento de roca	Basculamiento de escombros	Basculamiento de tierra
DESPLAZAMIENTO	<small>ROTACIONAL</small> <small>TRASLACIONAL</small> Deslizamiento de roca	Deslizamiento de escombros	Deslizamiento de tierra
EXTENSIONES LATERALES	Extensión de la roca	Extensión de escombros	Extensión de tierra
FLUJOS	Flujo de roca (Fluencia Profunda)	Flujo de escombros	Flujo de tierra
COMPLEJOS	Combinación de dos o más tipos principales de movimientos		
		(FLUENCIA DEL SUELO)	

Nota. Información tomada de Varnes, 1978, modificaciones por el Autor

Varnes, 1978, plantea diferentes tipos de deslizamientos entre los cuales se encuentran los siguientes:

- **Caídas:** Son movimientos bruscos de masas de materiales geológicos, tales como rocas y cantos rodados, que se desprenden de los acantilados.
- **Deslizamientos:** Dos tipos principales de deslizamientos: **Deslizamiento rotacional**, la superficie de ruptura está curvada de forma cóncava hacia arriba y el movimiento de deslizamiento es de rotación alrededor de un eje que es paralelo a la superficie del terreno. **Deslizamiento traslacional**, masa de tierra se mueve a lo largo de la superficie con poca rotación o inclinación hacia atrás.
- **Volcamientos:** Se distinguen por la rotación de una unidad sobre algún punto por la acción de la gravedad y las fuerzas que ejercen las unidades adyacentes o por flujos y grietas.



- **Flujos:** Hay cinco categorías básicas de flujos, que se diferencian el uno del otro fundamentalmente por su forma.
- **Flujo de Tierra:** Tienen una característica reloj de arena, el material pendiente se licua y se extiende hacia afuera el flujo es alargado, ocurre en materiales de grano fino y bajo condiciones de saturación.
- **Flujo de Lodo:** Flujo de tierra que contiene material lo suficientemente húmedo para fluir rápidamente con 50% de arena, limos y partículas.

7.2.2 Amenaza y Riesgo

- **Riesgo:** Mezcla de la probabilidad de que se presente u ocurra un evento y sus efectos negativos. (CIIFEN, 2009)
- **Amenaza:** Fenómeno, o condición peligrosa que puede causar la muerte o un impacto negativo, también daños a la propiedad, o daños ambientales. (CIIFEN, 2009).
- **Amenazas Naturales:** Dinámica terrestre en las que el ser humano no incide en su aparición ni puede intervenir, la mayoría de las veces. Estas amenazas pueden tener diferente origen: geotectónico; geomorfológico; meteorológico o climático e hidrológico. (Veloza, 2017)
- **Amenazas Socio – Naturales:** Se expresan a través de fenómenos naturales, pero en cuya ocurrencia o agudización de sus efectos interviene la acción humana. Las amenazas socio - naturales son resultado del impacto de determinadas prácticas sociales (Lavell, 1996).
- **Amenazas Antrópicas:** Aquellas atribuibles a la acción humana. (Veloza, 2017)
- **Vulnerabilidad:** Afectación que sufrirá un activo determinado ante una amenaza dada (Hernández y Ramírez, 2016). A continuación, se describen los factores determinados por este autor Wilches-Chaux (1998:44-48):
 - **Factores Ambientales:** Degradación que sufre el medio ambiente, expresada en la creciente destrucción de los recursos naturales.
 - **Factores Físicos:** Ubicación de los asentamientos humanos en zonas de riesgo.

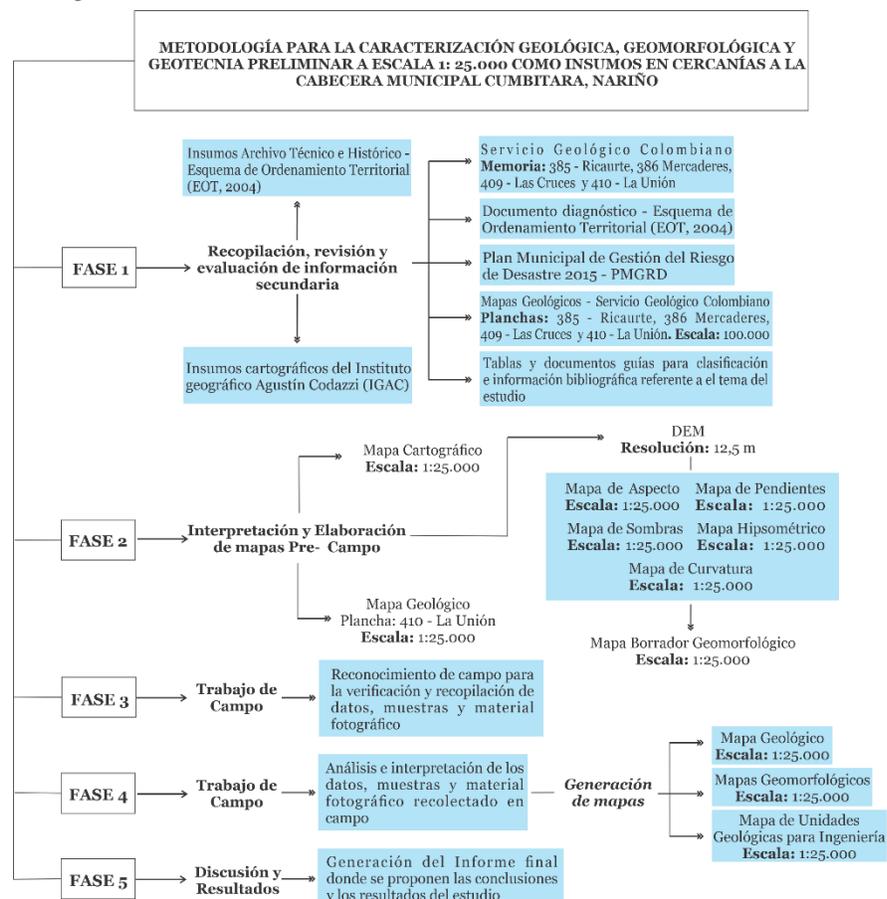
- **Factores Económicos:** Carencias económicas tanto en el ámbito local e individual, como al nacional.
- **Factores Sociales:** Comprenden las complejas relaciones de diversos aspectos de las comunidades, de las cuales se destacan: factores políticos, factores ideológicos y culturales, factores educativos, factores institucionales y factores sociales. (Veloza, 2017)

8. Metodología

En el estudio de caracterización geológica, geomorfológica y geotécnica preliminar a escala 1: 10.000 en la cabecera municipal de Cumbitara, Nariño, se adoptó la metodología que se especifica a continuación, incluyendo 5 etapas para darle la debida organización, control y cumplimiento a los objetivos y metas propuestas para la ejecución del estudio.

Figura 4.

Diagrama Metodológico



8.1 Etapa 1. Recopilación de Información

La anterior información e insumos se descargó y recolectó en una carpeta de manera organizada para su posterior lectura, análisis e interpretación.

8.2 Etapa 2. Elaboración de Mapas – Pre Campo

Para la generación de un análisis e interpretación preliminar acertado, previamente se recopilan publicaciones y archivos afines al estudio, documentos, tablas y guías metodológicas enfocadas a temáticas morfológicas, morfométricas, geomorfológicas y geotécnicas. A través del Geoportal del Servicio Geológico Colombiano (SGC), las memorias y las referentes planchas geológicas 385 (Ricaurte), 386 (Mercaderes), 409 (Las Cruces) y 410 (La Unión) a escala 1:100.000, están disponibles en la página del Instituto geográfico Agustín Codazzi (IGAC) se lleva a cabo la descarga de insumos para la generación de bases topográficas, con el software SAS Planet se obtienen Imágenes satelitales y se utilizó la geodatabase del IGAC del año 2017, específicamente las curvas de nivel, para el Modelo digital de Elevación (DEM). La Alcaldía Municipal de Cumbitara suministra el documento diagnóstico del Esquema de Ordenamiento territorial del municipio (EOT, 2004), el Plan Municipal de Gestión del Riesgo de Desastre (PMGRD, 2015) y los distintos mapas cartográficos rurales y urbanos originados a través de estudios técnicos efectuados en la consolidación EOT.

En la segunda etapa se genera la topografía de la zona de interés, como base para los diferentes mapas, de igual manera se obtiene un mapa (**ver apéndice A**) con el software ArcGIS y los recursos básicos para la localización, generación de estaciones en campo y de más anotaciones y correcciones que se presenten durante la verificación y toma de datos. La delimitación de unidades geológicas y geomorfológicas en ArcGIS, mediante la interpretación de imágenes satelitales, fotografías aéreas y el DEM. A través del DEM la generación de los diferentes mapas insumos para la obtención del mapa borrador geomorfológico.

8.2.1 Mapa Topográfico

El Geoportal del Instituto Geográfico Agustín Codazzi (IGAC) contiene insumos para la generación del mapa topográfico (**ver apéndice A**) de la zona de interés, además se utilizaron insumos contenidos en el archivo técnico e histórico del Esquema de Ordenamiento Territorial (EOT,2004), e insumos actualizados año 2021 por la oficina de obras y planeación.

8.2.2 Mapa Geológico

De acuerdo a la toma de datos, al muestreo en campo y la información e insumos suministrados por la Alcaldía Municipal de Cumbitara establecidos en el archivo técnico e histórico del Esquema de Ordenamiento Territorial (EOT,2004), se llevó a cabo el interpretación y análisis de los datos, generando posteriormente el mapa geológico local en el software ArcGIS. (**ver apéndice B**). Adicionar lo que se hizo

8.2.3 DEM

Se utilizo la geodatabase del IGAC del año 2017, específicamente las curvas de nivel, con estas se crea el TIN y posteriormente el Modelo digital de Elevación (DEM) con una resolución de 10 m. Este es un insumo para dar origen a los siguientes mapas:

8.2.4 Mapa de Aspecto

Son importantes en la ordenación del territorio debido a que nos permiten conocer e identificar las diferentes planicies o niveles de pendiente en las zonas montañosas, en cualquier dirección, sugerir lugares que pueden ser afectados por la escorrentía. Este mapa nos da información sobre la dirección de pendiente descendente que presenta cada una de las celdas, de esta forma la orientación en un punto se puede definir como el ángulo existente entre vector que señala el norte y la proyección sobre el plano horizontal del vector normal a la superficie de ese punto. La orientación se mide en el sentido de las agujas del reloj en grados, lógicamente las áreas planas no van a tener dirección de pendiente descendente. (**ver apéndice C**)

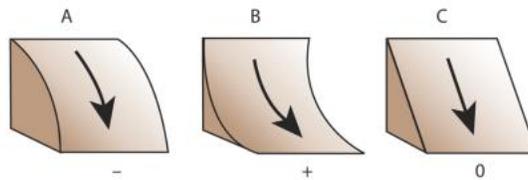
8.2.5 Mapa de Curvatura

Es el comportamiento del flujo de agua en la superficie para determinar la erosión, sedimentación y la acumulación de agua. El valor negativo (A) es la superficie convexa hacia arriba en esa celda. El perfil positivo (B) muestra una superficie cóncava arriba en esa celda. Al encontrar un valor equivalente a cero designa que la superficie es lineal (C) (Esri, 2016).

7.2.5.1. Curvatura de Perfil. Es paralela a la pendiente e indica la dirección de la pendiente máxima. Afecta a la aceleración y desaceleración de las corrientes de la superficie. Un valor negativo (A) indica que la superficie es convexa hacia arriba en esa celda y la corriente se desacelera. Un perfil positivo (B) indica que la superficie es cóncava arriba en esa celda y la corriente se acelera, ósea que puede haber una mayor erosión. Un valor de cero indica que la superficie es lineal (C), (Esri, 2016). (**ver figura 5**)

Figura 5.

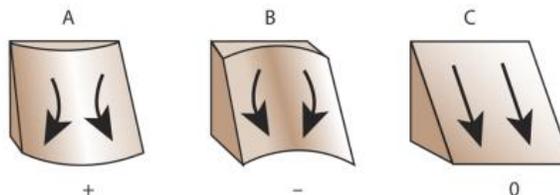
Explicación Gráfica Curvatura de Perfil



7.2.5.2. Curvatura de Plano. Perpendicular a la dirección de la pendiente máxima. La curvatura del plano se relaciona con la convergencia y divergencia de la corriente por una superficie. Un valor positivo (A) indica que la superficie es lateralmente convexa en esa celda. Un plano negativo (B) indica que la superficie es lateralmente cóncava en esa celda. Un valor de cero indica que la superficie es lineal (C), (Esri, 2016). (**ver figura 6**)

Figura 6.

Explicación Gráfica Curvatura de Plano



8.2.6 Mapa de Pendientes

Las pendientes hacen referencia a la inclinación de la superficie con relación a la horizontal. Este insumo representa los distintos grados de las pendientes con las que cuenta el territorio; determina la diferencia del gradiente entre dos formas de relieve. (ArcGeek, 2022)

El objetivo de este mapa es generar una representación gráfica expuesta mediante diferentes tonalidades; se pretende que con base a este insumo se efectúe una mejor comprensión, visualización e interpretación de las características del área de enfoque mejorando así, la calidad de los productos geológicos, geomorfológico y geotécnicos. (**ver apéndice G**)

8.2.7 Mapa de Sombras

Este modelo digital se deriva del archivo DEM, permitiendo visualizar la superficie del área de interés mediante el sombreado de las laderas. Este contraste de sombras produce un efecto de profundidad cuando se emplean como base de otros mapas (Gis&Beers, 2016), además, permite visualizar el terreno en función de una fuente de luz, de orientación y pendiente de la superficie de elevación. Es un método cualitativo para visualizar la topografía y no proporciona valores de elevación absolutos (Esri, 2016).

8.3 Etapa 3. Trabajo de Campo

Se generó la cartografía geológica, las características geotécnicas básicas, la toma de muestras, tomar datos de discontinuidades e identificar las estructuras y agentes morfodinámicos que componen la zona. La actividad de campo se efectuó en los días del 15 al 30 noviembre 2021, donde se procedió a desarrollar el levantamiento geológico, geomorfológico y geotécnico, el cual se centró en confirmar las distintas unidades; delimitando sus diferentes ambientes, en la parte geotécnica se realizó la caracterización básica de las condiciones en las que actualmente se encuentra el terreno, que limitan su aprovechamiento, además se generó un inventario de los distintos puntos donde se localizan los deslizamientos a una escala 1:25.000.

8.4 Etapa 4 (Análisis de Resultados):

En etapa se proponen la geología, geomorfología y variantes geotécnicas de la zona.

8.5 Etapa 5 (Discusión y Conclusiones):

De acuerdo a los lineamientos y objetivos designados para este estudio, en esta última etapa, siendo el resultado de las anteriores fases se genera el informe final; con el marco general, los respectivos mapas, la interpretación de los mismos y los resultados, análisis y conclusiones.

9. Análisis y Resultados

9.1 Geología del Entorno

Para la geología (**ver apéndice B**) de la cabecera municipal se usó como base la Plancha 410 - La Unión, incluyendo la memoria explicativa (INGEOMINAS, 1991) a escala 1:100.000; el documento diagnóstico del Esquema de Ordenamiento Territorial (EOT, 2015) y mediante las observaciones y análisis en campo, se determinó que el 24% se denominan como depósitos cuaternarios aluviales y coluviales y el 76% son afloramientos correspondientes a las formaciones Kvs y K2es que se pueden evidenciar en superficie, el 70% se considera en muy mal estado, con alto grado de meteorización y erosión debido a los agentes externos y el 6% restante aflora en condiciones aceptables para su clasificación. La descripción de la litología de las dos unidades geológicas cuenta con parámetros como composición, forma de la estratificación, friabilidad, porosidad, y estructuras entre otros.

9.1.1 Era Mesozoica

9.1.1.1. Grupo Dagua.

9.1.1.1.1 Formación Dagua (K2es). Se distinguen tres conjuntos en ciertas ocasiones son difíciles de distinguir por los cambios laterales de facies:

Conjunto A, conformado por metatobas aglomeráticas violáceas y metatobas verdes de grano fino, algunas redepositadas; localmente aparecen metabasaltos. Las metatobas se

conforman de fragmentos de lavas básicas y cristales de plagioclasa, augita, hiperstena, prehnita y hornblenda; La matriz está compuesta de cenizas y vidrio volcánico. Los metabasaltos amigdalares se componen de andesina, augita, ferroactinolita, prehnita y clorita. El análisis facial de la secuencia indica un vulcanismo submarino. **Conjunto B**, se evidencian intercalaciones de metalimolitas, metagrawacas, metachert y algunos niveles de pizarras verdes y rojo violáceo, constituidas por limo de cuarzo, clorita y epidota, y las pizarras rojas por limo de cuarzo, clorita, epidota y óxidos de hierro. Las metalimolitas se componen de cuarzo, plagioclasa, prehnita, pumpellita, calcita y minerales arcillosos. Los clastos de las meta-arenistas incluyen fragmentos de lavas básicas, tobas y en menor proporción cuarcitas y esquistos micáceos. Se observa estratificación normal, paralela y laminación fina. El análisis facial de la secuencia indica turbiditas distales depositadas en una fosa oceánica. **Conjunto C**, presenta un contacto transicional con el conjunto anterior y está compuesto por intercalaciones de areniscas, y arcillolitas, con algunos bancos de chert negro; a pequeña escala se observa estratificación cruzada y laminación paralela delgada. Los clastos de las arenitas incluyen fragmentos de chert, filitas y esquistos. El análisis facial de la secuencia indica turbiditas proximales depositadas en el pie de un talud continental (SGC, 2002)

El metamorfismo de los A y B es de las facies prehnita-pumpellita y esquistos verde, posiblemente del tipo bórico de presión intermedia-baja temperatura, Miyashiro (1973). La edad del Grupo Dagua ha sido estimada por Barrero (1979) como cretácica temprana a cretácica tardía. (SGC, 2002)

9.1.1.2 Grupo Diabásico.

9.1.1.2.1. Conjunto Kvs. Diabasas y andesitas porfiríticas, tobas aglomeráticas e intercalaciones de areniscas, calizas, limolitas y chert. Las lavas tienen fenocristales de piroxeno (augita), hornblenda y plagioclasa, en una matriz de plagioclasa, vidrio, albita y dorita; algunas muestras presentan bastante actinolita, formada a partir del piroxeno. Las rocas piroclásticas tienen fragmentos de lavas porfiríticas, cristales rotos de piroxeno, plagioclasa y hornblenda; la

matriz incluye vidrio, calcita y clorita. Además, en las rocas volcánicas se encuentran sericita, prehnita, pumpellita, calcita y calcedonia, en venas, amígdalas o reemplazando minerales primarios. El metamorfismo es de la facies prehnita-pumpellita y esquisto verde, asociado a metamorfismo de fondo oceánico (SGC, 1991). Edades de 65-100 m.a., Espinosa (1980), indicando una edad Cretáceo superior para el vulcanismo básico. De acuerdo con el "Mapa de Terrenos Geológicos de Colombia", Etayo et al. (1983), el Grupo Diabásico corresponde a los terrenos Cauca-Dagua y Cauca - Romeral. (SGC, 1991)

9.1.1.3.1 Depósitos Coluviales (Qcl). Constituidos por gravas heterolitológicas (guijarros, cantos y bloques), arenas, limos y arcillas consecuencia de los desprendimientos *in situ* y alteración de los macizos rocosos transportados por la gravedad; estos depósitos están conformado por materiales inestables y tienen una matriz areno limo-arcillosa con gravas angulosas, en algunos sectores se evidencian cenizas redepositadas sobre las laderas. De igual manera, son transportado por el agua formando derrubios.

9.1.1.4.1 Depósitos Aluviales (Qal). Son resultado del transporte y depósito de materiales asociados a lechos fluviales o zonas de inundación, compuestos por gravas, arenas, limos y arcillas, moderadamente seleccionados, de distintas formas desde angulosas a redondeadas. La composición de estos depósitos está ligada a las dos unidades litológicas (Grupo Dagua y Diabásico), esta clase de depósitos presentan continuidad lateral irregular y son una fuente importante en el municipio para la extracción de materiales para obras de construcción.

9.2 Geomorfología del Entorno

Suministra información sobre las geoformas y unidades que los constituyen, enfocados a la evolución morfodinámica resultado de sus características, comportamientos y procesos moldeadores pueden ser visualizados y analizados en la capa más externa de la geosfera. Las geoformas y procesos involucrados para el área de influencia en este proyecto, se distinguen

claramente 4 ambientes morfogenéticos los cuales tienen un diferente proceso de formación y modelado del terreno.

9.2.1 Morfometría

El análisis se tomó como base el Dem generado a partir de las curvas de nivel de la geodatabase del IGAC, 2017 con resolución de 10 m. Se generaron cinco mapas morfométricos: aspecto, curvatura, hipsometría, sombras y pendientes, en los cuales están presentes los rangos de las sombras e iluminación en el relieve, la dirección e inclinación de las pendientes y los tipos de curvatura en las laderas, ya sean: convexas o cóncavas, lo previo para el análisis eficaz del área de trabajo permitiendo interpretar y dar predicciones de los comportamientos del terreno.

9.2.1.1. Mapa de Aspecto. Tiene como función enfatizar la dirección en grados azimut de las pendientes que conforman el terreno del área de estudio; la dirección de las pendientes está simbolizadas con tonos de distintos colores, tienden en sentido Este (67,5 – 112,5 grados azimut), color amarillo y Sureste (112,5 – 157,5 grados azimut), color verde, son las que abarcan mayor porcentaje; en dirección Norte (360 – 22,5 grados azimut), color rojo y Noreste (22,5 – 67,5 grados azimut), color naranja, en un porcentaje menor; finalmente en un porcentaje mínimo pendientes orientadas al Sur (157,5 – 202,5 grados azimut), color amarillo en tonalidades claras, al Noroeste (292,5 – 337,5 grados azimut), color magenta y las zonas consideradas como planicies (-1), color gris. **(ver apéndice C)**

Tabla 3.

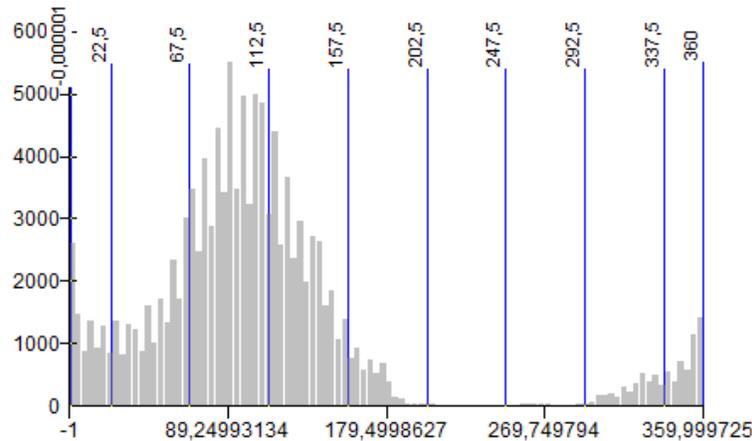
Clasificación de Orientaciones

Orientación	Grados Azimut
Planicie	-1 - 0
Norte	360 – 22,5
Noreste	22,5 – 67,5
Este	67,5 – 112,5
Sureste	112,5 – 157,5
Sur	157,5 – 202,5
Suroeste	202,5 – 247,5
Oeste	247,5 – 292,5

Noroeste 292,5 – 337,5

Figura 7.

Histograma de Aspecto



Nota. Gráfico obtenido a partir de la información resultante del mapa de aspecto

Tabla 4.

Estadísticas de Clasificación

Mínimo	Máximo	Media	Desviación Estándar
-1	359,999725	108,9426338	73,82078065

Nota. Tabla obtenida a partir de la información resultante del mapa de aspecto

9.2.1.2. Mapa de Curvatura. Se visualiza la curvatura, acentuando los distintos aspectos de la forma que presentan las pendientes, donde, una parte de la superficie puede ser cóncava o convexa, resultado de la combinación del mapa de curvaturas de perfil como de plano. Teniendo en cuenta la curvatura de plano como la de perfil simultáneamente se comprende con mayor precisión el flujo de la corriente en superficie (**ver apéndice D**).

9.2.1.2.1. Mapa de Curvatura de Perfil. Demuestra el impacto generado tanto por la aceleración como la desaceleración de las corrientes en la parte superficial. Las zonas clasificadas con valores cercanos a cero (Perfil C), tonalidades claras ocupan un menor porcentaje, exponiendo áreas sin curvaturas, superficie lineal o plana; en menor porcentaje esta

entre valores con perfil positivo (Perfil B), la superficie es cóncava y se presenta aceleración en el flujo de las corrientes, se designa con tonalidades medias; y valores con perfil negativo (Plano A), la superficie es convexa y las corrientes tienden a una desaceleración en su flujo, designada con tonalidades oscuras. Esta clase de insumo influye en la erosión y la sedimentación del área de estudio (**ver apéndice E**).

9.2.1.2.2. Mapa de Curvatura del Plano. Hace alusión al efecto consecuencia de la divergencia y convergencia existente entre las corrientes en la parte superficial. La predominancia de valores cercanos a cero (Plano C) color gris claro, lo que indica que estas zonas tienden a ser lineales o planas; en menor proporción se encuentra planos negativos (Plano B) determinando las zonas que son lateralmente cóncavas, ósea donde se presenta mayor erosión, además la mayor parte de deslizamientos se encuentra en estas zonas con tonalidad gris media y los planos positivos (Plano A), hace referencia a las zonas lateralmente convexas, de tonalidades grises oscuras (**ver apéndice F**).

9.2.1.2.3. Mapa de Pendientes. Es el cambio máximo en la elevación sobre la distancia entre la celda y sus ocho vecinas identifica el descenso cuesta abajo más empinado desde la celda (esri, 2016); el ráster de pendiente de salida está calculado en grados. La mayor parte de la zona de estudio se encuentra sobre pendientes entre 16° a 35° y en menor proporción de 0° a 8° (**ver apéndice G**).

La capa de rangos que se usan para esta variable, se combina con los puntos donde se identificaron deslizamientos, con el propósito de establecer el grado de pendiente en el cual se localizan los deslizamientos y los rangos que se ajustan a su comportamiento (**ver tabla 5**).

Tabla 5.

No de Eventos de Deslizamiento por Rango de Pendientes

Pendiente (°)	No de deslizamientos (%)
0 - 8	0
8 - 16	15,3846154

16 - 35	57,6923077
35 - 55	26,9230769
>55	0

Tabla 6.

Clases de Susceptibilidad por Rango de Pendiente

Pendiente (°)	Clase de Susceptibilidad	Características
0 - 2	Muy Baja	Áreas estables, no se considera tomar medidas de corrección, prevención y/o mitigación; sin embargo, las zonas circundantes poseen rangos entre medios, altos y muy altos de susceptibilidad, se recomienda evaluar su influencia.
2 - 4	Muy Baja	Áreas estables, no se considera tomar medidas de corrección, prevención y/o mitigación; sin embargo, las zonas circundantes poseen rangos entre medios, altos y muy altos de susceptibilidad, se recomienda evaluar su influencia.
4 - 8	Baja	Áreas estables, medidas mínimas de corrección, prevención y/o mitigación en casos específicos; sin embargo, las zonas circundantes poseen rangos entre medios, altos y muy altos de susceptibilidad, se recomienda evaluar su influencia.
8 - 16	Media	Áreas consideradas no muy estables, no es recomendable plantear proyectos de infraestructura, sin medidas de estabilización y corrección del terreno.
16 - 35	Muy Alta	Áreas consideradas de alto riesgo a remociones, deslizamientos y avenidas torrenciales, debido a eventos sísmicos o por temporadas de precipitaciones altas. Es necesario contar con minuciosos estudios y medidas inmediatas de corrección, prevención y/o mitigación.
35 - >55	Muy Alta	Áreas consideradas de alto riesgo a remociones, deslizamientos y avenidas torrenciales, debido a eventos sísmicos o por temporadas de precipitaciones altas. Es necesario contar con minuciosos estudios y medidas inmediatas de corrección, prevención y/o mitigación.

Tabla 7.

Clasificación de Pendientes por Ocupación de Área

Pendiente (°)	Clasificación del Terreno	Áreas (ha)	Áreas (%)
0 - 2	Plano a casi plano	5	1,65
2 - 4	Suavemente Inclinado	1	0,33
4 - 8	Inclinado	3	0,99
8 - 16	Moderadamente Abrupto	52	17,16

16 - 35	Abrupto	193	63,69
35 - 55	Muy Abrupto	48	15,84
>55	Extremadamente Abrupto	1	0,33

9.2.1.4. Mapa de Hipsometría. Se elaboró el mapa de hipsometría con sus respectivas estadísticas generadas por el ráster. El análisis de este mapa facilito la zonificación de forma mucho más detallada de los componentes geomorfológicos, cabe resaltar, que la variación de las gamas de color que se usaron para cada sección de las distintas alturas ayudo para comprender e interpretar los resultados. (**ver apéndice H**).

Tabla 8.

Clasificación de las Diferentes Elevaciones por Ocupación del Área

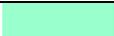
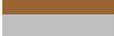
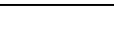
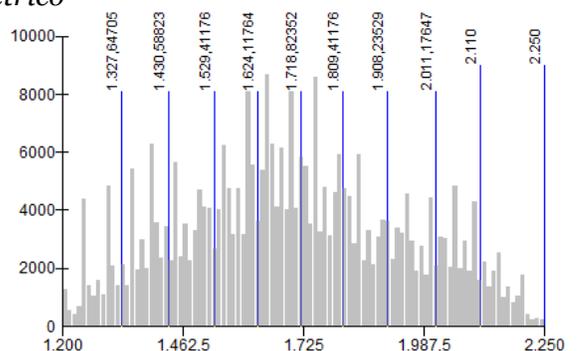
Elevación m.s.n.m.	Color	Áreas (ha)	Áreas (%)
1.200 - 1.327,647059		16	5,26
1.327,64706 - 1.430,588235		27	8,88
1.430,588236 - 1.529,411765		33	10,85
1.529,411766 - 1.624,117647		40	13,15
1.624,117648 - 1.718,823529		48	15,78
1.718,82353 - 1.809,411765		38	12,5
1.809,411766 - 1.908,235294		31	10,19
1.908,235295 - 2.011,176471		31	10,19
2.011,176472 - 2.110		25	8,22
2.110,000001 - 2.250		15	4,93

Figura 8.

Histograma Hipsométrico



Nota. Gráfico obtenido a partir de la información resultante del mapa hipsométrico

Tabla 9.

Estadísticas de Clasificación

Mínimo	Máximo	Media	Desviación Estándar
1200	2250	1698,931542	241,026156

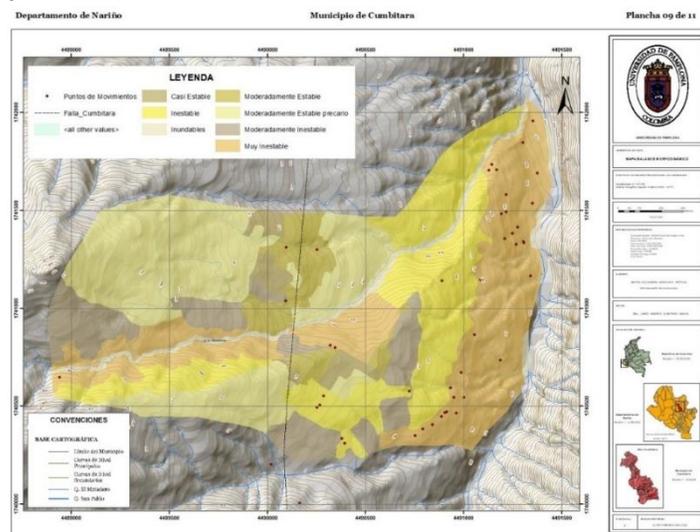
Nota. Tabla obtenida a partir de la información resultante del mapa hipsométrico

9.2.2 Morfodinámica

El dinamismo exógeno altera y modela las geformas procedentes de la zona de estudio, afines a la interacción entre los agentes como el agua, gravedad, aire y acción biológica, alterando su composición y estructura química, física y biológica abarcando de igual manera la erosión, meteorización y depositación. Los cuales han esculpido la superficie del terreno con un porcentaje de intensidad alto. Consecuencia de estos procesos de erosión y meteorización, presentes en el área sobresalen cimas moderadamente amplias convexas y con formas con tendencia a redondeadas, laderas cóncavas y convexas y se evidencian movimientos en masa como deslizamientos de detritos, bloques, traslacionales y rotacional, flujo de lodo, de tierra, de detritos y caídas de roca. En la **figura 9** se evidencian movimientos en masa y deslizamientos, en los sectores medios y bajos de las laderas y zonas de reptación en las partes superficiales de las laderas. Cabe resaltar, que los procesos de origen antrópico han sido de gran influencia en esta clase de movimientos por el emplazamiento de edificaciones, sobrepastoreo y el desarrollo de zonas de cultivos.

Figura 9.

Mapa de Balance Morfodinámico del Área de Estudio



Nota. El mapa de balance morfoodinámico del área de estudio se encuentra en mejor calidad en la parte final del trabajo. (ver apéndice J)

9.2.2.1. Deslizamientos. Aunque se espera que los deslizamientos ocurran con más frecuencia en la mayoría de las zonas susceptibles, en los análisis no se tiene en cuenta el tiempo de recurrencia. La susceptibilidad a deslizamientos incluye deslizamientos generados en la zona de estudio o así mismo pueden tener su fuente fuera de esta, estas descripciones dependen del tipo de movimiento en masa. Los movimientos de baja magnitud, se pueden describir en términos del número de deslizamiento por unidad de área por año, o el número de deslizamientos por km² /año. Sin embargo, las amenazas por movimientos en masa de gran magnitud, se pueden explicar en términos de posibilidad anual, para deslizamientos activos su probabilidad anual de movimiento sobrepasara a un intervalo determinado. En el apéndice M se encuentra la descripción de la amenaza incluye la localización, los tipos de movimientos y la su respectiva explicación básica, permitiendo el entendimiento de los procesos por deslizamiento para una futura planificación del uso del suelo, sus niveles de zonificación de susceptibilidad, riesgo y amenaza.

Las laderas que se contemplan en la zona de estudio presentan movimientos debajo de una masa de roca o suelo, en el cual la masa se desplaza a lo largo de una superficie de ruptura o sobre una zona delgada con intensos esfuerzos de corte se estima una intensidad alta de los movimientos potenciales y/o existentes, consecuencia de la segunda temporada de lluvias de los meses noviembre y diciembre, ya que los reportes están por encima de los valores históricos, estimando lluvias entre 10% y 50% por encima de la climatología de referencia según el IDEAM, sin descartar los eventos extremos de precipitaciones diarias significativas, que afectan la zona.

9.2.2.1.1. Deslizamiento Traslacional. La evaluación y la caracterización preliminar de sectores se encuentran especificados en el apéndice M, en los cuales hay presencia de deslizamientos; según Varnes (1978), Cruden y Varnes (1996) y Hungr et al. (2001), se clasifican como deslizamientos traslacionales, con pendientes acentuadas con rangos entre 35 a

60° (ver apéndice G), los factores controladores son las discontinuidades y el ambiente geológico. Ocupan alrededor de un 10% del área y se estima una intensidad, considerando como un factor detonante principal el aumento de las precipitaciones. Se generan debido a las vibraciones (maquinaria pesada), erosión por flujo de corrientes, y otros factores antrópicos que desestabilizan el terreno provocando desplazamientos de la masa sobre la superficie de ruptura, tanto onduladas como planares. Este tipo de deslizamientos se producen en depósitos cuaternarios tanto aluviales como coluviales, compuestos por: materiales finos, guijarros, cantos y bloques (basamento ígneo, grupo Dagua y Diabásico), en general presentan 35% de recubrimiento por vegetación. (**ver apéndice M**)

9.2.2.1.2 Deslizamiento Rotacional. De acuerdo a la evaluación en los sectores especificados en el apéndice M y la caracterización preliminar, en los cuales hay presencia de deslizamientos, según Varnes (1978), Cruden y Varnes (1996) y Hungr et al. (2001), se clasifican como deslizamientos rotacionales, con pendientes acentuadas, rangos entre 35 a 60° (**ver apéndice G**), los factores controladores en este caso son la morfología de las zonas y su litología (material blando). Están dispersos sobre toda el área, a los cuales se les estima intensidades entre altas a lentas aproximadamente, siendo el factor principal la segunda temporada de lluvias de los meses noviembre y diciembre, sin descartar los eventos extremos de precipitaciones diarias significativas, que actualmente afectan la zona de estudio.

Su origen se genera se debe a varios factores naturales y antrópicos que desestabilizan el terreno provocando desplazamientos de la masa sobre la superficie cóncava o curva de ruptura. Esta clase de fenómenos se originan a partir de depósitos, que se componen de: materiales finos, guijarros, cantos y bloques (basamento ígneo, grupo Dagua y Diabásico), en general presentan 35% de recubrimiento por vegetación. (**ver apéndice M**)

9.2.2.2. Caídas. Se identifican en los sectores especificados en la tabla de coordenadas y caracterización preliminar, clasificados según Varnes (1978), Cruden y Varnes (1996) y Hungr

et al. (2001). Las pendientes son pronunciadas con rangos entre 35 a 70° aproximadamente (**ver apéndice G**), el desarrollo de los procesos de alteración en la composición y estructura inicial de estas rocas ha ocasionado diaclasamiento y rotura que se produce a favor de los planos de discontinuidad que separan y originan el desprendimiento y descenso del material rocoso a lo largo de la superficie, con un bajo desplazamiento y velocidad de caída rápida (**ver apéndice M**), se producen en depósitos cuaternarios aluviales y coluviales y en los grupos Dagua y Diabásico que se encuentran muy deteriorados, el recubrimiento vegetal se presentan alrededor del 40%, en la mayoría de los casos.

Resultado de la deformación posiblemente se debe a excavaciones o construcción de estructuras sobre el macizo que generó la modificación de las condiciones originales, como consecuencia se evidencian las modificaciones y/o fracturamiento del medio rocoso.

9.2.2.3. Reptación. Se identifican procesos de reptación en los sectores especificados en apéndice de coordenadas y caracterización preliminar, se encuentran en pendientes variadas con rangos que oscilan entre los 20 a 75° aproximadamente. Se evidencian como movimientos extremadamente lentos del material superficial de los terrenos, estos están directamente relacionados con procesos de la variación de humedad en el suelo, debido a que el agua favorece a este fenómeno. El fenómeno se puede visualizar en casi toda el área de estudio, como se observa en el catálogo fotográfico. (**ver apéndice M**)

9.2.2.4. Flujos de Lodo (Mudflow). Estas masas se desplazan rápidamente con un gran contenido de agua por las laderas, con pendientes más abruptas, cabe recalcar, que estos flujos transitan por los antiguos cursos o canales del agua. En los depósitos aluviales y coluviales y el basamento ígneo, grupo Dagua y Diabásico en malas condiciones dan origen a este tipo de flujo, donde la cobertura vegetal se encuentra alrededor de un 20%. Sus características y catalogo fotográfico se encuentra en apéndice M, clasificadas según Varnes (1978), Cruden y Varnes (1996) y Hungr et al. (2001).

Esta clase de fenómenos se producen en el momento en que el suministro de agua en algunos de estos terrenos vulnerables y principalmente muy húmedos aumenta de manera inesperada. En estos casos los escenarios que ayudan a generarse los flujos de lodo son: 1) La deforestación o escasez de cobertura vegetal, 2) Taludes con pendientes entre moderadas a abruptas, 3) Macizos rocosos intensamente meteorizados, 4) Materiales no consolidados y 5) Afectación de los materiales por ser alimentados intermitentemente por abundantes cantidades de agua.

9.2.2.5. Flujo de Detritos. Estos movimientos clasificados según Varnes (1978), Cruden y Varnes (1996) y Hungr et al. (2001), se presentan como una masa, saturada en agua, que se compone de una mezcla de rocas, materiales finos y agua, encontrándose en un rango variado de pendientes entre 20 a 80°. El material es sólido se encuentra suspendido sobre el agua y se desliza a través de las pendientes debido a la fuerza de gravedad, usualmente tienen un avance rápido consecuencia de las intensas precipitaciones, de igual cuentan con una gran movilidad. **(ver apéndice M)**

9.2.2.6. Flujo de Tierra. La presencia de estos movimientos toma forma de material removido, usualmente las superficies de los deslizamientos de la masa no son muy evidentes, además son paralelas al terreno y generalmente se pueden observar por intervalos de tiempo cortos, al pie del flujo finaliza de manera lobulada y su velocidad se asimila como a la de un fluido viscoso a pequeña escala, que varía desde muy lentos a extremadamente rápidos o súbitos. Los flujos de tierra se combinan con los de lodo distinguiéndose por el porcentaje de agua y, por ende, la diferencia o variación de la fluidez del material sobre el área de interés. Los sectores que presentan estas características se pueden identificar en el apéndice M, clasificados según Varnes (1978), Cruden y Varnes (1996) y Hungr et al. (2001).

9.2.3 Elementos Geomorfológicos

9.2.3.1 Ambiente Denudacional.

9.2.3.1.1. Cima (Dcma). Esta unidad se localiza en el sector Noroeste, donde se encuentra el monumento histórico aproximadamente a 2100 m.s.n.m., sobre rocas del grupo Diabásico, formación geológica Kvs y depósitos cuaternarios; consiste en una superficie poco extensa suavemente convexa a plana, sus pendientes orientadas hacia al noreste que varían entre 0° a 35° de plano a moderadamente abrupto, con anchos entre 100 m a 70 m, limitadas por laderas suavemente inclinadas a abruptas, su origen corresponde a procesos de erosión intensa, meteorización, y algunos de origen antrópico debido al uso del terreno para la agricultura, ganadería y turismo. estas unidades geomorfológicas se presentan en un área del 0,8169% de la zona de estudio que corresponde a 5 ha. **(ver apéndice I-N)**

9.2.3.1.2. Lomo Denudado Bajo de Longitud Larga (Dldebl). Estas unidades geomorfológicas están ubicadas en distintas partes de la zona de estudio, presentando un área alrededor de 5,55% que corresponde a 34 ha. Estas geoformas se encuentran relacionadas con procesos de tipo denudativo, que modelan y por ende deterioran los macizos y el relieve; esta unidad presenta inclinaciones con rangos que oscilan entre 15° a 50° . Son superficies en declive que se encuentran representadas por lomos o lomeríos de bajo relieve, con cimas de forma redondeada y un poco alargadas. Cuenta con laderas que presentan longitudes variables que van desde moderadamente largas a largas. Además, se observan patrones de drenajes subparalelo. **(ver apéndice I-N)**

9.2.3.1.3. Escarpe de Erosión Mayor (Deem). Unidad geomorfológica presente en el sector Este con una elevación aproximada de 1.200 a 1.800 m.s.n.m., presente en rocas del grupo Dagua, formación (K2es) y depósitos cuaternarios aluviales y coluviales, presenta pendientes escarpadas a muy escarpadas orientadas al Noreste y Sureste con un rango entre 35°

a 65° clasificados como una ladera inclinada a abrupta, estas geoformas se forman debido a procesos intensos de erosión o socavación fluvial y flujo de detritos y rocas a través de un drenaje de cauce mayor, de igual manera a estos escarpes se asocian a los procesos tectónicos probablemente a la falla inferida Cumbitara que son factores que ayudan a los procesos denudacionales. Estos escarpes cuentan con una longitud larga, con formas rectas y eventualmente cóncavas y convexas, estas unidades geomorfológicas se presentan en un área del 9,477% de la zona de estudio que corresponde a 58 ha. **(ver apéndice I-N)**

9.2.3.1.4. Escarpe de Erosión Menor (Deeme). Unidad presente en el sector central con una elevación aproximada de 1500 a 1700 m.s.n.m., presente en rocas del grupo Dagua, formación (K2es) y depósitos cuaternarios aluviales y coluviales, presenta pendientes escarpadas a muy escarpadas orientadas al Este con un rango entre 25° a 55°, clasificados como una ladera abrupta o a desplome, donde su origen puede ser por distintas causas: por procesos gravitacionales, abrasión (acción de procesos hídricos) y/o tectónica. El flujo de las corrientes ha generado que estas geoformas presenten un modelamiento estrecho, alargado y sinuoso (cóncavas, convexas y rectas). Este elemento ocupa un área del 1,47% que corresponde a 9 ha. **(ver apéndice I-N)**

9.2.3.1.5. Ladera de Erosión (Dle). Estas unidades están ubicadas en varios sectores de la zona de estudio, presentando un área alrededor de 7,516% que corresponde a 46 ha, cuenta con una elevación aproximada de 1.200 a 1.800 m.s.n.m. Estas superficies presentan pendientes entre 15 a 65° aproximadamente, que se clasifican en inclinadas a escarpadas, que cuentan con longitudes moderadamente largas entre los 700 a 1000 m aproximadamente; estas unidades tienen formas entre convexas, cóncavas y sectores casi planos. Los procesos de erosión son intensos originando surcos, sobre rocas del grupo Dagua (K2es) y Diabásico (Kvs). En esta unidad se presentan patrones de drenajes sub-paralelos, donde prevalecen los procesos erosivos. **(ver apéndice I-N)**

9.2.3.1.6. Ladera Denudativa (Dld). Estas unidades están ubicadas en la parte Suroeste y central de la zona de estudio, presentando un área alrededor de 0,2287% que corresponde a 40 ha. Son laderas cortas y largas de 200 a 900 m longitud, que en su mayoría pertenecen a superficies de acumulación de material, generalmente se encuentran de formas convexas en las áreas de acumulación y cóncavos asociados a sectores con procesos activos de erosión y meteorización. Estos tipos de superficies exteriorizan inclinaciones aproximadamente de 20 a 65°, con un relieve clasificado entre inclinado a muy inclinado a abrupto. Consecuencia de la inclinación abrupta del relieve, son áreas de alta susceptibilidad a intensos procesos denudativos, además en algunos sectores se evidencian señales de antiguos movimientos. (**ver apéndice I-N**)

9.2.3.2. Ambiente fluvial. Estas geoformas son generadas debido a procesos de erosión y sedimentación, por las corrientes de agua asociadas a la quebrada El Matadero y la quebrada San Pablo.

9.2.3.2.1. Cauce Aluvial (Fca). Esta unidad se encuentra localizada de la quebrada el Matadero, con una elevación aproximada que recorre desde los 1200 a los 2100 m.s.n.m., presente en rocas del grupo Dagua, formación (K2es), grupo Diabásico, formación geológica Kvs y depósitos cuaternarios, debido a la corriente sobre los macizos rocosos que han generado y actualmente generan un proceso básico de erosión, esculpiendo y desplazándose dentro de las rocas menos resistentes. Sin embargo, en las rocas más resistentes, los canales son irregulares consecuencia del cambio de resistencia de las rocas. Además, las zonas presentan modelamiento del relieve considerable, que ha sido formado a partir de la sobre excavación de corrientes perennes.

La geodinámica externa es habitual en el sector, donde se pueden desplomes, socavamiento, deslizamientos (rotacionales y transnacionales), remoción de masas de suelos y rocas en casi todo el trayecto de las quebradas El Matadero y San Pablo. Estas quebradas se caracterizan por tener baja sinuosidad, pendientes bajas en rangos que oscilan entre los 0 y 8°

aproximadamente, domina la sedimentación de materiales medios a finos (y más localmente de gravas), y su sedimentación está ligada a la migración de los meandros. estas unidades geomorfológicas se presentan en un área del 0,653% de la zona de estudio que corresponde a 4 ha. (**ver apéndice I-N**)

9.2.3.2.2. Plano o Llanura de Inundación (Fpi). Esta unidad geomorfológica se encuentra localizada en las áreas inundables que se distribuyen tanto al margen derecho como izquierdo de las quebradas El Matadero y San Pablo, está asociada a rocas del grupo Dagua, formación (K2es), grupo Diabásico, formación geológica Kvs y depósitos cuaternarios de materiales transportados de las partes altas. Su génesis se debe a los procesos de sedimentación originados durante los eventos de inundación fluvial y torrencial.

Se caracterizan principalmente por ser bordes casi planos ubicados a ambos lados de las principales corrientes, morfología ondulada asociadas a eventos torrenciales, sus elevaciones aproximadas son de 1.200 a 1300 m.s.n.m. a comparación del relieve colindante, representando las zonas eventualmente inundables, sus pendientes son planas a inclinadas con rangos que oscilan entre los 0 y 15°. estas unidades geomorfológicas se presentan en un área del 0,163% de la zona de estudio que corresponde a 1 ha. (**ver apéndice I-N**)

9.2.3.3 Ambiente Estructural

9.2.3.3.1. Cerro Estructural (Sce). Estas unidades se encuentran localizados en la parte Noroeste, que cuenta con una elevación aproximada de 1.700 a 2.250 m.s.n.m. y se encuentra en un área alrededor de 10,62% que corresponde a 65 ha; son superficies de pendientes con rangos que oscilan entre los 20° a 60° aproximadamente. Estos elementos hacen referencia a una prominencia de la zona de estudio y cuenta con morfologías colinadas, donde sus laderas son muy largas y se delimitan por fallas, una de estas se encuentra localiza al Este de la geoforma, la falla Cumbitara, del mismo modo, por estos procesos de fallamiento se observa que el área está aislada de las otras zonas montañosas. Cabe resaltar, que estas unidades se

presentan en rocas del grupo Diabásico, formación Kvs y cuentan con patrones de drenaje subparalelo. (**ver apéndice I-N**)

9.2.3.3.2. Laderas Estructurales (Sle). Estas unidades se encuentran localizados en la parte Noreste, presentando un área alrededor de 1,47% que corresponde a 9 ha; son superficies de pendientes que oscilan entre los 20° a 65° aproximadamente, determinadas por planos preferenciales (estratificación, diaclasamiento entre otros) a favor de la pendiente. Las laderas son cortas a largas, estas no se asocian a ninguna estructura de prototipo regional. Cabe resaltar, que estas unidades se presentan en rocas del grupo Dagua, formación K2es. (**ver apéndice I-N**)

9.2.3.3.3. Espolón Moderado de Longitud Larga (Sesml). Estas unidades se encuentran localizados en la parte media y baja de la zona de interés, con prominencias de morfología alomada y laderas de distintas longitudes, que se presentan en un área de 24,67% aproximadamente; sus pendientes se clasifican de casi planas a inclinadas a abruptas y tienen rangos que oscilan entre los 25° a 65° aproximadamente con procesos denudativos intensos. Las geoformas se encuentran sobre rocas del grupo Dagua (K2es) y Diabásico (Kvs), dispuestas perpendicularmente al estilo estructural frecuente del municipio, delimitando por drenajes que son paralelos a subparalelos. (**ver apéndice I-N**)

9.2.3.4 Ambiente Antrópico

9.2.3.4.1. Suelo Urbano (Asurb). Esta unidad hace referencia al casco urbano de Cumbitara, pendientes en un rango que oscila entre los 2 a 35° aproximadamente y una elevación aproximada de 1530 a 1810 m.s.n.m., sobre rocas del grupo Dagua, formación (K2es), grupo Diabásico, formación Kvs, y depósitos cuaternarios, sin embargo, esta clase de suelos adyacente a estos grupos pertenecen a materiales heterogéneos consecuencia de los remanentes de las obras de construcción, prestos por los habitantes de la zona, debido al terraceo de laderas

y materiales de corte, dispuestos en áreas semiplanas o laderas con el objeto de ajustar el terreno para la edificación y suavizar su topografía.

Estos eventos de procedencia Antrópica en la zona de estudio se relacionan con las alteraciones por trabajos agrícolas, ganaderos y los emplazamientos (edificaciones e infraestructura) que se encuentran en riesgo debido a las pendientes y materiales del sector, además debido a los residuos sólidos y vertimiento de aguas residuales al cauce de las quebradas, generan sobrecarga hídrica en épocas de precipitaciones intensas, causando inundaciones y desbordes. estas unidades geomorfológicas se presentan en un área del 4,901% de la zona de estudio que corresponde a 30 ha. (ver apéndice I-N)

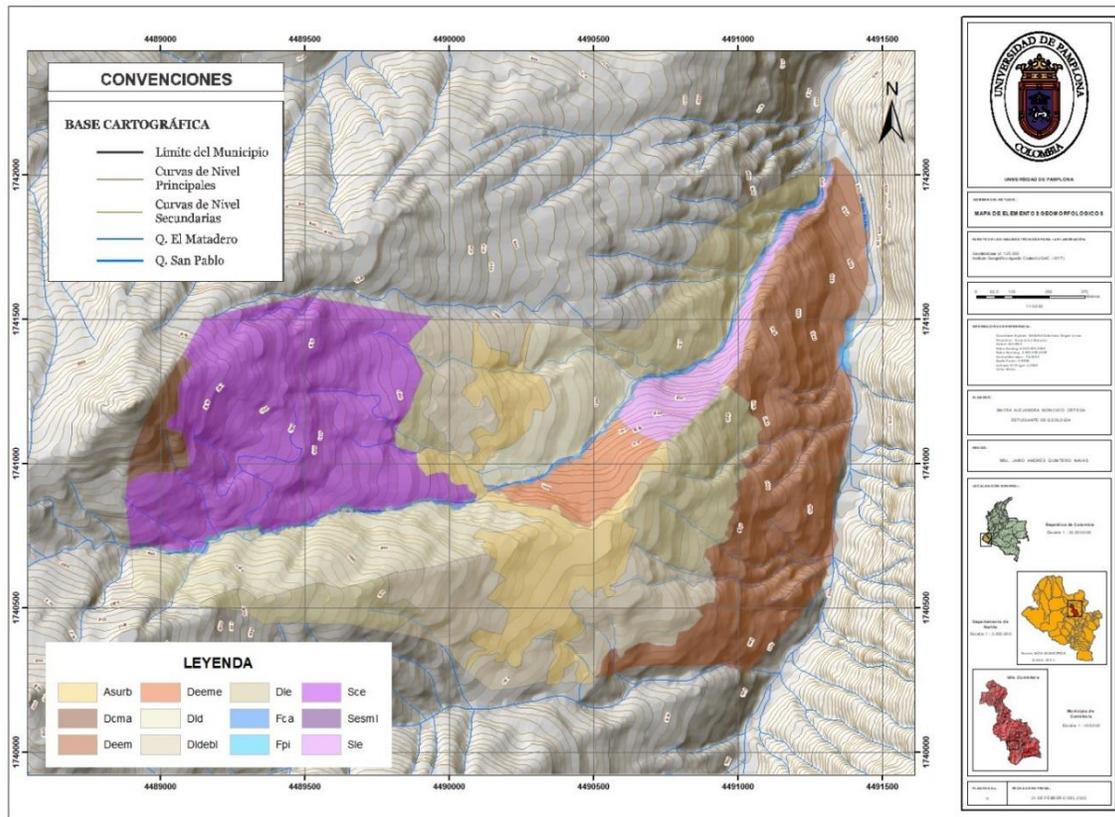
Figura 10.

Mapa de Elementos Geomorfológicos del Área de Estudio

Departamento de Nariño

Municipio de Cumbitara

Plancha 11 de 11



Nota. El mapa de elementos geomorfológicos del área de estudio se encuentra en mejor calidad en la parte final del trabajo. (ver apéndice k)

9.3 Unidades de geología para Ingeniería

Se determinaron ocho UGI (**ver Tabla 10 y apéndice L**), que corresponden a la acumulación, depositación y transporte de sedimentos, debido a la acción de agentes como el agua, viento y la gravedad. Estas unidades corresponden a suelos de llenos mixtos (0,628 ha), suelo de llenos de escombros (43,3189 ha), suelo de cauce activo (24,940 ha), suelo transporte de flujo torrencial (11,794 ha), rocas intermedias (14,858 ha), rocas blandas (22,815 ha), suelo residual (56,875 ha) y suelo coluvial (126,251 ha).

Tabla 10.

Unidades geológicas para la ingeniería en la zona de estudio por ocupación de área

UGI	Acrónimo	Área (ha)	Área (%)
Suelo de Llenos Mixtos	Salm	0,628545	0,208484559
Suelo de Llenos de Escombros	Sale	43,318905	14,36861772
Suelo de cauce activo	Stfca	24,94035	8,272562639
Suelo transporte de flujo torrencial	Stft	11,794028	3,912007465
Rocas Intermedias	Ria	14,858481	4,928467916
Rocas Blandas	Rbl	22,815094	7,567628129
Suelo residual	Sra	56,875637	18,8653034
Suelo coluvial	Sco	126,251718	41,87692817

9.3.1 Rocas Intermedias (Ria)

Está compuesta por rocas con una resistencia moderada, moderadamente cementadas con estratificación normal, paralela y laminación paralela fina, moderadamente fracturados, alterados. Esta unidad está compuesta por andesitas porfiríticas, esquistos, metareniscas, areniscas, con tamaños de grano entre fino a medio de tonalidades oscuras, cherts gris oscuro, en algunas zonas limolitas. Contienen los siguientes minerales: cuarzo, plagioclasa, piritita, moscovita, biotita, piroxenos además de fragmentos de roca; se intercalan ocasionalmente capas lutitas negras, esporádicamente se encuentran cubiertas por suelos de tipo residual con espesores bajos y la vegetación se presentan en un bajo porcentaje.

9.3.2 Rocas Blandas (Rbl)

Rocas con muy alto fracturamiento, entre tres y cuatro familias de discontinuidades resistencia de baja a muy baja, alto grado de meteorización y erosión, muy frágiles, laminaciones

finas y difusas en algunos sectores, físilas, y poco cementadas. Estas unidades se componen de arcillolitas limosas color marrón amarillento, con laminada muy fina, físil, cherts grises oscuros con fracturamiento concoidal, areniscas de grano muy fino, pizarras, filitas, andesitas y concreciones muy alteradas. En ciertos sectores abundan las intercalaciones de capas delgadas de lutitas negras, muy deterioradas, además se presentan rocas trituradas debido a los fracturamientos. Del mismo modo se desarrollan manchas rojizas consecuencia de la oxidación, suelos delgados de tipo residual en la parte superior y presencia de vegetación en un alto porcentaje.

Figura 11.

Rocas Blandas localizados en la vía Cumbitara – Remolino



9.3.3 Suelo de Llenos Mixtos (Salm)

Son lugares de acumulación materiales heterogéneos dispuestos caóticamente sobre sectores de laderas que se han modelado de manera aplanada, por las entidades responsables de la construcción de estas zonas. Donde están depositados residuos tanto sólidos, orgánicos e inorgánicos como escombros, los cuales están dispersados y compactados, con el objetivo de reemplazar, combinar y rellenar estos suelos lo que constituye el actual relleno sanitario. Esta clase de suelos cuenta con permeabilidad media, con una matriz muy plástica de compacidad media a suelta, los cantos presentan formas semiangulosos a redondeados, en general, en el área se observan agrietamientos y saturación de agua.

Corresponden a suelos limo areno-arcillosa (MS-CH) clasificados según la paleta de colores de Munsell como 10YR 5/3 (marrón), con la siguiente composición granulométrica: Guijarros 2%, Gravas 3%, Arenas 30%, limos 40% y Arcillas 25%.

Figura 12.

Suelo clasificado como de llenos mixtos localizado en el relleno sanitario



9.3.4 Suelo de Llenos de Escombros (Sale)

Están comprendidos por materiales heterogéneos originados para obras ingenieriles, que se encuentran dispuestos a lo largo de las laderas o los sectores semiplanos, estos terrenos se adaptaron para la construcción de las viviendas y suavizar la topografía para la expansión, producción y sustento de los pobladores. En general estas unidades cuentan con materiales de diferentes tamaños como gravas, arena y arcilla, resultado de los residuos de las obras de construcción.

Se clasifican con el nombre de suelos limo arcillosos (SM-CL) que según la paleta de colores de Munsell corresponde a el tono 5YR 6/8 (amarillo rojizo), con la siguiente clasificación granulométrica: Guijarros 4%, Gravas 6%, Arenas 40%, limos 35% y Arcillas 15%, donde los materiales se encuentran dispuestos de manera caótica, de formas angulosas, matriz entre plástica a poco plástica de consistencias firmes a blandas, son suelos húmedos con permeabilidad media; usualmente compactados para ser aprovechados para las obras.

Figura 13.

Suelo de Llenos de Escombros localizados en la cabecera municipal de Cumbitara

**9.3.5 Suelo de cauce activo (Stfca)**

Se localiza en áreas de pendiente baja, por ende, son materiales poco consolidados que se encuentran localizados a lo largo del cauce y son transportados y depositados por las quebradas El Matadero y San Pablo. Estos depósitos son pobremente sorteados, compuestos por distintos tamaños tanto de rocas ígneas (andesitas, diabasas y fragmentos de lava), rocas metamórficas (pizarras, metareniscas, esquistos y filitas) y rocas sedimentarias (chert, limolitas y areniscas), de formas semiangulosos a redondeados, constantemente son trasladados de un lugar a otro dependiendo de sus tamaños, formas y espesores. Tienen una matriz entre plástica a poco plástica de arenas finas a gruesas, limos y arcillas, en distintas proporciones dependiendo del sector que atraviese la vertiente, estos suelos están entre húmedos a saturados, comprendidos por Guijarros 10%, Gravas 20%, Arenas 30%, limos 20% y Arcillas 20%, clasificados con el nombre de areno limo-arcillosos (SM-CL) de color amarillo código 10YR 7/8 según la paleta de colores de Munsell.

Figura 14.*Suelo de cauce activo de la Quebrada El Matadero***9.3.6 Suelo coluvial (Sco)**

Cuentan con texturas y composiciones variadas, moderadamente compactos, heterogéneos, arcillosos, con areniscas y limolitas, además de gravas de formas angulares a subangulares, algunos sectores presentan agrietamientos y materiales sueltos. Se caracterizan por ser matriz soportados, presentar permeabilidad media, matriz poco plástica a plástica de consistencia firme a blanda, en estado húmedo a saturado.

Estos suelos se clasifican con el nombre de arena limo-arcillosos (SM-CL), con la siguiente granulometría: Guijarros 1%, Gravas 2%, Arenas 35%, limos 37% y Arcillas 25%, pueden estar activos (zona este) o inactivos (zona oeste) transportados por efectos de la gravedad, como los movimientos en masa (flujos, desprendimientos, caídas) y usualmente también por agua.

9.3.7 Suelo transporte de flujo torrencial (Stft)

Originados por el transporte y depositación a gran escala durante el flujo de detritos, algunos sectores presentan agrietamientos, en la mayoría de casos son depósitos antiguos, estos materiales se depositaron en escenarios de alta energía, sin embargo, en la parte sureste específicamente en el relleno sanitario se produjo un evento de estas características debido a las elevadas precipitaciones en los últimos meses del 2021. Las unidades cuentan con una permeabilidad media, son matriz soportados limo-arcillosos con arenas y gravas, conformados por cantos y fragmentos de lavas, metalimolitas, y andesitas, con formas semiangulosos a redondeados, dispuestos caóticamente en una matriz muy plástica, algunos cantos presentan un alto grado de meteorización en superficie, conservando la dureza en el núcleo.

Son suelos heterogéneos que están entre húmedos a saturados, con una matriz de compacidad media a suelta, que se clasifican con el nombre de limo arcillo-arenosos (MC-CH) de color marrón, según la paleta de colores de Munsell corresponde a 10YR 5/3, de la siguiente composición granulométrica: Guijarros 5%, Gravas 9%, Arenas 30%, limos 38% y Arcillas 18%.

Figura 15.

Suelo transporte de flujo torrencial reciente ubicado en el sector de San Pablo



9.3.8 9.3.8 Suelo residual (Sra)

Suelo residual matriz-soportado, es medianamente plástico con una permeabilidad de grado intermedio, con un porcentaje de matriz de 84% compuesta por granos de tamaño arena fina (34%) y arcilla (50%) y un 16% clastos, de tonalidades grisáceos oscuras, subangulares a subredondeados, con meteorización alta, que cuenta con una composición mineralógica que

corresponde a cuarzo, feldespato y óxidos de hierro. El suelo es de color marrón oscuro, se encuentra en condiciones muy húmedas, se presentan agrietamientos.

9.4 Generación de Alertas Tempranas Para la Cabecera Municipal de Cumbitara

Debido a la naturaleza geológica, estructural y geomorfológica de la zona donde se ha establecido la construcción de la cabecera municipal de Cumbitara, consecuencia de lo anterior se han generado avenidas torrenciales, deslizamientos y remoción en masa que al desprenderse causan un riesgo latente y generan vulnerabilidad para los habitantes, edificaciones e infraestructuras del sector. Al no presentarse técnicas y métodos que sean aptos y eficaces para activar un sistema de alerta temprana actualmente, cuando se origina el fenómeno, es indispensable que el municipio tenga un acceso a un sistema de monitoreo, permitiendo concretar un plan de alerta practico que permita anticiparse al fenómeno, proporcionando la posibilidad de respuesta temprana por parte de los entes encargados y de igual manera de la comunidad.

10. Conclusiones

En las áreas de deslizamientos y desprendimientos de la cabecera municipal están enmarcados geológicamente por rocas de los grupos Dagua y Diabásico en condiciones de alto deterioro y depósitos Cuaternarios de tipo aluvial y coluvial, con aspectos variables, presentando problemas de friabilidad de alta a muy alta con el contacto con el agua y desfavorece a las condiciones de estabilidad del terreno. Desde el punto de vista estructural Cumbitara presenta un alto grado amenaza, ya que se encuentra la falla de Cumbitara al Oeste de la zona, que puede tener gran incidencia en los desprendimientos.

El área de estudio se encuentra enmarcada dentro de un relieve geomorfológico, como anteriormente se nombró, estructuralmente se encuentra la falla Cumbitara, en la parte Denudacional, sus geoformas se originan por la acción combinada de procesos de erosión, meteorización y transporte tanto pluvial como gravitacional, por ende, se suelen presentar

problemas de estabilidad o fenómenos de remoción en masa. Cabe recalcar que los procesos geomorfológicos son cambiantes y avanzan gradualmente en el transcurso del tiempo geológico, lo que hace necesario ejecutar medidas de prevención y mitigación de los eventos que se puedan originar y afecten la estabilidad del municipio.

Teniendo en cuenta lo observado en la zona se puede determinar que, los taludes tienen, pendientes que oscilan entre 15 a 85°, con problemas de saturación de aguas, se catalogan con un nivel de riesgo de medio a alto debido a la presencia de eventos de remoción en masa en los sectores de los deslizamientos. De acuerdo a lo anterior para la estabilidad de taludes, es importante complementar tratamientos especiales de drenaje, para mitigar el proceso de inestabilidad por saturación y garantizar la estabilidad de la zona.

Las causas primordiales que contribuyeron en el origen de los deslizamiento, son: 1) el inadecuado manejo de las aguas superficiales y subsuperficiales, lo cual ocasiona el aumento de la presión de los poros, lo que genera la aceleración del progreso del deslizamiento en los sectores, 2) el componente antrópico ha ocasionado la alteración progresiva en el uso del suelo, la deforestación, los cultivos excesivos en áreas vulnerables o colindantes a los deslizamientos y las intensas precipitaciones que se están presentando en la actualidad en el municipio. Se concluye que los detonantes son debido a la geología predominante en la zona, la geomorfológica por su abrupto relieve, estructura y su clima cambiante, lo anterior no compensa ninguna posición de estabilidad, donde se pueden deducir movimientos reptacionales y factibles deslizamientos a corto y mediano plazo.

Es necesario que, para un inventario por movimientos en masa, y zonificación de susceptibilidad, riesgo y amenaza se posea un previo conocimiento a detalle de los procesos que actúan generando los deslizamientos. Lo previo está comprendido por la geología, geomorfología, hidrología y mecanismos de deslizamiento en roca y suelo. Del mismo modo es esencial que se establezca información geotécnica competente con relación a taludes

permitiendo una mejor comprensión de los mecanismos de falla que influyen desfavorablemente en las rocas y suelos.

11. Referencias Bibliográficas

- Acuña, L., García, C. (2017). Caracterización geológica-geotécnica del tramo I de la carretera Comején-Waslala” (Matagalpa-RACN). Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua, Managua. <https://repositorio.unan.edu.ni/9840/1/98915.pdf>.
- ANLA. 2021. [online] Disponible en: https://www.anla.gov.co/documentos/ciudadania/03_partic_ciudadana/aud-pub/EIA/cor15/Capitulo5/5.1.1%20Medio%20Abiotico/5.1.7%20Geotecnia/Capitulo%205.1.7%20Geotecnia_Vo.pdf.
- Camacho, T., Piscioti, O., Barrera, S. (2015). Estudio geológico, geotécnico, geomorfológico, geológico y de estabilidad de taludes para el talud ubicado en el barrio la trinidad en el municipio de Floridablanca- Santander. Universidad de Santander. <https://repositorio.udes.edu.co/bitstream/001/2939/1/Estudio%20geol%C3%B3gico%20C%20geot%C3%A9cnico%20C%20geomorfol%C3%B3gico%20C%20geol%C3%B3gico%20y%20de%20estabilidad%20de%20taludes%20para%20el%20talud%20ubicado%20en%20el%20barrio%20la%20trinidad%20en%20el%20municipio%20de%20Floridablanca%20-%20Santander.pdf>
- Carvajal, J. Caracterización de la metodología geomorfológica. INGEOMINAS. <http://recordcenter.sgc.gov.co/B5/13010100023124/documento/PDF/metodolog%C3%ADa.pdf>.
- Consejo Municipal de Gestión del Riesgo de Desastres CMGRD. (2015). Plan municipal de gestión del riesgo de desastres municipio de Cumbitara. https://repositorio.gestiondelriesgo.gov.co/bitstream/handle/20.500.11762/28562/PMGRD_CumbitaraNari%C3%B1o_2015.pdf?sequence=2&isAllowed=y
- Espinoza, L., Balderas, M., y Cabadas, H. (2014). Caracterización geomorfológica del área natural protegida nevado de Toluca: complejo de volcanes nevado de Toluca y san Antonio. Ciencia UAT. <http://www.scielo.org.mx/pdf/cuat/v9n1/2007-7858-cuat-9-01-00006.pdf>
- Flores, D., Suvires, G., Dalmaso, A. (2015). Análisis geomorfológico como base para el estudio de la vegetación nativa: Sierra Chica de Zonda, precordillera Oriental. Universidad de la Rioja. Doi: 10.18172/cig.2710

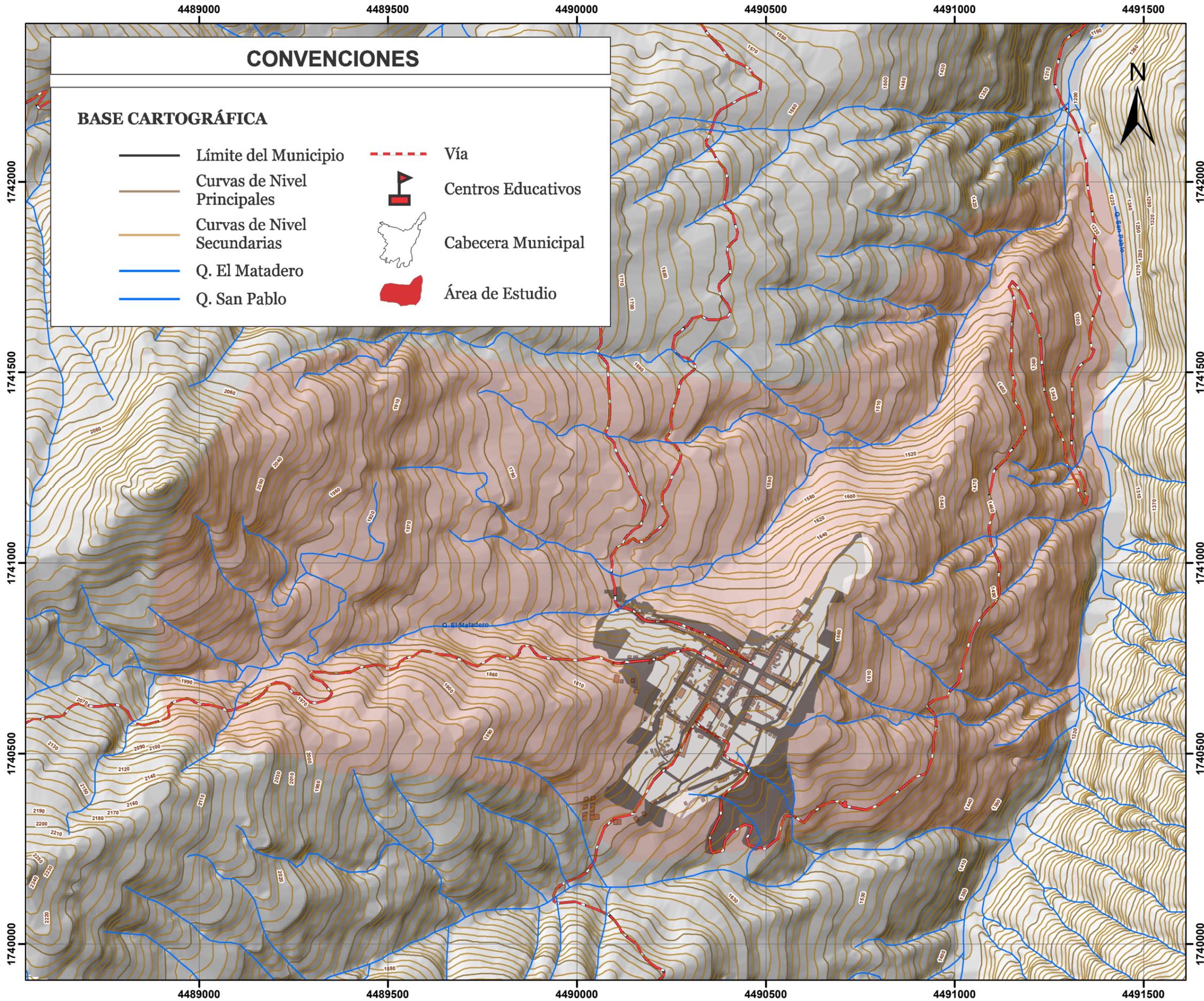
- Furrier, M. (2018). Caracterización Geomorfológica como Propuesta para la Planificación Ambiental y Territorial. Un Ejemplo de Aplicación en Brasil con Perspectiva de Aplicación en Costa Rica. Redalyc. <https://www.redalyc.org/journal/4517/451755941008/451755941008.pdf>
- Moreno, J. 2016. Evaluación geológica, geomorfológica y geotécnica para determinación de amenazas y generación de alertas temprana en el municipio de Santa María en la jurisdicción de la corporación autónoma regional de Chivor (Corpochivor). Universidad pedagógica y tecnológica de Colombia. TGT-379.pdf
- Furrier, M., Vargas-Cuervo, G. & Moncada, C.C. Caracterización y mapeo geomofológico de Cartagena de Indias y adyacencias. Boletín de Ciencias de la Tierra, (41), 5-14, 2017. <https://www.redalyc.org/pdf/1695/169549698001.pdf>
- Muñoz, C., Corredor, A. Caracterización geológica, geotécnica y geomorfológica para la sectorización por tramos homogéneos. Caso de estudio: 19,7 km de la carretera que comunica al municipio de Anorí con la vereda Alto De La primavera, Antioquia. Universidad EAFIT. https://repository.eafit.edu.co/bitstream/handle/10784/13707/CarlosDaniel_MunozSanchez_AndreaPaola_CorredorBravo_2018.pdf?sequence=2&isAllowed=y
- Vázquez, G., Gonzalez, R. (2020). Caracterización geológica, geomorfológica y geodinámica de la quebrada Calispuquio, distrito, provincia y región Cajamarca. 19 (1-2) 2020: 95-107
- Velázquez, J. (2017). Caracterización Geomorfológica para la Estimación General de Riesgo de Inundación en el Municipio de Tlacotalpan Veracruz. Universidad Autónoma de México. http://ri.uaemex.mx/bitstream/handle/20.500.11799/69492/Vel%E1zquez_Palomares_Jackeline_LGE.pdf;jsessionid=932B7F74223D4DCBDD399C44EBC4468B?sequence=1
- Veloza, W. (2017). Estudio de vulnerabilidad física como pauta para la gestión del riesgo en Macanal, Boyacá. Universidad de Ciencias Aplicadas y Ambientales. <https://repository.udca.edu.co/bitstream/handle/11158/788/Proyecto%20de%20Investigacion-%20METINV.pdf;jsessionid=87C93Co7D94D2ED840CAFF221C77D172?sequence=1>
- Esri. (2016). Función de curvatura. ArcGIS for Desktop. Recuperado de: <https://desktop.arcgis.com/es/arcmap/10.3/manage-data/raster-and-images/curvature-function.htm>.
- El blog de Franz. (2011). Crear un mapa de pendientes en ArcGIS 10. ArcGeek. Recuperado de: <https://acolita.com/como-crear-mapa-de-pendientes-en-arcgis-10/>.



Gis&Beers. (2019). Creación de mapas de sombras hillshade. Recuperado de:
<http://www.gisandbeers.com/creacion-mapas-sombras-hillshade/>.

Esri. Función Sombreado. ArcGIS Pro. Recuperado de: <https://pro.arcgis.com/es/pro-app/latest/help/analysis/raster-functions/hillshade-function.htm#>





CONVENCIONES

BASE CARTOGRÁFICA

- Límite del Municipio
- Curvas de Nivel Principales
- Curvas de Nivel Secundarias
- Q. El Matadero
- Q. San Pablo
- Vía
- Centros Educativos
- Cabecera Municipal
- Área de Estudio



UNIVERSIDAD DE PAMPLONA

NOMBRE DEL ESTUDIO:
MAPA TOPOGRÁFICO

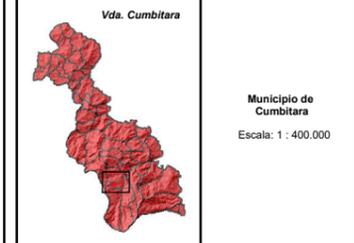
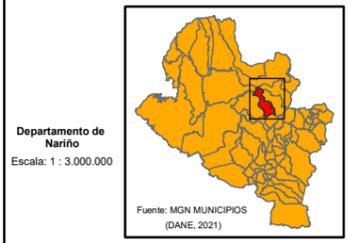
FUENTE DE LOS INSUMOS TÉCNICOS PARA LA ELABORACIÓN:
Geodatabase v2 1:25.000
Instituto Geográfico Agustín Codazzi (IGAC - 2017)



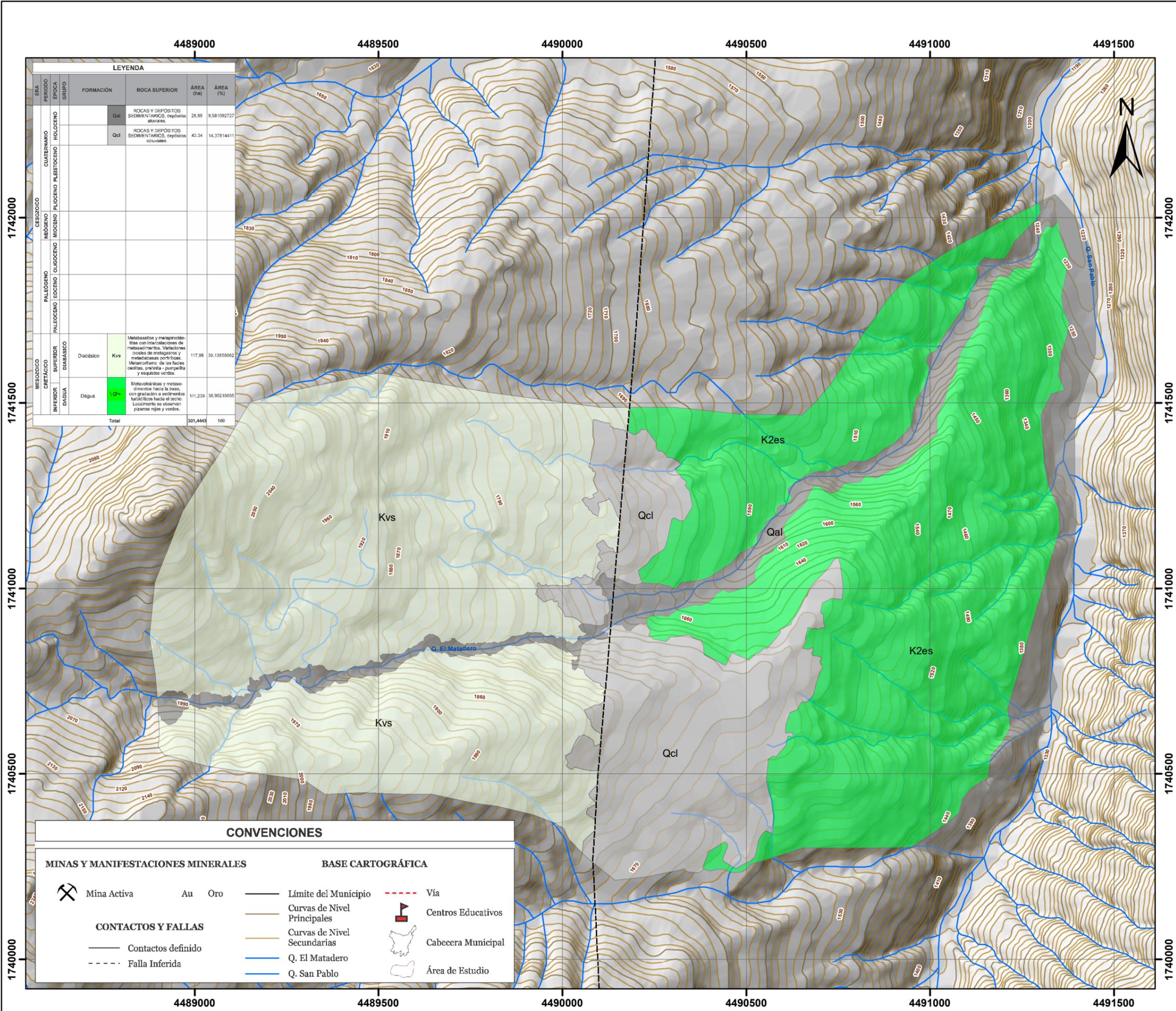
INFORMACIÓN DE REFERENCIA:
Coordinate System: MAGNA Colombia Origen Unico
Projection: Transverse Mercator
Datum: MAGNA
False Easting: 5.000.000,0000
False Northing: 2.000.000,0000
Central Meridian: -73,0000
Scale Factor: 0,9992
Latitude Of Origin: 4,0000
Units: Meter

ELABORÓ:
MAYRA ALEJANDRA MONCAYO ORTEGA
ESTUDIANTE DE GEOLOGÍA

REVISÓ:
MSc. JAIRO ANDRÉS QUINTERO NAVAS



PLANCHA No. 1 FECHA DE ENTREGA: 24 DE FEBRERO DEL 2022



LEYENDA				FORMACIÓN	ROCA SUPERIOR	ÁREA (ha)	ÁREA (%)
ERA PERIODO EPOCA GRUPO	CUATERNARIO	PLEISTOCENO	HOLOCENO	Qal	ROCAS Y DEPÓSITOS SEDIMENTARIOS, depósitos aluviales.	25,88	9,581092727
				Qcl	ROCAS Y DEPÓSITOS SEDIMENTARIOS, depósitos coluviales.	43,34	14,37814411
MESOZOICO	CRETACEO	SUPERIOR	DIBASICO	Kvs	Metabasitos y metapropilitas con intercalaciones de metasedimentos. Variaciones locales de metagranitos y metatolitas porfíricos. Metarconformito de las facies esquistas, pánfilita - pumpilla y esquistos verdes.	117,98	39,13859602
				Dagua	Metavolcánicas y metasedimentarias hacia la base, con gradación a sedimentos turbidíticos hacia el techo. Locamente se observan pizarras rojas y verdes.	111,230	36,90216695
Total						301,4443	100

MINAS Y MANIFESTACIONES MINERALES		BASE CARTOGRÁFICA	
	Mina Activa		Límite del Municipio
Au Oro			Curvas de Nivel Principales
	CONTACTOS Y FALLAS		Curvas de Nivel Secundarias
	Contactos definido		Q. El Matadero
	Falla Inferida		Q. San Pablo
			Via
			Centros Educativos
			Cabecera Municipal
			Área de Estudio



UNIVERSIDAD DE PAMPLONA

NOMBRE DEL ESTUDIO:
MAPA GEOLÓGICO

FUENTE DE LOS INSUMOS TÉCNICOS PARA LA ELABORACIÓN:
Geodatabase v2 1:25.000
Instituto Geográfico Agustín Codazzi (IGAC - 2017)

ESCALA:
0 160 320 640 960 Metros
Escala: 1:25.000

INFORMACIÓN DE REFERENCIA:
Coordinate System: MAGNA Colombia Origen Unico
Proyeccion: Transverse Mercator
Datum: MAGNA
False Easting: 5.000.000,0000
False Northing: 2.000.000,0000
Central Meridian: -73,0000
Scale Factor: 0,9992
Latitude Of Origin: 4,0000
Units: Meter

ELABORÓ:
MAYRA ALEJANDRA MONCAYO ORTEGA
ESTUDIANTE DE GEOLOGÍA

REVISÓ:
MSc. JAIRO ANDRÉS QUINTERO NAVAS

LOCALIZACIÓN GENERAL:



República de Colombia
Escala: 1 : 30.000.000

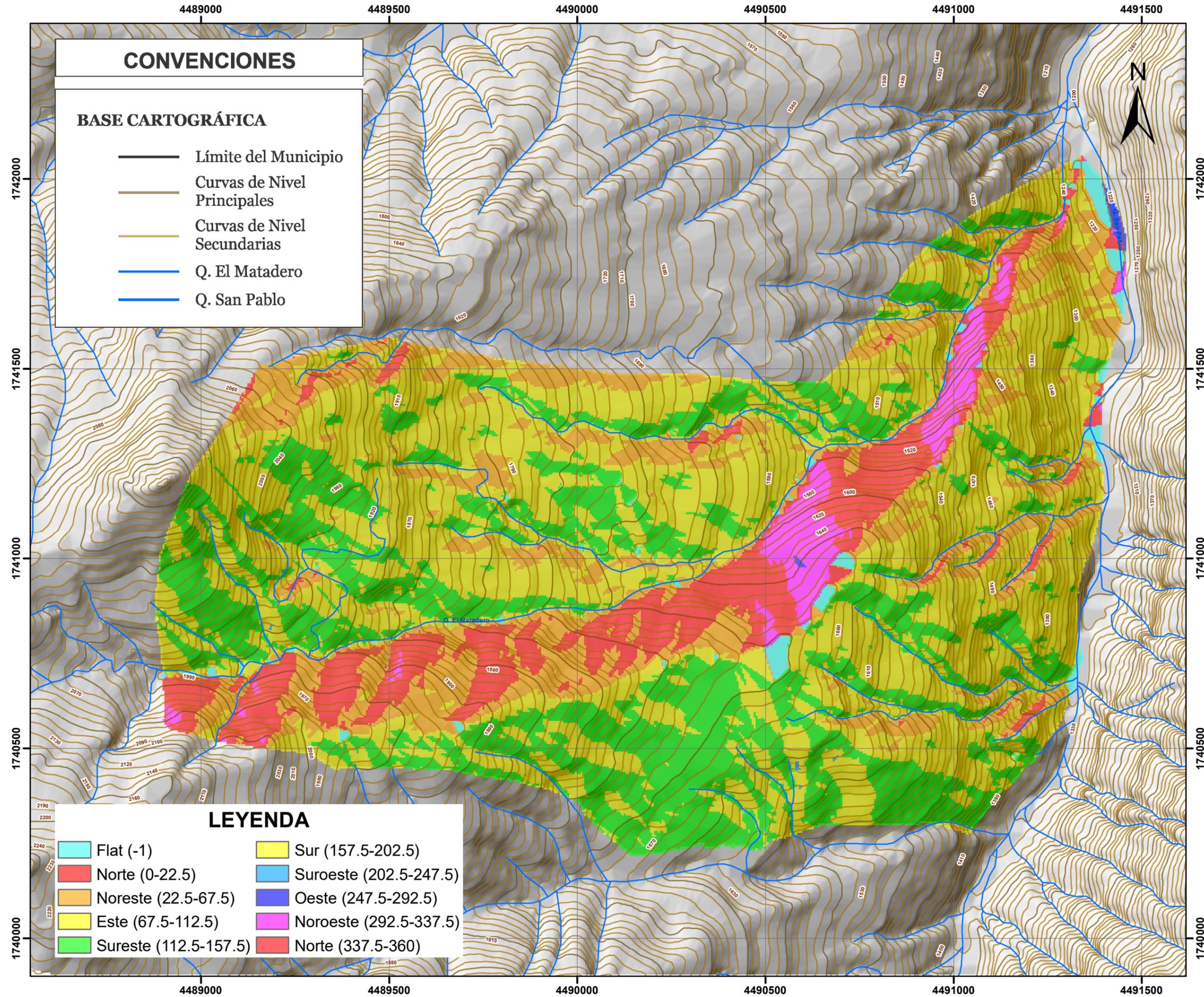


Departamento de Nariño
Escala: 1 : 3.000.000



Vda. Cumbitara
Municipio de Cumbitara
Escala: 1 : 400.000

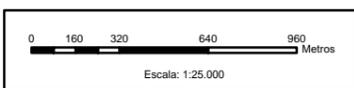
PLANCHA No.: 02 **FECHA DE ENTREGA:** 24 DE FEBRERO DEL 2022



UNIVERSIDAD DE PAMPLONA

NOMBRE DEL ESTUDIO:
MAPA DE ORIENTACIONES

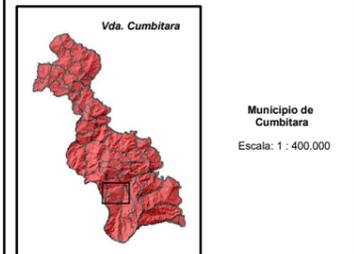
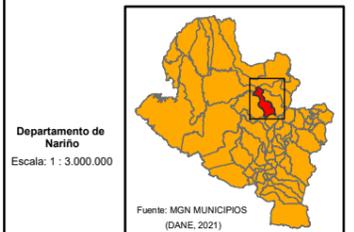
FUENTE DE LOS INSUMOS TÉCNICOS PARA LA ELABORACIÓN:
Geodatabase v2 1:25.000
Instituto Geográfico Agustín Codazzi (IGAC - 2017)



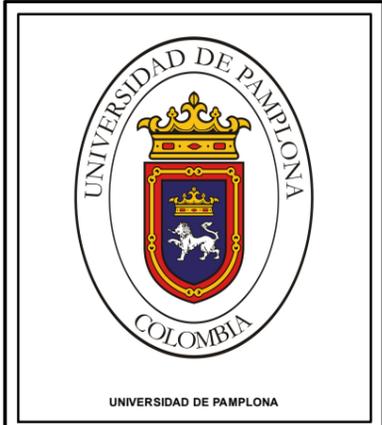
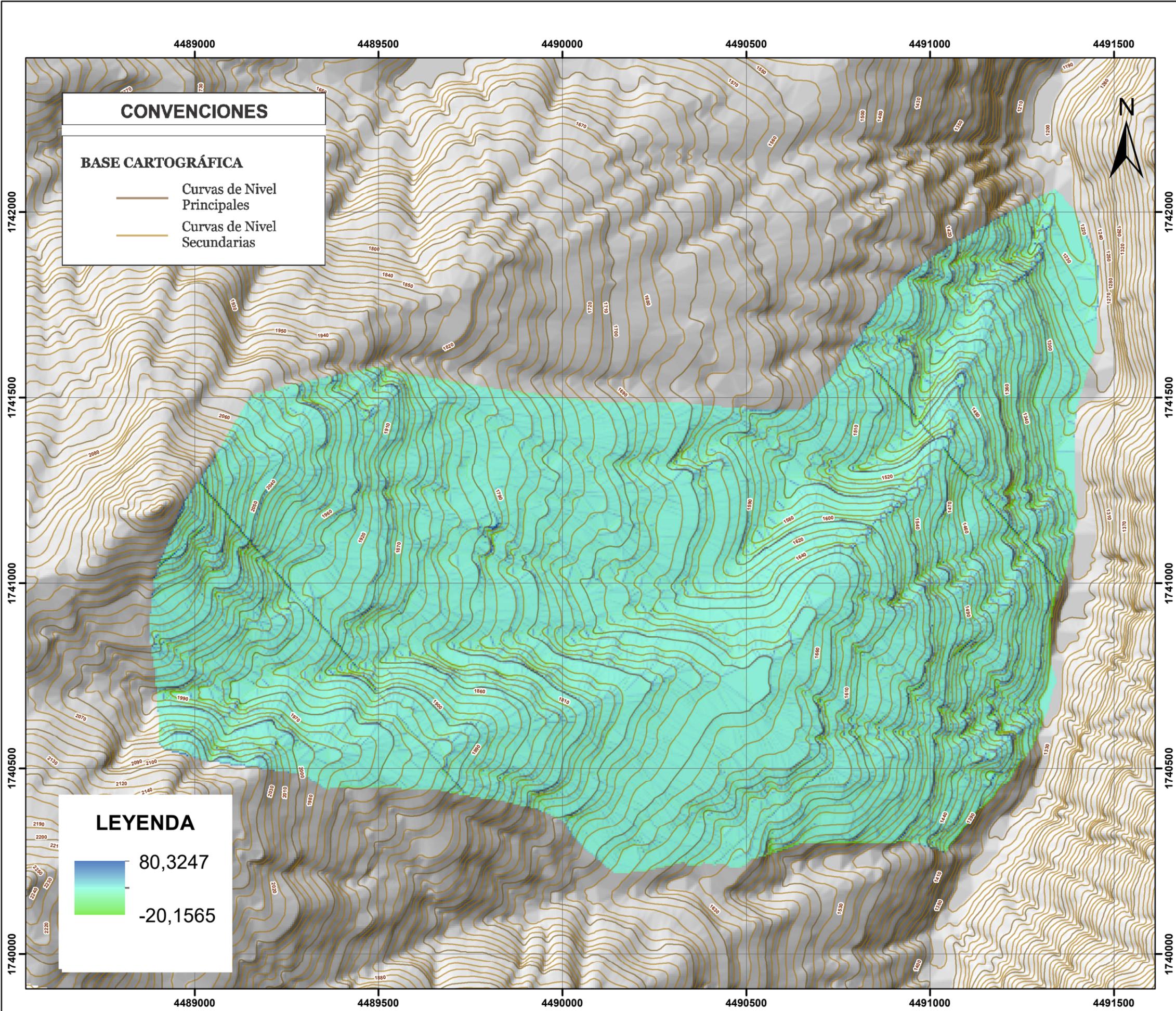
INFORMACIÓN DE REFERENCIA:
Coordinate System: MAGNA Colombia Origen Unico
Projection: Transverse Mercator
Datum: MAGNA
False Easting: 5,000,000.0000
False Northing: 2,000,000.0000
Central Meridian: -73,0000
Scale Factor: 0.9992
Latitude Of Origin: 4,0000
Units: Meter

ELABORÓ:
MAYRA ALEJANDRA MONCAYO ORTEGA
ESTUDIANTE DE GEOLOGÍA

REVISÓ:
MSc. JAIRO ANDRÉS QUINTERO NAVAS

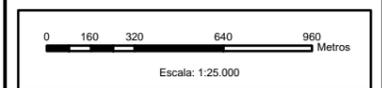


PLANCHA No. 3
FECHA DE ENTREGA: 24 DE FEBRERO DEL 2022



NOMBRE DEL ESTUDIO:
MAPA DE CURVATURA

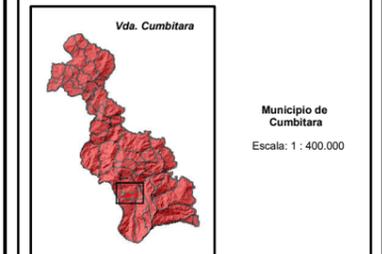
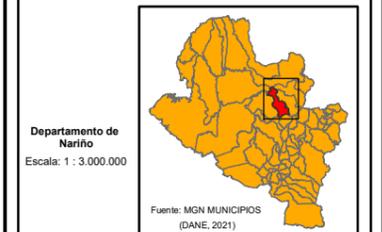
FUENTE DE LOS INSUMOS TÉCNICOS PARA LA ELABORACIÓN:
Geodatabase v2 1:25.000
Instituto Geográfico Agustín Codazzi (IGAC - 2017)



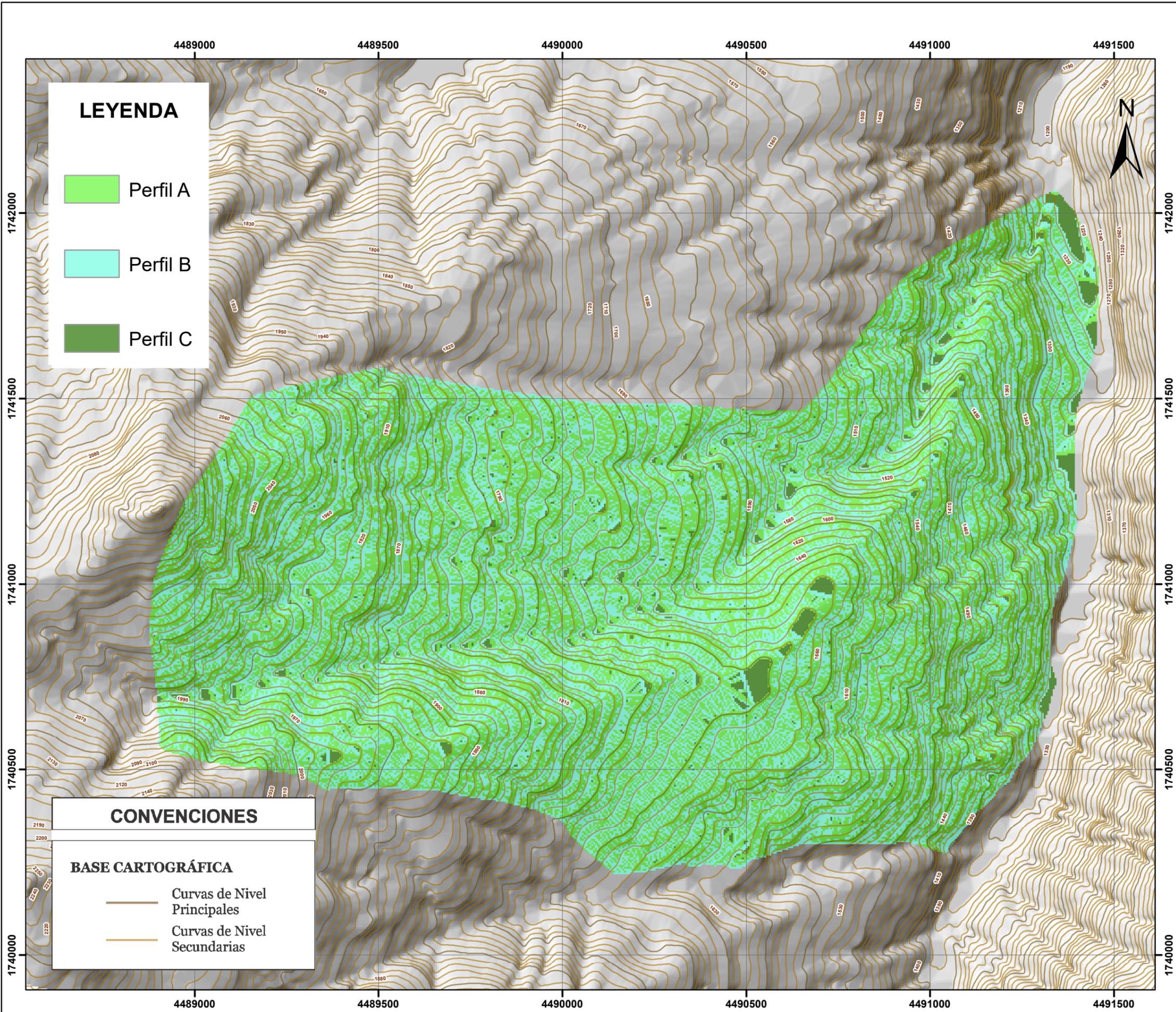
INFORMACIÓN DE REFERENCIA:
Coordinate System: MAGNA Colombia Origen Unico
Projection: Transverse Mercator
Datum: MAGNA
False Easting: 5.000.000,0000
False Northing: 2.000.000,0000
Central Meridian: -73,0000
Scale Factor: 0,9992
Latitude Of Origin: 4,0000
Units: Meter

ELABORÓ:
MAYRA ALEJANDRA MONCAYO ORTEGA
ESTUDIANTE DE GEOLOGÍA

REVISÓ:
MSc. JAIRO ANDRÉS QUINTERO NAVAS



PLANCHA No. 4
FECHA DE ENTREGA: 24 DE FEBRERO DEL 2022



LEYENDA

- Perfil A
- Perfil B
- Perfil C

CONVENCIONES

BASE CARTOGRÁFICA

- Curvas de Nivel Principales
- Curvas de Nivel Secundarias



UNIVERSIDAD DE PAMPLONA
COLOMBIA

NOMBRE DEL ESTUDIO:
MAPA DE CURVATURA DE PERFIL

FUENTE DE LOS INSUMOS TÉCNICOS PARA LA ELABORACIÓN:
Geodatabase v2 1:25.000
Instituto Geográfico Agustín Codazzi (IGAC - 2017)



Escala: 1:25.000

INFORMACIÓN DE REFERENCIA:

Coordinate System: MAGNA Colombia Origen Unico
Projection: Transverse Mercator
Datum: MAGNA
False Easting: 5.000.000,0000
False Northing: 2.000.000,0000
Central Meridian: -73,0000
Scale Factor: 0,9992
Latitude Of Origin: 4,0000
Units: Meter

ELABORÓ:
MAYRA ALEJANDRA MONCAYO ORTEGA
ESTUDIANTE DE GEOLOGÍA

REVISÓ:
MSc. JAIRO ANDRÉS QUINTERO NAVAS

LOCALIZACIÓN GENERAL:



República de Colombia
Escala: 1 : 30.000.000



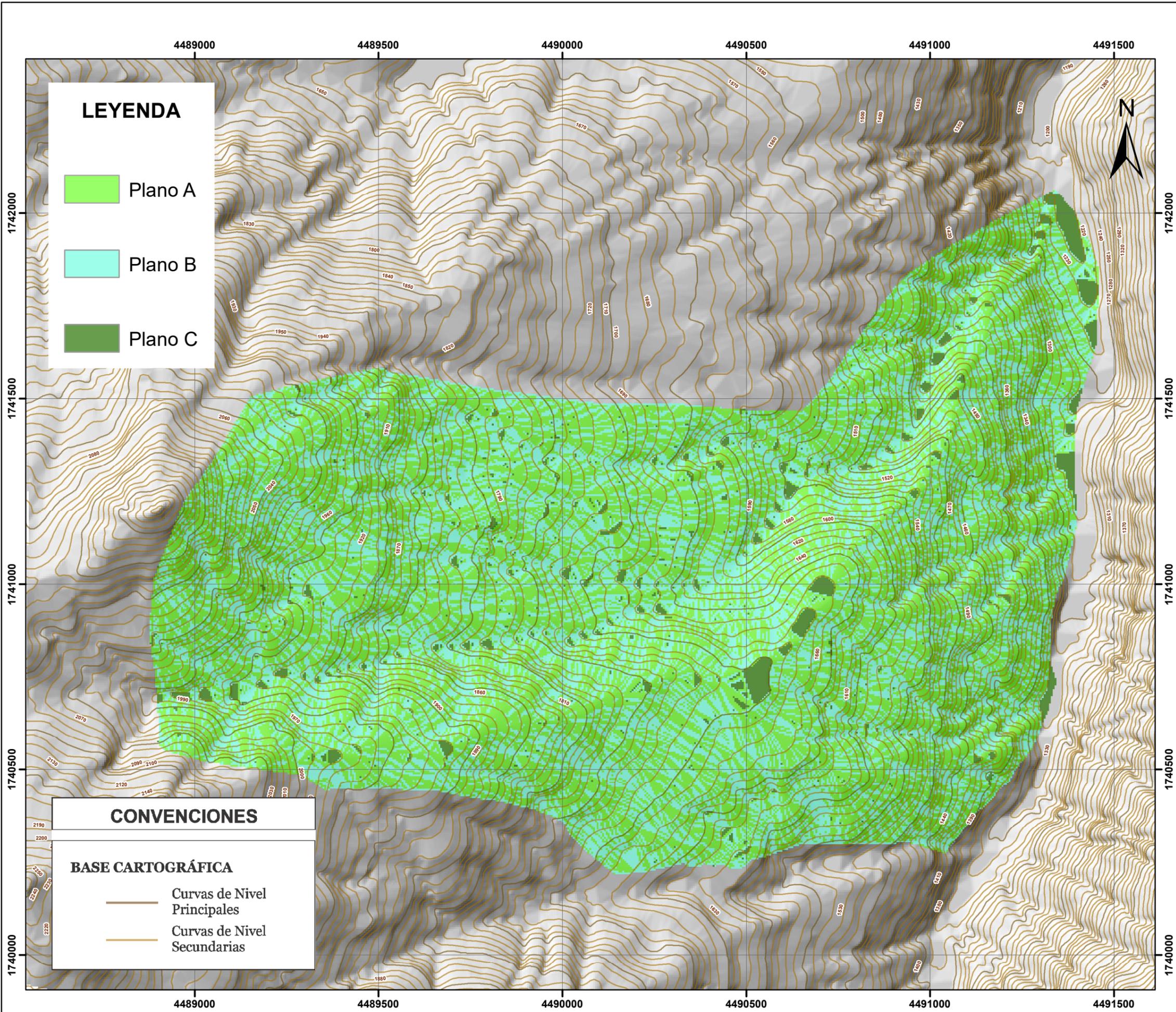
Departamento de Nariño
Escala: 1 : 3.000.000

Fuente: MGN MUNICIPIOS (DANE, 2021)



Municipio de Cumbitara
Escala: 1 : 400.000

PLANCHA No. 5	FECHA DE ENTREGA: 24 DE FEBRERO DEL 2022
------------------	---



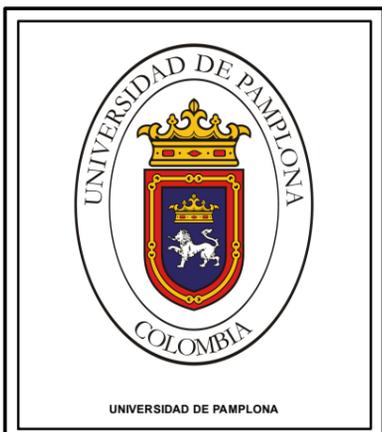
LEYENDA

- Plano A
- Plano B
- Plano C

CONVENCIONES

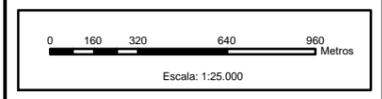
BASE CARTOGRÁFICA

- Curvas de Nivel Principales
- Curvas de Nivel Secundarias



NOMBRE DEL ESTUDIO:
MAPA DE CURVATURA DE PLANO

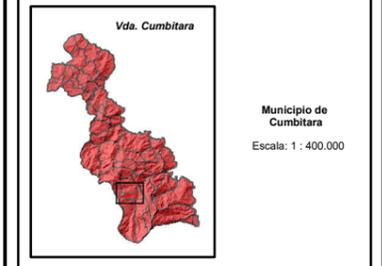
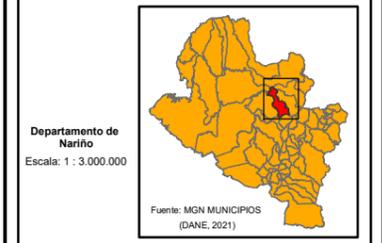
FUENTE DE LOS INSUMOS TÉCNICOS PARA LA ELABORACIÓN:
Geodatabase v2 1:25.000
Instituto Geográfico Agustín Codazzi (IGAC - 2017)



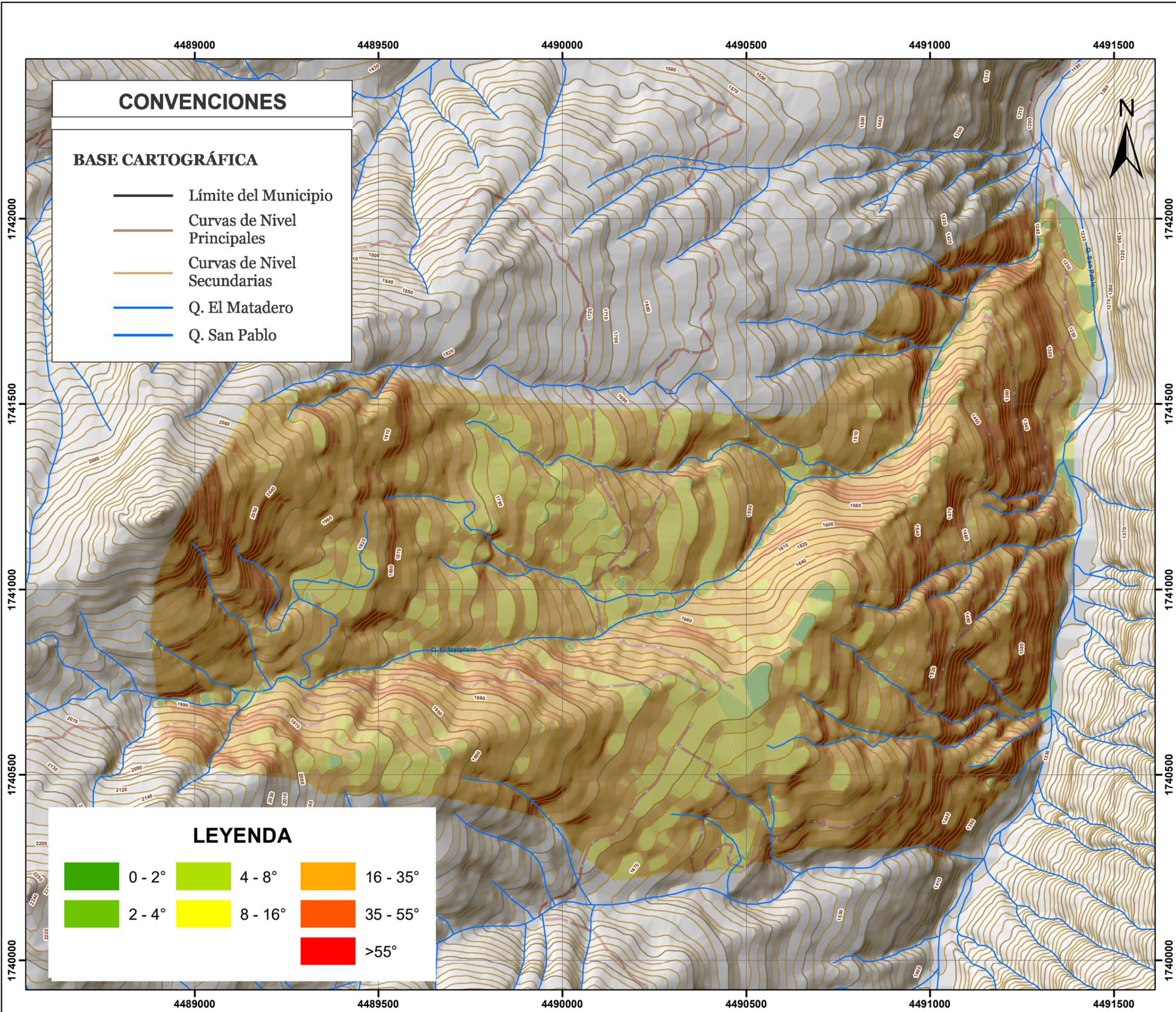
INFORMACIÓN DE REFERENCIA:
Coordinate System: MAGNA Colombia Origen Unico
Projection: Transverse Mercator
Datum: MAGNA
False Easting: 5.000.000,0000
False Northing: 2.000.000,0000
Central Meridian: -73,0000
Scale Factor: 0,9992
Latitude Of Origin: 4,0000
Units: Meter

ELABORÓ:
MAYRA ALEJANDRA MONCAYO ORTEGA
ESTUDIANTE DE GEOLOGÍA

REVISÓ:
MSc. JAIRO ANDRÉS QUINTERO NAVAS

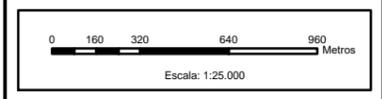


PLANCHA No. 6
FECHA DE ENTREGA: 24 DE FEBRERO DEL 2022



NOMBRE DEL ESTUDIO:
MAPA DE PENDIENTES

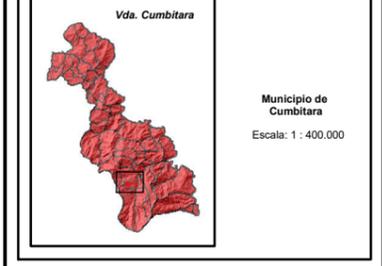
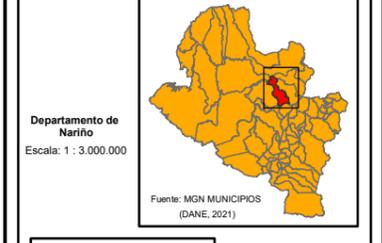
FUENTE DE LOS INSUMOS TÉCNICOS PARA LA ELABORACIÓN:
Geodatabase v2 1:25.000
Instituto Geográfico Agustín Codazzi (IGAC - 2017)



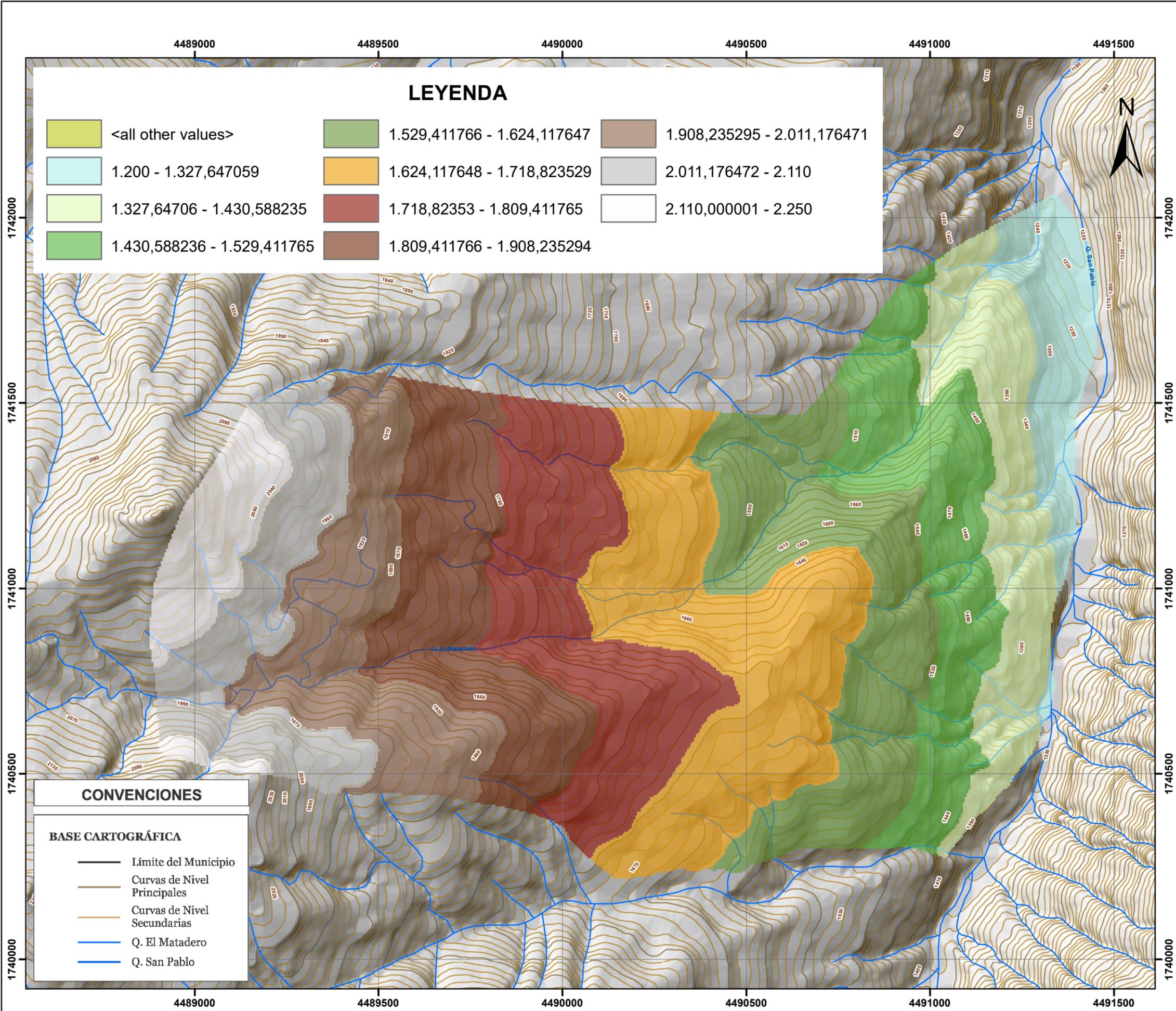
INFORMACIÓN DE REFERENCIA:
Coordinate System: MAGNA Colombia Origen Unico
Proyeccion: Transverse Mercator
Datum: MAGNA
False Easting: 5.000.000,0000
False Northing: 2.000.000,0000
Central Meridian: -73,0000
Scale Factor: 0,9992
Latitude Of Origin: 4,0000
Units: Meter

ELABORÓ:
MAYRA ALEJANDRA MONCAYO ORTEGA
ESTUDIANTE DE GEOLOGÍA

REVISÓ:
MSc. JAIRO ANDRÉS QUINTERO NAVAS



PLANCHA No. 7
FECHA DE ENTREGA: 24 DE FEBRERO DEL 2022



LEYENDA

	<all other values>		1.529,411766 - 1.624,117647		1.908,235295 - 2.011,176471
	1.200 - 1.327,647059		1.624,117648 - 1.718,823529		2.011,176472 - 2.110
	1.327,64706 - 1.430,588235		1.718,82353 - 1.809,411765		2.110,000001 - 2.250
	1.430,588236 - 1.529,411765		1.809,411766 - 1.908,235294		

CONVENCIONES

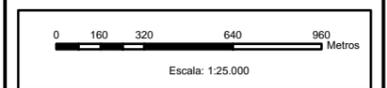
BASE CARTOGRÁFICA

- Límite del Municipio
- Curvas de Nivel Principales
- Curvas de Nivel Secundarias
- Q. El Matadero
- Q. San Pablo



NOMBRE DEL ESTUDIO:
MAPA DE HIPSOMETRÍA

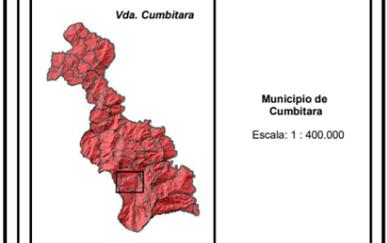
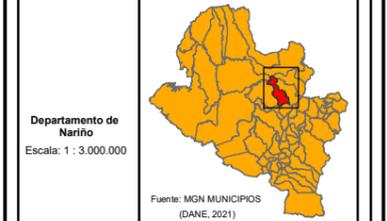
FUENTE DE LOS INSUMOS TÉCNICOS PARA LA ELABORACIÓN:
Geodatabase v2 1:25.000
Instituto Geográfico Agustín Codazzi (IGAC - 2017)



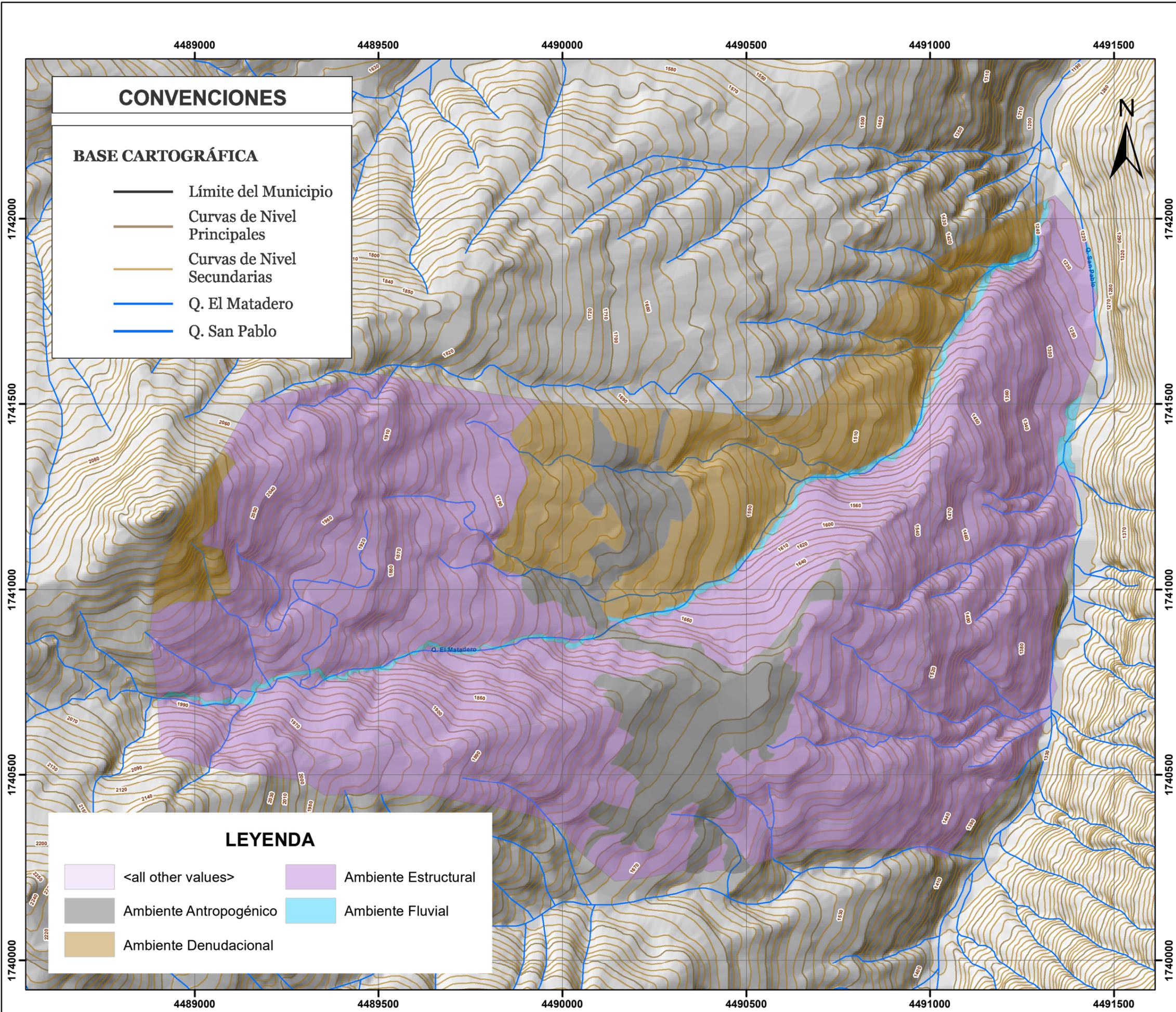
INFORMACIÓN DE REFERENCIA:
Coordinate System: MAGNA Colombia Origen Unico
Projection: Transverse Mercator
Datum: MAGNA
False Easting: 5.000.000.0000
False Northing: 2.000.000.0000
Central Meridian: -73.0000
Scale Factor: 0.9992
Latitude Of Origin: 4.0000
Units: Meter

ELABORÓ:
MAYRA ALEJANDRA MONCAYO ORTEGA
ESTUDIANTE DE GEOLOGÍA

REVISÓ:
MSc. JAIRO ANDRÉS QUINTERO NAVAS



PLANCHA No. 8
FECHA DE ENTREGA: 24 DE FEBRERO DEL 2022



CONVENCIONES

BASE CARTOGRÁFICA

- Límite del Municipio
- Curvas de Nivel Principales
- Curvas de Nivel Secundarias
- Q. El Matadero
- Q. San Pablo

LEYENDA

- <all other values>
- Ambiente Antropogénico
- Ambiente Denudacional
- Ambiente Estructural
- Ambiente Fluvial



UNIVERSIDAD DE PAMPLONA
COLOMBIA

NOMBRE DEL ESTUDIO:

MAPA DE AMBIENTES GEOMORFOLÓGICOS

FUENTE DE LOS INSUMOS TÉCNICOS PARA LA ELABORACIÓN:

Geodatabase v2 1:25.000
Instituto Geográfico Agustín Codazzi (IGAC - 2017)

0 160 320 640 960 Metros

Escala: 1:25.000

INFORMACIÓN DE REFERENCIA:

Coordinate System: MAGNA Colombia Origen Unico
 Projection: Transverse Mercator
 Datum: MAGNA
 False Easting: 5.000.000,0000
 False Northing: 2.000.000,0000
 Central Meridian: -73,0000
 Scale Factor: 0,9992
 Latitude Of Origin: 4,0000
 Units: Meter

ELABORÓ:

MAYRA ALEJANDRA MONCAYO ORTEGA
ESTUDIANTE DE GEOLOGÍA

REVISÓ:

MSc. JAIRO ANDRÉS QUINTERO NAVAS

LOCALIZACIÓN GENERAL:



República de Colombia

Escala: 1 : 30.000.000



Departamento de Nariño

Escala: 1 : 3.000.000

Fuente: MGN MUNICIPIOS (DANE, 2021)

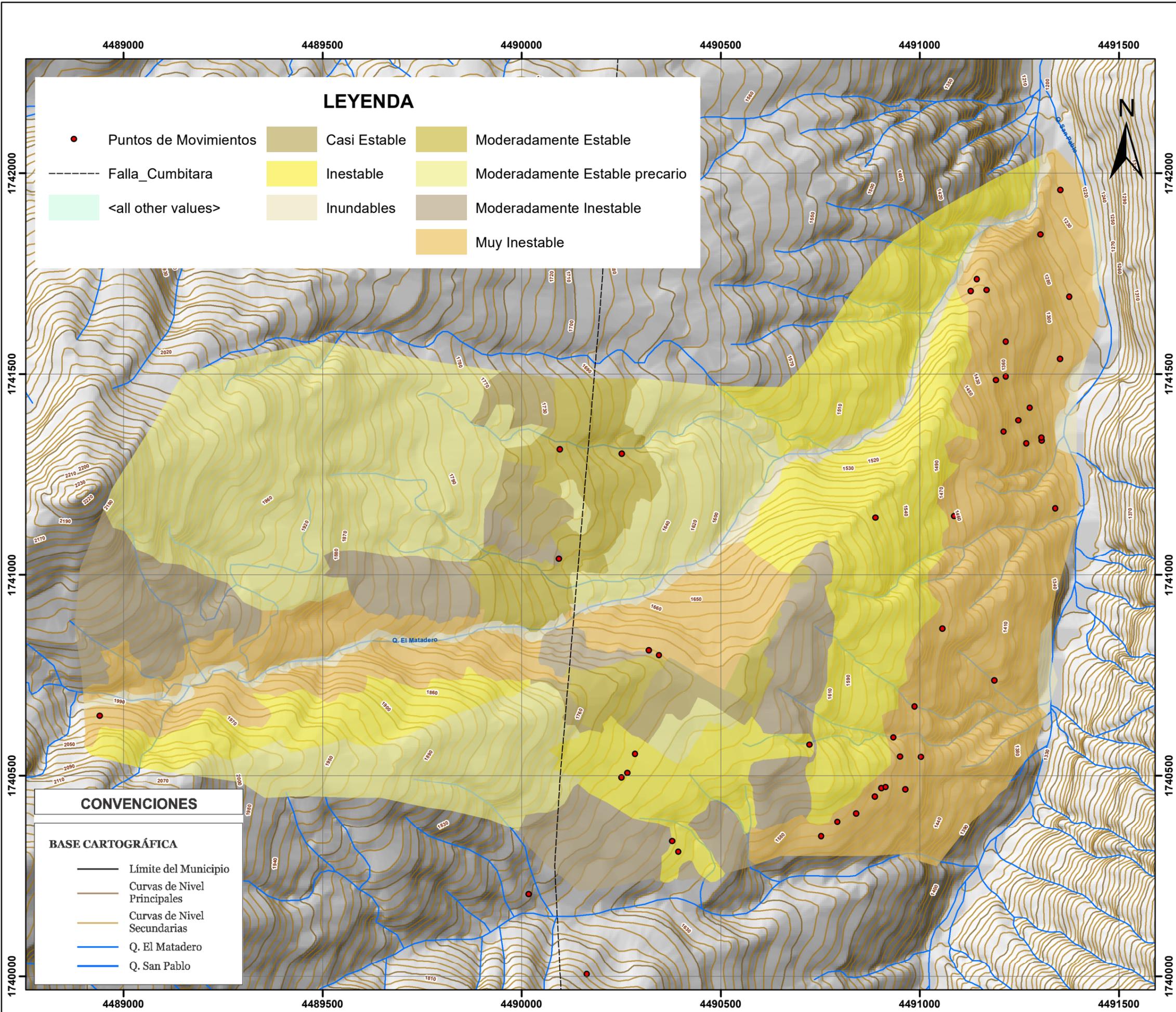


Vda. Cumbitara

Municipio de Cumbitara

Escala: 1 : 400.000

PLANCHA No. 10	FECHA DE ENTREGA: 24 DE FEBRERO DEL 2022
-------------------	---



LEYENDA

- Puntos de Movimientos
- Falla_Cumbitara
- <all other values>
- Casi Estable
- Inestable
- Inundables
- Moderadamente Estable
- Moderadamente Estable precario
- Moderadamente Inestable
- Muy Inestable

CONVENCIONES

- BASE CARTOGRÁFICA**
- Límite del Municipio
 - Curvas de Nivel Principales
 - Curvas de Nivel Secundarias
 - Q. El Matadero
 - Q. San Pablo



UNIVERSIDAD DE PAMPLONA
COLOMBIA

NOMBRE DEL ESTUDIO:
MAPA BALANCE MORFODINÁMICO

FUENTE DE LOS INSUMOS TÉCNICOS PARA LA ELABORACIÓN:
Geodatabase v2 1:25.000
Instituto Geográfico Agustín Codazzi (IGAC - 2017)

0 160 320 640 960 Metros
Escala: 1:25.000

INFORMACIÓN DE REFERENCIA:
Coordinate System: MAGNA Colombia Origen Unico
Projection: Transverse Mercator
Datum: MAGNA
False Easting: 5.000.000,0000
False Northing: 2.000.000,0000
Central Meridian: -73,0000
Scale Factor: 0,9992
Latitude Of Origin: 4,0000
Units: Meter

ELABORÓ:
MAYRA ALEJANDRA MONCAYO ORTEGA
ESTUDIANTE DE GEOLOGÍA

REVISÓ:
MSc. JAIRO ANDRÉS QUINTERO NAVAS

LOCALIZACIÓN GENERAL:



República de Colombia
Escala: 1 : 30.000.000

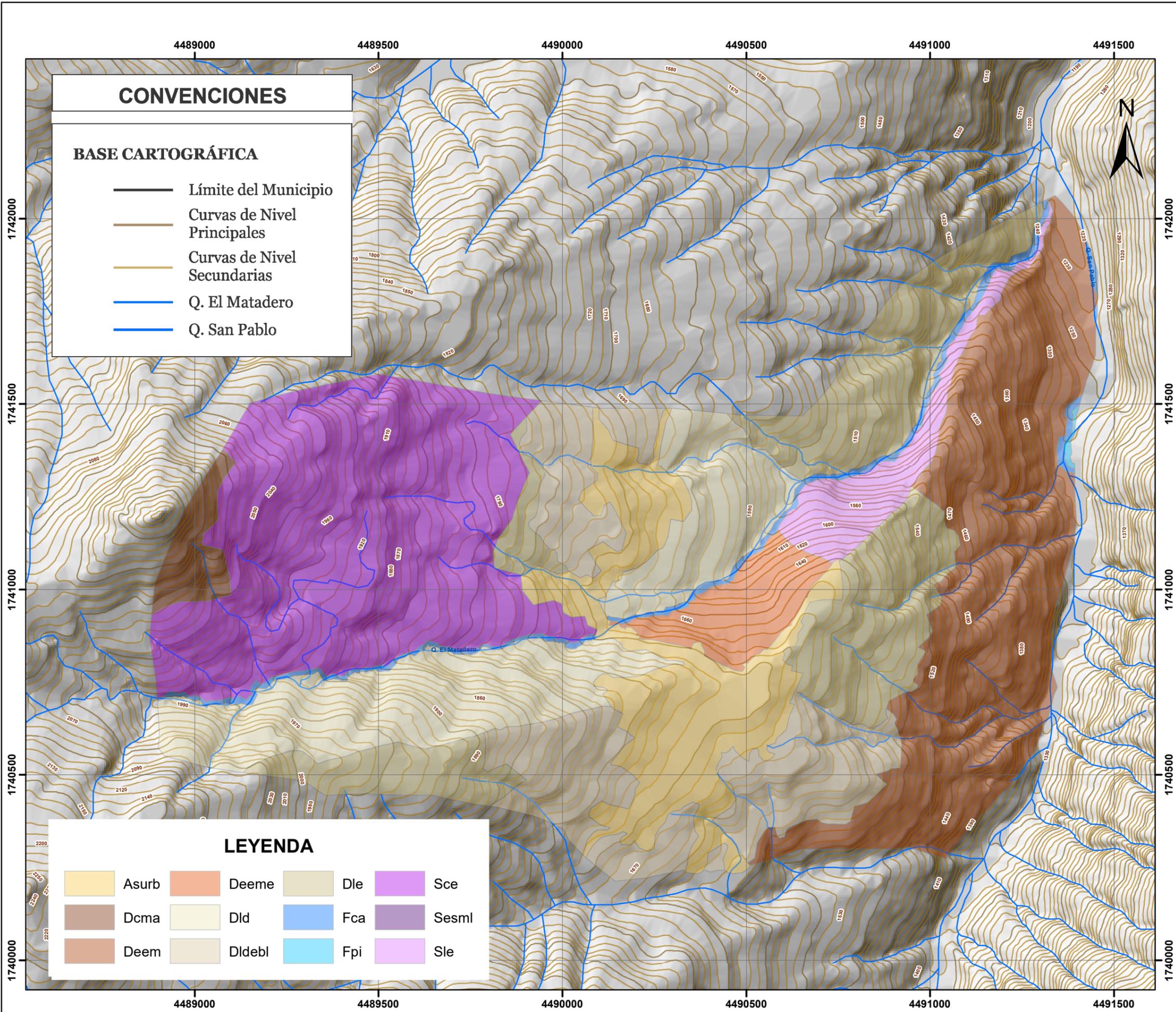


Departamento de Nariño
Escala: 1 : 3.000.000



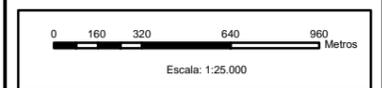
Vda. Cumbitara
Municipio de Cumbitara
Escala: 1 : 400.000

PLANCHA No. 9 **FECHA DE ENTREGA:** 24 DE FEBRERO DEL 2022



NOMBRE DEL ESTUDIO:
MAPA DE ELEMENTOS GEOMORFOLÓGICOS

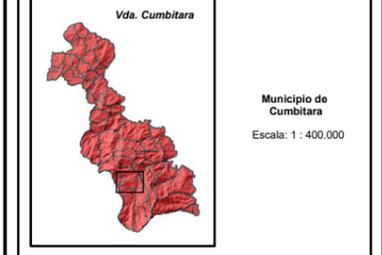
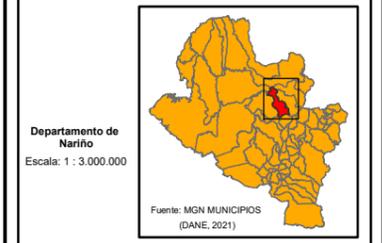
FUENTE DE LOS INSUMOS TÉCNICOS PARA LA ELABORACIÓN:
Geodatabase v2 1:25.000
Instituto Geográfico Agustín Codazzi (IGAC - 2017)



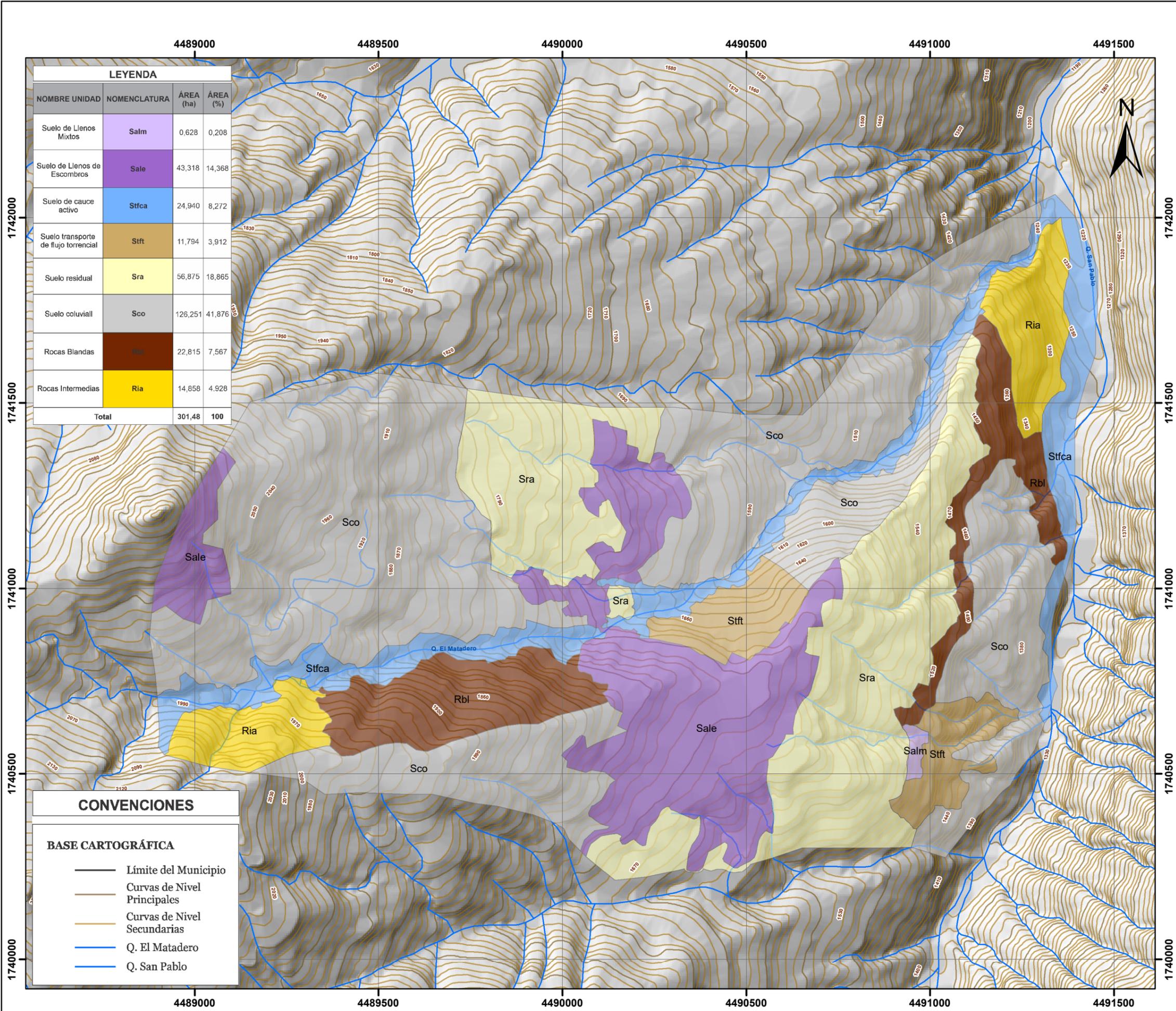
INFORMACIÓN DE REFERENCIA:
Coordinate System: MAGNA Colombia Origen Unico
Proyeccion: Transverse Mercator
Datum: MAGNA
False Easting: 5.000.000,0000
False Northing: 2.000.000,0000
Central Meridian: -73,0000
Scale Factor: 0,9992
Latitude Of Origin: 4,0000
Units: Meter

ELABORÓ:
MAYRA ALEJANDRA MONCAYO ORTEGA
ESTUDIANTE DE GEOLOGÍA

REVISÓ:
MSc. JAIRO ANDRÉS QUINTERO NAVAS



PLANCHA No. 11 FECHA DE ENTREGA: 24 DE FEBRERO DEL 2022



LEYENDA			
NOMBRE UNIDAD	NOMENCLATURA	ÁREA (ha)	ÁREA (%)
Suelo de Llenos Mixtos	Salm	0,628	0,208
Suelo de Llenos de Escombros	Sale	43,318	14,368
Suelo de cauce activo	Stfca	24,940	8,272
Suelo transporte de flujo torrencial	Stft	11,794	3,912
Suelo residual	Sra	56,875	18,865
Suelo coluvial	Sco	126,251	41,876
Rocas Blandas	Rbl	22,815	7,567
Rocas Intermedias	Ria	14,858	4,928
Total		301,48	100

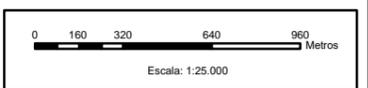
CONVENCIONES	
	Límite del Municipio
	Curvas de Nivel Principales
	Curvas de Nivel Secundarias
	Q. El Matadero
	Q. San Pablo

BASE CARTOGRÁFICA	
	Límite del Municipio
	Curvas de Nivel Principales
	Curvas de Nivel Secundarias
	Q. El Matadero
	Q. San Pablo



NOMBRE DEL ESTUDIO:
MAPA UGI

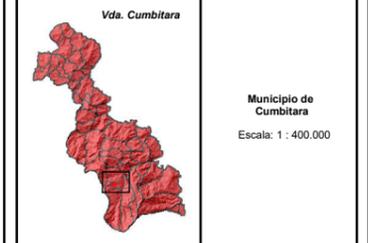
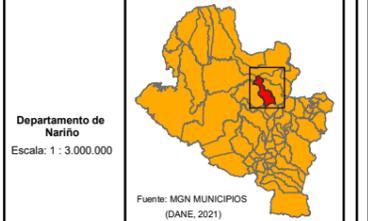
FUENTE DE LOS INSUMOS TÉCNICOS PARA LA ELABORACIÓN:
Geodatabase v2 1:25.000
Instituto Geográfico Agustín Codazzi (IGAC - 2017)



INFORMACIÓN DE REFERENCIA:
Coordinate System: MAGNA Colombia Origen Unico
Proyeccion: Transverse Mercator
Datum: MAGNA
False Easting: 5.000.000,0000
False Northing: 2.000.000,0000
Central Meridian: -73,0000
Scale Factor: 0,9992
Latitude Of Origin: 4,0000
Units: Meter

ELABORÓ:
MAYRA ALEJANDRA MONCAYO ORTEGA
ESTUDIANTE DE GEOLOGÍA

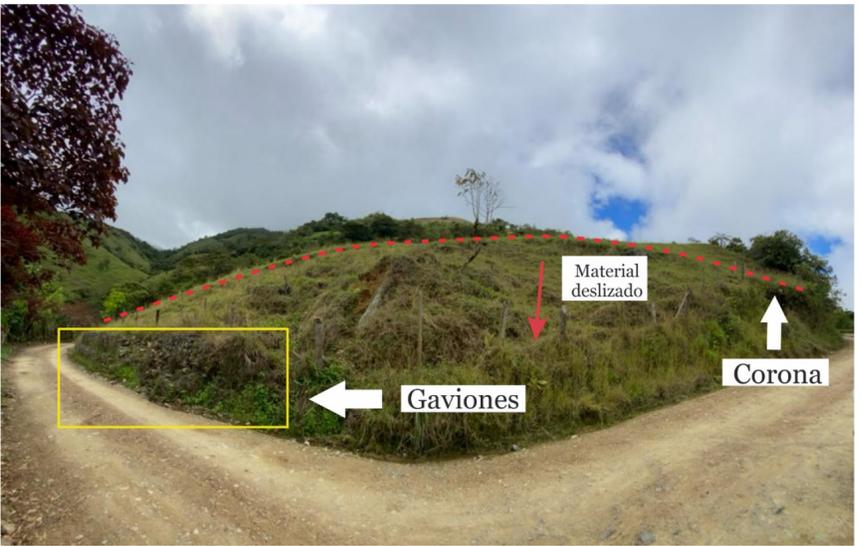
REVISÓ:
MSc. JAIRO ANDRÉS QUINTERO NAVAS



PLANCHA No. 12
FECHA DE ENTREGA: 24 DE FEBRERO DEL 2022

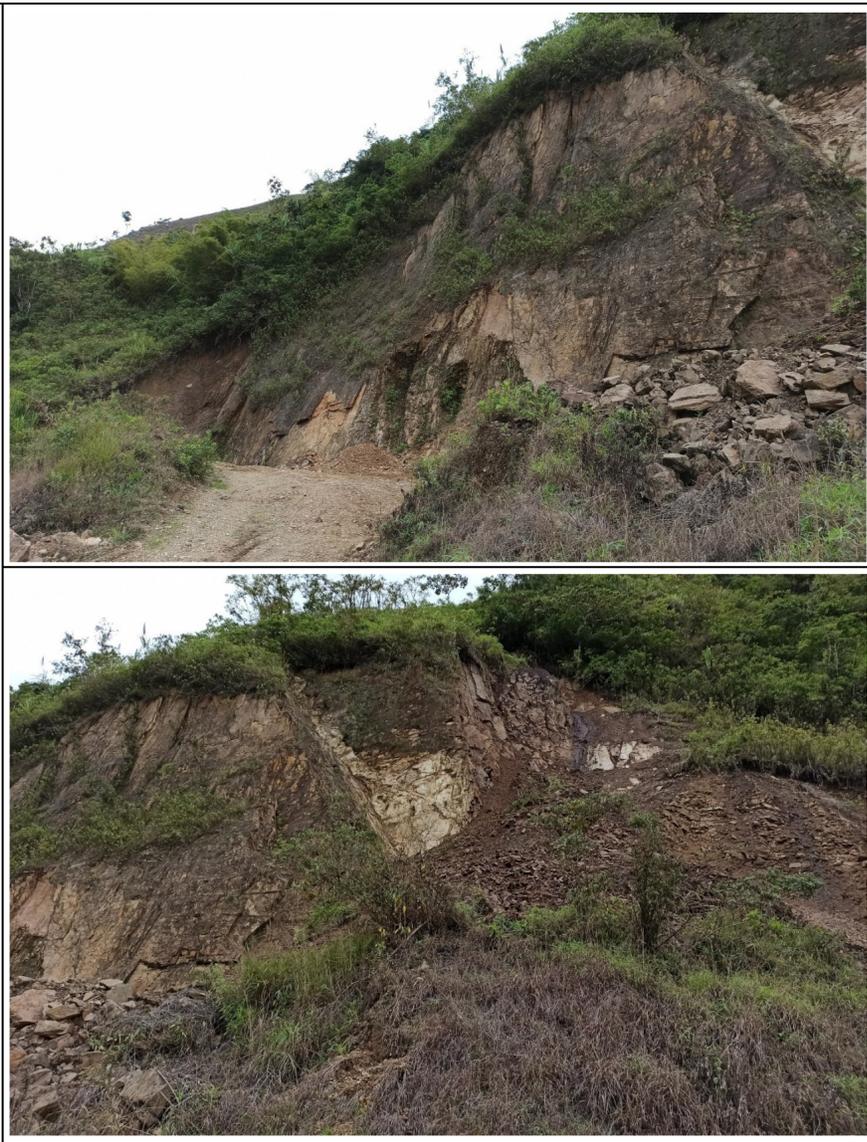
APÉNDICE M. INVENTARIO MORFODINÁMICO

Coordenadas y características preliminares de zonificación de flujos de tierra en distintos sectores que presentan este tipo de susceptibilidad

Punto	Localización	Coordenadas		Clasificación	Descripción	Registro Fotográfico
		Norte (m)	Este (m)			
1	Vía que conduce a las veredas el Caucho y el Veinticuatro.	673290,847	944023,224	Reptación y Corona de deslizamiento	En los lomos denudados bajos de longitud larga se presentan con formas cóncavas, en las zonas con procesos activos de erosión y meteorización y convexas, en las áreas de acumulación, se observan procesos de reptación, debido a las señales de movimientos lentos de las capas superficiales del terreno enmarcado en la vegetación de la zona, lo anterior se debe a la variación de humedad, de igual manera también tiene un papel importante el aumento de peso y la sobreexplotación del mismo, no se observa una superficie de falla. Además se evidencian rastros de una coronas, con pequeños escarpes. una de las erosiones (por terraceo, pata de vaca) que mas resalta es debido a las actividades ganaderas.	
2	Vía que conduce a las veredas el Caucho y el Veinticuatro. Sector cercano a la quebrada el Molino, parte oeste de la carretera.	673488,400	943876,984	Deslizamiento rotacional	Zona suavemente inclinada con rangos que oscilan entre 15° a 35°, donde se evidencian vestigios de movimiento, la vegetación expone la antigüedad del desplazamiento; además se observan montículos de acumulación debido al desplazamiento del material por la inestabilidad del terreno; la superficie de falla es curva, por ende se clasifica como un deslizamiento rotacional. El movimiento esta compuesto por materiales finos areno limoarcilloso; con cantos y bloques en un porcentaje mínimo, su almacenamiento se dispone en la parte inferior del deslizamiento. Cabe resaltar, que hay un muro de contención tipo gavión en estado de deterioro, que durante su vida útil cumplió la función como soporte de protección. El sector cuenta con varios factores que generan inestabilidad entre estos la sobreexplotación y que la zona es muy húmeda, al momento de precipitaciones intensas causa saturación e infiltración del agua desplazándose dentro del material y así acelera el proceso de fracturamiento y debilitamiento del material.	

3	Sector San Juan Bosco bajo, vía que conduce al Remolino panamericano.	673620,819	944235,939	Deslizamiento traslacional	<p>Zona suavemente inclinada con rangos que oscilan entre 15° a 35°, donde se observa el desprendimiento de un fragmento del talud, la vegetación es abundante y de cierto modo su peso es una de las causantes del movimiento; la superficie de falla es plana, probablemente el desplazamiento se origina por varias roturas, por ende se clasifica como un deslizamiento traslacional. El movimiento está compuesto por materiales finos arenos limoarcilloso; con guijarros y cantos en un porcentaje mínimo, la disposición del material se acumula en la parte inferior (pie del deslizamiento). Cabe resaltar, que el sector cuenta con varios factores que generan inestabilidad entre estos la sobreexplotación, la acumulación de residuos antrópicos y además les una zona con un alto porcentaje de humedad, el aumento de las precipitaciones causan la saturación e infiltración del agua, desplazándose dentro del material y así acelerando el proceso de fracturamiento y debilitamiento del material.</p>	
4	Sector San Pablo, vía que conduce al Remolino panamericano, a la margen de la quebrada El Matadero.	675241,186	945204,893	Caída de roca	<p>Se evidencia en la parte superior un macizo rocoso altamente afectado por diaclasamiento que presentan procesos de erosión y meteorización donde actúan de distintos agentes naturales, causando desprendimiento de pedazos de roca con tamaños variados, esta zona escarpada cuenta con una pendiente abrupta con rangos que oscilan entre 20° a 40° contribuye a que estas rocas no tengan mucho transporte.</p>	
5	Vereda San Pablo, vía que conduce al Remolino panamericano, a la margen occidental de la quebrada San Pablo.	674699,528	945130,384	Caída de roca	<p>Se evidencia un macizo rocoso que hacen parte del grupo Dagua, formación K2es, clasificadas como chert, sales y areniscas, que se encuentran altamente afectado por diaclasamiento y fracturamiento que presentan intensos procesos de erosión y meteorización donde actúan de distintos agentes naturales, causando el desprendimiento de pedazos de roca con tamaños variados, esta zona cuenta con una pendiente abrupta con rangos que oscilan entre 35° a >55°, lo que contribuye a que estas rocas no tengan mucho transporte.</p>	

6	Vereda San Pablo, vía que conduce al Remolino panamericano, a la margen occidental de la quebrada San Pablo.	674618,725	945160,065	Caída de roca	<p>Se evidencia un macizo rocoso muy deteriorado que hacen parte del grupo Dagua, formación K2es, clasificadas como chert, shale y areniscas, que se encuentran altamente afectado por diaclasamiento y fracturamiento que presentan intensos procesos de erosión y meteorización donde actúan de distintos agentes naturales, causando el desprendimiento de pedazos de roca con tamaños variados, esta zona cuenta con una pendiente abrupta con rangos que oscilan entre 35° a >55°, lo que contribuye a que estas rocas no tengan mucho transporte.</p>	
7	Vereda San Pablo, vía que conduce al Remolino panamericano, a la margen occidental de la quebrada San Pablo.	674450,666	945194.384	Caída de roca, flujo de detritos y tierra	<p>Se evidencia un macizo rocoso muy deteriorado que hacen parte del grupo Dagua, formación K2es, clasificadas como chert, shale y areniscas, con vetas de cuarzo que se encuentran altamente afectado por diaclasamiento y fracturamiento que presentan intensos procesos de erosión y meteorización donde actúan de distintos agentes naturales, causando el desprendimiento de pedazos de roca con tamaños variados, flujos de detritos y de tierra, esta zona cuenta con una pendiente abrupta con rangos que oscilan entre 35° a >55°, lo que contribuye a que estas rocas no tengan mucho transporte, y se acumulen al pie de este talud. En el margen izquierdo pasa una quebrada, que contribuye en el deterioro y desprendimiento de este tipo de material, además en este sector se realiza explotación de gravilla.</p>	  

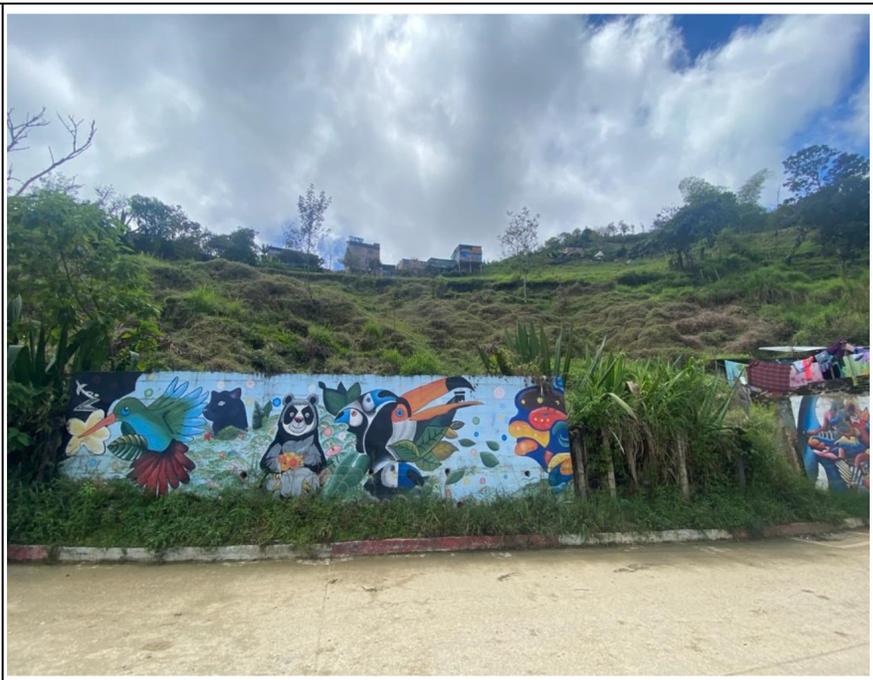
8	Vereda San Pablo, vía que conduce al Remolino panamericano, a la margen occidental de la quebrada San Pablo.	674611,965	945121,727	Caída de roca, flujo de detritos, reptación	<p>Se evidencia un macizo rocoso muy deteriorado que hacen parte del grupo Dagua, formación K2es, clasificadas como chert, shale y areniscas, con vetas de cuarzo que se encuentran altamente afectado por diaclasamiento y fracturamiento que presentan intensos procesos de erosión y meteorización donde actúan de distintos agentes naturales, causando el desprendimiento de pedazos de roca con tamaños variados, flujos de detritos y de tierra, esta zona cuenta con una pendiente abrupta con rangos que oscilan entre 35° a >55°, lo que contribuye a que estas rocas no tengan mucho transporte, y se acumulen al pie de este talud. La vegetación en la parte superior y a los costados se observan procesos de reptación, debido a las señales de movimientos lentos de las capas superficiales del terreno enmarcado en la vegetación de la zona, además de su peso que contribuye en el deterioro y desprendimiento de este tipo de material.</p>	
9	Vereda San Pablo, vía que conduce al Remolino panamericano, a la margen occidental de la quebrada San Pablo.	674777,873	945069,476	Flujo de detritos, flujo de tierra, flujo de lodo, caída de roca	<p>Se evidencia un macizo rocoso muy deteriorado que hacen parte del grupo Dagua, formación K2es, clasificadas como chert, shale y areniscas, que se encuentran altamente afectado por diaclasamiento y fracturamiento que presentan intensos procesos de erosión y meteorización donde actúan de distintos agentes naturales, causando el desprendimiento de pedazos de roca con tamaños variados, flujos de detritos y de tierra, esta zona cuenta con una pendiente abrupta con rangos que oscilan entre 35° a >55°, lo que contribuye a que estas rocas no tengan mucho transporte, y se acumulen al pie de este talud. La vegetación en la parte superior y a los costados se observan procesos de reptación, debido a las señales de movimientos lentos de las capas superficiales del terreno enmarcado en la vegetación de la zona, además de su peso que contribuye en este tipo de movimientos. El sector cuenta con varios factores que generan inestabilidad entre estos la sobreexplotación y que la zona es muy húmeda, al momento de precipitaciones intensas causa saturación e infiltración del agua desplazándose dentro del material generando los flujos de lodos y de igual manera, acelera el proceso de fracturamiento y debilitamiento del material.</p>	

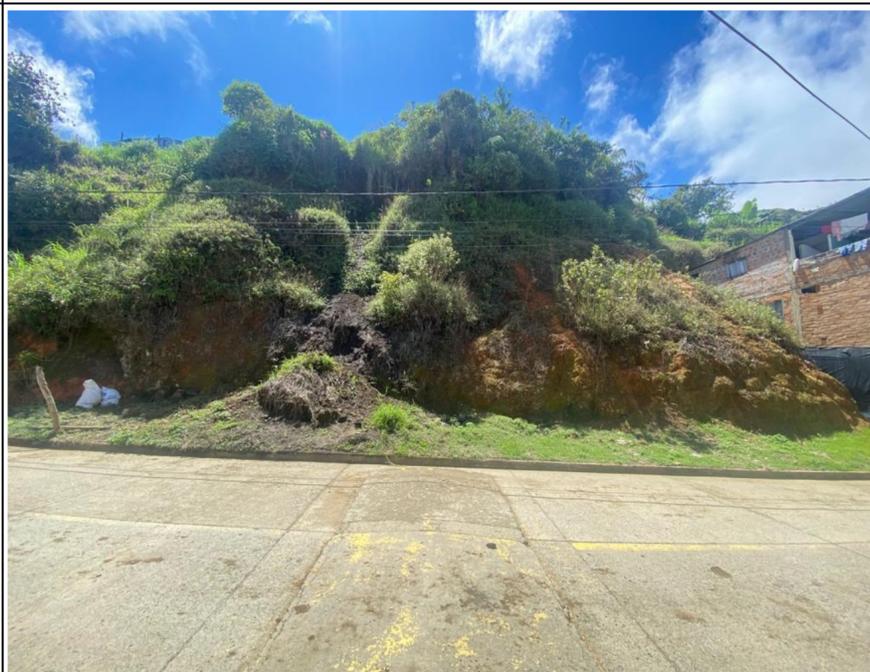
10	Vereda San Pablo, vía que conduce al Remolino panamericano, a la margen occidental de la quebrada San Pablo.	674992,323	945020,934	Desplazamiento traslacional, flujo de detritos, tierra	<p>Zona suavemente inclinada con rangos que oscilan entre 15° a 25,° donde se observa un probable desprendimiento de un fragmento del talud, la vegetación es abundante y de cierto modo su peso es una de los causantes del movimiento; la superficie de falla es plana, el desplazamiento tiene origen sobre varias roturas, por ende se clasifica como un deslizamiento traslacional, sin embargo, siendo este un material fino areno limoarcilloso poco consolidado se producen flujos de detritos y tierra. Del mismo modo, el movimiento esta compuesto por guijarros y cantos en un porcentaje mínimo, la disposición del material se acumula en la parte inferior (pie del deslizamiento). Cabe resaltar, que el sector cuenta con varios factores que generan inestabilidad entre estos la sobreexplotación; además es una zona con un alto porcentaje de humedad, el aumento de las precipitaciones causan la saturación e infiltración del agua, desplazándose dentro del material y así acelerando el proceso de fracturamiento y debilitamiento del material.</p>	
11	Vereda San Pablo, vía que conduce al Remolino panamericano, a la margen sur de la quebrada El matadero.	675019,360	944996,510	Reptación	<p>Zona con procesos activos de erosión, meteorización y acumulación, se observan procesos de reptación, debido a las señales de movimientos lentos de las capas superficiales del terreno enmarcado en las posiciones de la vegetación en la zona. Lo anterior, se debe a la variación de humedad sobre el suelo, el peso de los medios de transporte que transitan en ese sector, de igual manera tienen un papel importante las pendientes muy abruptas con rangos que oscilan entre 40° a >55° y también la sobreexplotación del suelo, lo que probablemente pueda causar el desprendimiento del talud.</p>	

12	Vereda San Pablo, vía que conduce al Remolino panamericano, a la margen occidental de la quebrada San Pablo, cerca al relleno sanitario municipal.	673957,244	944842,853	Deslizamiento y reptación	<p>Zona inclinada con rangos que oscilan entre 25° a 45°, donde se observa el desprendimiento de un fragmento del talud, la vegetación es abundante y de cierto modo su peso es una de las causantes del movimiento; la superficie de falla es plana, probablemente el desplazamiento se origina por varias roturas, por ende se clasifica como un deslizamiento traslacional. El movimiento está compuesto por materiales finos arenolimoarcilloso; con guijarros y cantos en un porcentaje mínimo, la disposición del material se acumula en la parte inferior (pie del deslizamiento). Cabe resaltar, que el sector cuenta con varios factores que generan inestabilidad entre estos la sobreexplotación, la acumulación de residuos antrópicos y además les una zona con un alto porcentaje de humedad, el aumento de las precipitaciones causan la saturación e infiltración del agua, desplazándose dentro del material y así acelerando el proceso de fracturamiento y debilitamiento del material.</p>	
13	Vereda San Pablo, vía que conduce al Remolino panamericano, a la margen occidental de la quebrada San Pablo, cerca al relleno sanitario municipal.	673880,434	944789,984	Flujo de detritos, flujo de tierra, flujo de lodo	<p>Se evidencia un macizo rocoso altamente deteriorado que hacen parte del grupo Dagua, formación K2es, que se encuentran altamente afectados por fracturamientos que presentan intensos procesos de erosión y meteorización donde actúan de distintos agentes naturales, causando el desprendimiento, flujos de detritos y de tierra, esta zona cuenta con una pendiente abrupta con rangos que oscilan entre 25° a 40°, lo que contribuye a que estas rocas no tengan mucho transporte, y se acumulen al pie de este talud. La vegetación en la parte superior y a los costados se observan procesos de reptación, debido a las señales de movimientos lentos de las capas superficiales del terreno enmarcado en la vegetación de la zona, además de su peso que contribuye en este tipo de movimientos. El sector cuenta con varios factores que generan inestabilidad entre estos la sobreexplotación y que la zona es muy húmeda, al momento de precipitaciones intensas causa saturación e infiltración del agua desplazándose dentro del material, originando los flujos de lodos y de igual manera, acelera el proceso de fracturamiento y debilitamiento del material. Cabe resaltar, que el sector presenta cicatrices de antiguos desplazamientos traslacionales. Coordenadas relleno sanitario, foto geomorfología</p>	
14	Vereda San Pablo, vía que conduce al Remolino panamericano, a la margen	673751,160	944760,203	Deslizamiento traslacional, flujo de	<p>Zona inclinada con rangos que oscilan entre 25° a 45°, donde se observa un desprendimiento súbito del talud de gran magnitud, la vegetación es abundante y de cierto modo su peso es una de las causantes del movimiento; la superficie de falla es plana a ondulada, por ende se clasifica como un deslizamiento traslacional. El movimiento está compuesto por materiales finos arenolimoarcilloso; con guijarros y cantos en un porcentaje mínimo, la disposición del material se acumula en la parte inferior (pie del deslizamiento). Cabe resaltar, que el sector cuenta con varios factores que generan</p>	

14	occidental de la quebrada San Pablo, cerca al relleno sanitario municipal.	07/03/2000	944700,505	Inestabilidad, flujo de lodo	<p>inestabilidad entre estos la sobreexplotación, debilitamiento del talud y además es una zona con un alto porcentaje de humedad, el aumento de las precipitaciones causa la saturación e infiltración del agua, desplazándose dentro del material y as, acelerando el proceso de fracturamiento y debilitamiento del material. Además en la zona se originaron flujos de lodo formándose al instante en que la tierra y la vegetación son debilitadas considerablemente por el agua, consiguiendo gran fuerza con la intensidad de las lluvias y su larga duración.</p>	
15	Vereda San Pablo, vía que conduce al Remolino panamericano, a la margen occidental de la quebrada San Pablo, cerca al relleno sanitario municipal.	673634,645	944609,734	Posible deslizamiento	<p>Zona inclinada con rangos que oscilan entre 35° a >55°, donde ese observa el desprendimiento de un fragmento del talud, la vegetación es abundante y de cierto modo su peso es una de los causantes del movimiento, además del peso por el paso de medios de transporte, causales del deterioro de la vía; la superficie de falla es semiondulada, probablemente el hundimiento de la banca se está originando por varias roturas, por ende se clasifica como un deslizamiento rotacional. El movimiento esta compuesto por materiales finos areno limoarcilloso; con guijarros y cantos en un porcentaje mínimo, la velocidad del desplazamiento es lento. Cabe resaltar, que el sector cuenta con varios factores que generan inestabilidad entre estos la sobreexplotación, la acumulación de residuos antrópicos y además les una zona con un alto porcentaje de humedad, el aumento de las precipitaciones causan la saturación e infiltración del agua, desplazándose dentro del material y así acelerando el proceso de fracturamiento y debilitamiento del material. Por lo anterior, consecuencia del aumento de las lluvias, este hundimiento lento de la banca, se puede producir un movimiento en masa de una mayor magnitud.</p>	
						

16	Sector denominado Finca San Pablo. Vereda San Pablo, a la margen occidental de la quebrada San Pablo.	674022,378	945042,271	Deslizamiento rotacional, flujo de lodo, tierra y detritos	<p>Zona con pendiente abrupta con rangos que oscilan entre 35° a >55°, donde se evidencia un movimiento de gran magnitud; con montículos de acumulación debido al desplazamiento del material por la inestabilidad del terreno; la superficie de falla es curva, por ende se clasifica como un deslizamiento rotacional. El movimiento esta compuesto por procesos de reptación, agrietamientos, flujo de lodo, detritos y tierra, fracturas de tensión y materiales finos areno limoarcilloso; con cantos y bloques en un porcentaje mínimo, su almacenamiento se dispone en la parte inferior del deslizamiento, casi llegando a la quebrada San Pablo. El sector cuenta con varios factores que generan inestabilidad entre estos la sobreexplotación del suelo y el alto porcentaje de humedad, al momento de precipitaciones intensas causa saturación e infiltración del agua desplazándose dentro del material y así acelera el proceso de fracturamiento y debilitamiento del material. Este movimiento se origino el 19 de noviembre del 2021 de manera súbita, sin embargo ya había señales de agrietamiento, desplazamiento lento, material no consolidado y deterioro del terreno.</p>	
17	Vereda San Luis, sobre el puente de la quebrada el matadero, vía que comunica el casco urbano con las vereda del Desierto.	674183,031	943950,599	Flujo de tierra y detritos	<p>Se evidencian vestigios de movimientos lentos compuestos por materiales finos areno limoarcilloso, con guijarros y cantos; el terreno esta muy deteriorado, presentan intensos procesos de erosión y meteorización donde actúan de distintos agentes naturales, causando flujos de detritos y de tierra. Esta zona cuenta con una pendiente suavemente inclinada a abrupta con rangos que oscilan entre 30° a >55°, lo que contribuye a que estas rocas no tengan mucho transporte, y se acumulen al pie la ladera. La vegetación en la parte superior y a los costados se observan procesos de reptación, debido a las señales de movimientos lentos de las capas superficiales del terreno enmarcado en la vegetación de la zona, además de su peso que contribuye en este tipo de movimientos. El sector cuenta con varios factores que generan inestabilidad entre estos la sobreexplotación del suelo y que la zona es muy húmeda, al momento de precipitaciones intensas causa saturación e infiltración del agua desplazándose dentro del material y de igual manera, acelera el proceso de fracturamiento y debilitamiento del material.</p>	

18	Barrio San Luis, a la margen sur de la vía que comunica al casco urbano con la vereda San Luis.	674125,885	944063,418	Deslizamiento rotacional	<p>Zona inclinada con rangos que oscilan entre 30° a 35°, donde se evidencian vestigios de movimiento, la vegetación expone la antigüedad del desplazamiento; además se observan montículos de acumulación debido al desplazamiento del material por la inestabilidad del terreno; la superficie de falla es curva, por ende se clasifica como un deslizamiento rotacional. El movimiento esta compuesto por materiales finos areno limoarcilloso; con cantos y bloques en un porcentaje mínimo, su almacenamiento se dispone en la parte inferior del deslizamiento. Cabe resaltar, que hay un muro de contención en estado de deterioro, que cumple la función como soporte de protección. El sector cuenta con varios factores que generan inestabilidad entre estos la sobreexplotación y que la zona es muy húmeda, al momento de precipitaciones intensas causa saturación e infiltración del agua desplazándose dentro del material y así acelera el proceso de fracturamiento y debilitamiento del material.</p>	
19	Barrio San Luis, a la margen sur de la vía que comunica al casco urbano con la vereda San Luis.	674125,885	944063,418	Reptación	<p>En el sector con pendientes suavemente inclinadas a inclinadas con rangos que oscilan entre 25° a 40°, se presentan procesos activos de erosión, meteorización y áreas de acumulación, donde hay evidencia de reptación, debido a las señales de movimientos lentos de las capas superficiales del terreno enmarcado en la vegetación de la zona, lo anterior se debe a la variación de humedad infiltrándose y actuando en el desplazamiento del suelo, de igual manera también tiene un papel importante el aumento de peso y la sobreexplotación del mismo, se observa una superficie de falla. Además se evidencian rastros de una coronas, con pequeños escarpes, una de las erosiones (por terracedo, pata de vaca) que mas resalta, es debido a las actividades ganaderas.</p>	

20	Barrio San Luis, a la margen occidental de la vía que comunica al casco urbano con la vereda San Luis.	674093.041	944184.924	<p>Caída de roca, flujo de tierra y detritos</p> <p>En el sector compuesto por un material areno limoarcilloso, con guijarros y cantos muy deteriorados, además, esta altamente afectado por agrietamientos y fracturamiento debido a los intensos procesos de erosión y meteorización donde actúan de distintos agentes naturales, causando el desprendimiento de pedazos de roca con tamaños variados, flujos de detritos y de tierra, esta zona cuenta con una pendiente abrupta con rangos que oscilan entre 30° a 50°, lo que contribuye a que estas rocas no tengan mucho transporte, y se acumulen al pie de este talud. La vegetación en la parte superior y a los costados se observan procesos de reptación, debido a las señales de movimientos lentos de las capas superficiales del terreno enmarcado en la vegetación de la zona, además de su peso que contribuye en este tipo de movimientos. El sector cuenta con varios factores que generan inestabilidad entre estos la sobreexplotación y que la zona es muy húmeda, al momento de precipitaciones intensas causa saturación e infiltración del agua desplazándose dentro del material y acelera el proceso de fracturamiento y debilitamiento del material.</p>	
21	Barrio San Luis, a la margen occidental de la vía que comunica al casco urbano con la vereda San Luis.	674093.041	944184.924	<p>Deslizamiento traslacional, flujo de tierra y detritos</p> <p>Zona inclinada con rangos que oscilan entre 30° a 50°, donde se evidencian vestigios de movimiento, la vegetación expone la antigüedad del desplazamiento; además se observan montículos de acumulación debido al desplazamiento del material por la inestabilidad del terreno; la superficie de falla es plana, por ende se clasifica como un deslizamiento traslacional. El movimiento presenta flujo de tierra, detritos y esta compuesto por materiales finos areno limoarcilloso; con cantos y bloques en un porcentaje mínimo, su almacenamiento se dispone en la parte inferior del deslizamiento. El sector cuenta con varios factores que generan inestabilidad entre estos la sobreexplotación y que la zona es muy húmeda, al momento de precipitaciones intensas causa saturación e infiltración del agua desplazándose dentro del material y así acelera el proceso de fracturamiento y debilitamiento del material.</p>	

22	Barrio San Juan Bosco, cerca a la sección primaria de la Institución Educativa San Pedro, sobre la vía que comunica al casco urbano de Cumbitara con Remolino Panamericano.	673782,425	944121,852	Caída de roca, flujo de tierra y detritos	<p>En el sector compuesto por un material areno limoarcilloso, con guijarros y cantos muy deteriorados, además, esta altamente afectado por agrietamientos y fracturamiento debido a los intensos procesos de erosión y meteorización donde actúan de distintos agentes naturales, causando el desprendimiento de pedazos de roca con tamaños variados, flujos de detritos y de tierra, esta zona cuenta con una pendiente abrupta con rangos que oscilan entre 30° a 50°, lo que contribuye a que estas rocas no tengan mucho transporte, y se acumulen al pie de este talud. La vegetación en la parte superior y a los costados se observan procesos de reptación, debido a las señales de movimientos lentos de las capas superficiales del terreno enmarcado en la vegetación de la zona, además de su peso que contribuye en este tipo de movimientos. El sector cuenta con varios factores que generan inestabilidad entre estos la sobreexplotación y que la zona es muy húmeda, al momento de precipitaciones intensas causa saturación e infiltración del agua desplazándose dentro del material y acelera el proceso de fracturamiento y debilitamiento del material.</p>	
23	Barrio San Juan Bosco, cerca a la sección primaria de la Institución Educativa San Pedro, sobre la vía que comunica al casco urbano de Cumbitara con Remolino Panamericano.	673782,425	944121,852	Caída de roca, flujo de tierra y detritos	<p>En el sector compuesto por un material areno limoarcilloso, con guijarros y cantos muy deteriorados, además, esta altamente afectado por agrietamientos y fracturamiento debido a los intensos procesos de erosión y meteorización donde actúan de distintos agentes naturales, causando el desprendimiento de pedazos de roca con tamaños variados, flujos de detritos y de tierra, esta zona cuenta con una pendiente abrupta con rangos que oscilan entre 30° a 50°, lo que contribuye a que estas rocas no tengan mucho transporte, y se acumulen al pie de este talud. La vegetación en la parte superior y a los costados se observan procesos de reptación, debido a las señales de movimientos lentos de las capas superficiales del terreno enmarcado en la vegetación de la zona, además de su peso que contribuye en este tipo de movimientos. El sector cuenta con varios factores que generan inestabilidad entre estos la sobreexplotación y que la zona es muy húmeda, al momento de precipitaciones intensas causa saturación e infiltración del agua desplazándose dentro del material y acelera el proceso de fracturamiento y debilitamiento del material.</p>	
						

24	Vereda San Pablo, vía que conduce al Remolino panamericano, a la margen occidental de la quebrada San Pablo, en este predio se ubica el relleno sanitario municipal.	673833,120	944858,621	Deslizamiento traslacional, reptación, flujo de lodo, tierra y detritos	<p>El área está compuesta por un material areno limoarcilloso, rocas igneas alteradas, guijarros y cantos muy deteriorados, además, esta altamente afectado por agrietamientos y fracturamiento debido a los intensos procesos de erosión y meteorización donde actúan de distintos agentes naturales, causando el desprendimiento de pedazos de roca con tamaños variados, flujos de detritos y de tierra; el sector presenta con pendientes abruptas con rangos que oscilan entre 25° a >55°, donde se evidencia un movimiento de gran magnitud; con montículos de acumulación debido al desplazamiento del material por la inestabilidad del terreno; produciendo cambios físicos y químicos. Cabe resaltar, que existe una amenaza latente por obstrucción de la que quebrada el San Pablo y una probable contaminación del entorno, debido a los residuos sólidos. El sector cuenta con varios factores geodinámicos externos que generan inestabilidad entre estos la sobreexplotación y que la zona es muy húmeda, al momento de precipitaciones intensas causa saturación e infiltración del agua desplazándose dentro del material y acelera el proceso de fracturamiento y debilitamiento del material. Además, la descomposición de los residuos y por ende el movimiento de estos líquidos dentro del material y la remosion del material para compactarlo con residuos solidos debilitan el terreno.</p>	
25	Vereda San Luis, en la margen norte de la vía que conduce del casco urbano de Cumbitara con la vereda Santa Elena, sector San Luis Alto. Quebrada El Matadero.	673975,682	942603,794	Deslizamiento rotacional	<p>Zona con pendiente abrupta con rangos que oscilan entre 25° a 50°, donde se evidencia un movimiento de gran magnitud; con montículos de acumulación debido al desplazamiento del material por la inestabilidad del terreno; la superficie de falla es curva, por ende se clasifica como un deslizamiento rotacional. El movimiento esta compuesto por procesos de reptación, agrietamientos, cicatrices de antiguos movimientos, flujo de lodo, detritos y tierra, fracturas de tensión y materiales finos areno limoarcilloso; con cantos y bloques en un porcentaje mínimo, su almacenamiento se dispone en la parte inferior del deslizamiento. El sector cuenta con varios factores que generan inestabilidad entre estos la sobreexplotación del suelo y el alto porcentaje de humedad, al momento de precipitaciones intensas causa saturación e infiltración del agua desplazándose dentro del material y así acelera el proceso de fracturamiento y debilitamiento del material. Este movimiento se esta originando de manera lenta, sin embargo ya hay señales de agrietamiento, desplazamiento pequeños súbitos, material no consolidado y deterioro del terreno. Cabe resaltar, que existe una amenaza latente por obstrucción de la que quebrada el Matadero y una probable avenida torrencial.</p>	

						 
26	Vereda San Luis, en la margen norte de la vía que conduce del casco urbano de Cumbitara con la vereda Santa Elena, sector San Luis Alto. Quebrada El Matadero.	674113,935	943390,650	Deslizamiento rotacional	<p>Zona con pendiente abrupta con rangos que oscilan entre 30° a 50 , donde se evidencia un movimiento de gran magnitud; con montículos de acumulación debido al desplazamiento del material por la inestabilidad del terreno; la superficie de falla es curva, por ende se clasifica como un deslizamiento rotacional. El movimiento esta compuesto por procesos de reptación, agrietamientos, cicatrices de antiguos movimientos, flujo de lodo, detritos y tierra, fracturas de tensión y materiales finos areno limoarcilloso; con cantos y bloques en un porcentaje mínimo, su almacenamiento se dispone en la parte inferior del deslizamiento. El sector cuenta con varios factores que generan inestabilidad entre estos la sobreexplotación del suelo y el alto porcentaje de humedad, al momento de precipitaciones intensas causa saturación e infiltración del agua desplazándose dentro del material y así acelera el proceso de fracturamiento y debilitamiento del material. Este movimiento se esta originando de manera lenta, sin embargo ya hay señales de agrietamiento, desplazamiento pequeños súbitos, material no consolidado y deterioro del terreno. Cabe resaltar, que existe una amenaza latente por obstrucción de la que quebrada el Matadero y una probable avenida torrencial.</p>	   

APÉNDICE N. ELEMENTOS GEOMORFOLÓGICOS

Punto	Coordenadas		Geomorfoestructura	Provincia	Región	Unidad	Acrónimo	Subunidad	Acrónimo	Área (Ha)	Área (%)	Registro Fotográfico
	Norte (m)	Este (m)										
1	673775,974	944592,420	Sistema Orogénico Andino	Cordillera Occidental	Ambiente Denudacional	Lomo denudado	Dlmd	Lomo denudado bajo de longitud larga	Dldebl	34	5,55	
2	674229,456	945087,410	Sistema Orogénico Andino	Cordillera Occidental	Ambiente Denudacional	Escarpe de erosión	Dee	Escarpe de erosión mayor	Deem	58	9,477	
3	674429,469	942836,298	Sistema Orogénico Andino	Cordillera Occidental	Ambiente Denudacional	Cima	Dema	Cima	Dema	5	0,8169	

4	674210,405	944375,995	Sistema Orogénico Andino	Cordillera Occidental	Ambiente Denudacional	Escarpe de erosión	Dee	Escarpe de erosión menor	Deeme	9	1,47	
5	674379,693	944829,866	Sistema Orogénico Andino	Cordillera Occidental	Ambiente Denudacional	Ladera	Dla	Ladera de erosión	Del	46	7,516	
6	674470,020	944245,832	Sistema Orogénico Andino	Cordillera Occidental	Ambiente Denudacional	Ladera	Dla	Ladera denudativa	Dld	40	0,2287	

7	674612,272	943357,879	Sistema Orogénico Andino	Cordillera Occidental	Ambiente Estructural	Cerro estructural	Scce	Cerro estructural	Scce	65	10,62	
8	674029,136	944648,071	Sistema Orogénico Andino	Cordillera Occidental	Ambiente Estructural	Espolón	Ses	Espolón moderado de longitud larga	Sesml	151	24,67	
9	674489,069	944634,466	Sistema Orogénico Andino	Cordillera Occidental	Ambiente Estructural	Ladera	Sla	Ladera estructural	Sle	9	1,47	
10	674275,232	944179,978	Sistema Orogénico Andino	Cordillera Occidental	Ambiente Fluvial	Cauce aluvial	Fca	Cauce aluvial	Fca	4	0,653	

11	674407,961	945253,437	Sistema Orogénico Andino	Cordillera Occidental	Ambiente Fluvial	Planicie de inundación o llanura de inundación	Fp	Plano o llanura de inundación	Fpi	1	0,163	
12	673946,489	944147,514	Sistema Orogénico Andino	Cordillera Occidental	Ambiente Antropogénico	Zona Urbana	Aznu	Suelo Urbano	Asurb	30	4,901	