

**CARACTERIZACIÓN E IDENTIFICACIÓN GEOMORFOLÓGICA EN LOS BARRIOS
COLINAS DE VISTA HERMOSA, ANTONIO NAVARRO Y MONTEVIDEO DEL
MUNICIPIO DE VILLA DEL ROSARIO, NORTE DE SANTANDER**



DAYANA MARCELA HERNÁNDEZ GARCÍA

**UNIVERSIDAD DE PAMPLONA
DEPARTAMENTO DE FÍSICA - GEOLOGÍA
FACULTAD DE CIENCIAS BÁSICAS
PROGRAMA DE GEOLOGÍA
VILLA DEL ROSARIO**

2021

**CARACTERIZACIÓN E IDENTIFICACIÓN GEOMORFOLÓGICA EN LOS BARRIOS
COLINAS DE VISTA HERMOSA, ANTONIO NAVARRO Y MONTEVIDEO DEL
MUNICIPIO DE VILLA DEL ROSARIO, NORTE DE SANTANDER**

DAYANA MARCELA HERNÁNDEZ GARCÍA

**Trabajo de grado, modalidad practica empresarial
presentado como requisito para optar al título de
GEÓLOGA**

Director Académico

ILICH SEBASTIÁN VILLAMIZAR SOLANO

Geólogo

Director Empresarial

DIEGO ANDRES LEAL GELVEZ

Secretario de planeación

**UNIVERSIDAD DE PAMPLONA
DEPARTAMENTO DE FÍSICA - GEOLOGÍA
FACULTAD DE CIENCIAS BÁSICAS
PROGRAMA DE GEOLOGÍA
VILLA DEL ROSARIO**

2021

AGRADECIMIENTOS

Agradezco primero a Dios y a mis abuelos, Roberto y Agustina, mis dos ángeles, que me permitieron esta oportunidad de culminar esta etapa de mi vida, por haberme dado la fuerza y el conocimiento para superar los retos de cada día.

A mis padres por su esfuerzo, amor y dedicación en forjar la persona que soy, por estar presentes no solo en esta etapa de mi vida, sino en todo momento ofreciéndome lo mejor, por sus consejos y por darme el apoyo incondicional en el desarrollo de mi formación.

A cada maestro que hizo parte de mi proceso integral de mi formación profesional, en especial al profesor Ilich Villamizar por su disponibilidad.

A mi novio por todas sus palabras de aliento y apoyo moral durante el desarrollo de este trabajo de grado.

A la Alcaldía municipal de Villa del Rosario, en especial al secretario de Planeación, Diego Leal, por darme la oportunidad de hacer parte de su equipo de trabajo y brindarme todas las facilidades necesarias para la ejecución de mi trabajo de grado.

A todos los compañeros y amigos, durante el transcurso de la carrera universitaria, en especial a Jesús Emilio Osorio Contreras quien fue mi apoyo y acompañamiento en la ejecución de este trabajo, y a aquellos que hicieron parte este proceso formativo en el cual hubo grandes momentos, gracias a todos ellos.

TABLA DE CONTENIDO

RESUMEN	8
INTRODUCCIÓN	10
1. OBJETIVOS	11
2.1. OBJETIVO GENERAL	11
2.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS	11
3. MARCO DE REFERENCIA	12
3.1. LOCALIZACIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO	12
3.2. MARCO GEOMORFOLÓGICO.....	13
3.2.1. AMBIENTE ANTRÓPICO	13
3.2.2. AMBIENTE DENUDACIONAL	13
3.2.3. AMBIENTE ESTRUCTURAL.....	13
3.3. MARCO GEOLÓGICO	14
3.3.1. GEOLOGÍA REGIONAL.....	14
3.3.2. GEOLOGÍA LOCAL	15
3.3.2.1. Unidades del Neógeno	15
3.3.2.1.1. Grupo Guayabo (N1N2g)	15
3.3.2.2. Depósitos cuaternarios	15
3.3.2.2.1. Depósitos recientes de llanura aluvial (Q2al)	15
3.3.3. GEOLOGÍA ESTRUCTURAL LOCAL	15
3.3.3.1. FALLA DE AGUASCALIENTES	15
3.3.3.2. FALLA DE EL LOMITO	16
3.3.3.3. SINCLINAL DE CÚCUTA.....	16
4. MARCO TEÓRICO	17
4.1. GEOMORFOLOGÍA	17
5. METODOLOGÍA	20
5.1. Fase 1: Recopilación y revisión de fuentes de información	20
5.2. Fase 2: Pre – Campo e interpretación.....	21
5.2.1. Mapa Topográfico	21
5.2.2. Obtención de atributos cuantitativos	21
5.2.2.1. Pendientes	21
5.2.2.2. Hipsometría.....	22
5.2.2.3. Curvatura.....	23

5.2.2.4. Aspecto	23
5.3. Fase 3: Etapa de campo.....	24
5.3.1. Recopilación de datos.....	25
5.3.2. Elaboración del mapa de elementos geomorfológicos	25
5.4. Fase 4: Elaboración del informe final	25
6. ANÁLISIS Y RESULTADOS.....	26
6.1. Análisis morfométricos y morfológicos.....	26
6.1.1. Pendientes.....	26
6.1.2. Hipsometría	27
6.1.3. Aspecto.....	28
6.1.4. Curvatura.....	29
6.2. Elementos Geomorfológicos	31
6.2.1. Ladera contrapendiente de cuesta cóncava abrupta (Scacca)	32
6.2.2. Ladera contrapendiente de cuesta cóncava inclinada (Scacci)	32
6.2.3. Ladera contrapendiente de cuesta convexa moderada a abrupta (Scacxm)	32
6.2.4. Ladera denudada suavemente inclinada (Dldsi).....	33
6.2.5. Ladera erosiva (Dle).....	34
6.2.6. Ladera estructural de cuesta cóncava abrupta (Scleca).....	35
6.2.7. Ladera estructural de cuesta convexa abrupta (Sclexa).....	35
6.2.8. Montículo y ondulación denudacional (Dmo)	36
6.2.9. Planicie (Dp)	36
6.2.10. Planicie colinada denudada cóncava inclinada (Dpcdci)	37
6.2.11. Planicie colinada denudada convexa inclinada (Dpcdcsi)	37
6.2.12. Superficie de explanación (Asp)	38
6.2.13. Valle (Dv).....	39
6.3. Procesos morfodinámicos	40
6.3.1. Deslizamiento traslacional planar	40
6.3.2. Flujos.....	42
6.3.3. Surcos	44
CONCLUSIONES.....	45
RECOMENDACIONES.....	47
BIBLIOGRAFÍA.....	48
ANEXOS	50
ANEXO A. MAPA GEOMORFOLÓGICO DE LOS BARRIOS COLINAS DE VISTA HERMOSA, ANTONIO NAVARRO Y MONTEVIDEO, ESCALA 1:2.000.	51

ANEXO B. MAPA GEOLÓGICO DEL ÁREA DE ESTUDIO.	53
ANEXO C. MAPA DE PENDIENTES.	55
ANEXO D. MAPA DE SOMBRAS.	57
ANEXO E. MAPA DE HIPSOMETRÍA.	59
ANEXO F. MAPA DE ASPECTO.	61
ANEXO G. MAPA DE CURVATURA – PLANO.	63
ANEXO H. MAPA DE CURVATURA – PERFIL.	65
ANEXO I. MAPA DE CURVATURA ESTÁNDAR.	67
ANEXO J. MAPA DE LOCALIZACIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO.	69
ANEXO K. IMAGEN SATELITAL.	71
ANEXO L. FORMATO DE CAMPO DE LOS ELEMENTOS GEOMORFOLÓGICOS Y TABLA DE LOCALIZACIÓN DE ESTACIONES Y PUNTOS DE CONTROL.	73

LISTA DE TABLA

Tabla 1. Rangos de pendiente utilizados con propósitos de análisis de ingeniería y zonificación de amenazas por movimientos en masa.	22
Tabla 2. Clasificación de las elevaciones de la zona de estudio	22
Tabla 3. Clasificación de las orientaciones de la pendiente – aspecto del área de estudio	24
Tabla 4. Clasificación de la inclinación en el área de estudio.....	26
Tabla 5. Área de cada sección de altura.	27
Tabla 6. Datos de los análisis estadísticos del mapa hipsométrico.	27
Tabla 7. Datos de los análisis estadísticos del mapa de aspecto.	28
Tabla 8. Clasificación de los elementos geomorfológicos del área de estudio.	31
Tabla 9. Registro de los movimientos en masa encontrados en el área de estudio por el Sistema de Información de movimientos en masa (SIMMA), con el código de SIMMA y su ubicación geográfica.	43

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Localización del área de estudio.....	12
Figura 2. Mapa geológico del área de estudio.....	16
Figura 3. Fuerzas endógenas y fuerzas exógenas en el relieve terrestre	18
Figura 4. Esquema de jerarquización geomorfológica propuesto para INGEOMINAS.....	19
Figura 5. Diagrama de la metodología aplicada.....	20
Figura 6. Tipo de Curvatura, esta perpendicular a la dirección de máxima pendiente.	23

Figura 7. Panorámica de los barrios Antonio Navarro y Montevideo evidenciándose algunas de las geofformas.....	24
Figura 8. Fotografía a detalle de la geoforma presente en el barrio Montevideo.	24
Figura 9. Mapa de pendientes	26
Figura 10. Mapa de hipsometría.....	27
Figura 11. Histograma de Hipsometría	27
Figura 12. Mapa de aspecto.....	28
Figura 13. Histograma de Aspecto.....	28
Figura 14. Mapa curvatura de perfil.....	29
Figura 15. Mapa curvatura de planta.....	29
Figura 16. Mapa de curvatura estándar.	29
Figura 17. Mapa geomorfológico del área de estudio.....	30
Figura 18. Área (%) de los ambientes morfogenéticos del área de estudio.	32
Figura 19. Panorámica de los elementos geomorfológicos de la ladera contrapendiente de cuesta	33
Figura 20. Panorámica de la ladera denudada sobre el barrio Colinas de Vista Hermosa.....	34
Figura 21. Panorámica de la ladera erosiva, sobre los barrios Antonio Navarro y Colinas de Vista Hermosa.	34
Figura 22. Panorámica de la ladera estructural de cuesta sobre el barrio Montevideo I y II.	35
Figura 23. Panorámica del elemento geomorfológico montículo y colina denudacional sobre el barrio Antonio Navarro y Montevideo II	36
Figura 24. Panorámica de la planicie sobre el barrio Antonio Navarro y la redoma del anillo via..	37
Figura 25. Panorámica de la planicie sobre el barrio Montevideo I	38
Figura 26. Panorámica de la planicie colinada denudacional sobre el barrio Antonio Navarro .	38
Figura 27. Panorámica de la superficie de explanación sobre el barrio Antonio Navarro.....	38
Figura 28. Panorámica de la superficie de explanación sobre el barrio Montevideo I.	39
Figura 29. Panorámica de la superficie de explanación sobre el barrio Montevideo I.	39
Figura 30. Deslizamiento 1. A. Panorámica del deslizamiento 1; B. Obras de mitigación artesanales realizadas por parte de los residentes; C. Evidencia del estado del deslizamiento a la fecha; D. Deslizamiento que se produjo en el año 2018.	41
Figura 31. Vista frontal del deslizamiento 2.	42
Figura 32. Vista lateral del deslizamiento 2.....	42
Figura 33. Vista frontal del flujo de lodo.....	43
Figura 34. Vista lateral del flujo de lodo.....	43
Figura 35. Flujo de lodo presente en el patio de la vivienda.....	43
Figura 36. Vista de flujo de lodo.....	43
Figura 37. Vista de flujos múltiples presente en la ladera.	44
Figura 38. Fotografía de surcos producto de la erosión pluvial.....	44

RESUMEN

El presente proyecto de práctica empresarial ha sido elaborado con información proporcionada por la secretaria de Planeación de la Alcaldía municipal de Villa del Rosario. Este proyecto permitió encontrar nuevas perspectivas del conocimiento del riesgo, así como producir mapas de zonificación a la administración municipal que sirvan como insumos para el análisis geográfico de la zona de estudio.

El objetivo principal es el reconocimiento de los elementos geomorfológicos aplicado a los movimientos en masa, en los barrios Colinas de Vista Hermosa, Antonio Navarro y Montevideo del municipio de Villa del Rosario, localizados en el departamento Norte de Santander, Colombia; con la finalidad de elaborar la cartografía correspondiente, de igual manera caracterizar e identificar las diferentes geoformas que se presentan en el área de estudio de acuerdo a la Propuesta de Estandarización de la Cartografía Geomorfológica en Colombia (Carvajal, 2012). Para ello, se llevó a cabo la consulta bibliográfica y se recopiló información de interés, la cual se analizó mediante el uso de recursos de procesos geoespaciales como modelo digital de elevación (DEM) e imágenes satelitales, y de los factores condicionantes (litología, pendiente, geomorfología). Además de esto mediante insumos temáticos se realizó la interpretación de las formas del relieve que posteriormente fueron delimitados.

Con base a lo anterior se identificaron 12 elementos geomorfológicos las cuales se encuentran agrupadas en 3 ambientes morfogenéticos. El ambiente denudacional presenta 6 componentes geomorfológicos que son el resultado de los procesos de meteorización y erosión producto de los agentes modeladores, que actuaron sobre la litosfera mediante los procesos exógenos o externos de la superficie terrestre. Dentro del ambiente estructural se presentan 5 componentes geomorfológicos y obedece a los procesos endógenos, como consecuencia de la dinámica interna de la tierra, asociados a zonas de dinámica compresiva y transformante generando así plegamientos y fallas de tipo transformante. El ambiente antropogénico agrupa 1 geoforma, las cuales corresponden a zonas de explanación.

Palabras clave: geomorfología; componente geomorfológico, movimientos en masa, Villa del Rosario.

ABSTRACT

This business practice project has been prepared with information provided by the Planning Secretary of the Villa del Rosario Municipal Mayor's Office. This project allowed finding new perspectives on risk knowledge, as well as producing zoning maps for the municipal administration that serve as inputs for the geographic analysis of the study area.

The main objective is the recognition of geomorphological elements applied to mass movements, in the Colinas de Vista Hermosa, Antonio Navarro and Montevideo neighborhoods of the Villa del Rosario municipality, located in the Norte de Santander department, Colombia; in order to develop the corresponding cartography, in the same way characterize and identify the different geoforms that occur in the study area according to the Proposal for the Standardization of Geomorphological Cartography in Colombia (Carvajal, 2012). For this, a bibliographic consultation was carried out and information of interest was collected, which was analyzed through the use of geospatial process resources such as digital elevation model (DEM) and satellite images, and the conditioning factors (lithology, slope, geomorphology). In addition to this, through thematic inputs, the interpretation of the relief forms that were later delimited was carried out.

Based on the above, 12 geomorphological elements were identified which are grouped in 3 morphogenetic environments. The denudational environment has 6 geomorphological components that are the result of the weathering and erosion processes produced by the modeling agents, which acted on the lithosphere through exogenous or external processes of the earth's surface. Within the structural environment, there are 5 geomorphological components and it is due to endogenous processes, as a consequence of the internal dynamics of the earth, associated with areas of compressive and transforming dynamics, thus generating transforming-type folding and faults. The anthropogenic environment groups 1 geoform, which correspond to grading areas.

Keywords: geomorphology; geomorphological component, mass movements, Villa del Rosario.

INTRODUCCIÓN

El presente informe, resume de forma esquemática y breve, las actividades llevadas a cabo durante el desarrollo del proyecto, estableciendo así, un correcto contexto de trabajo, con el enfoque principal de generar material de estudio y conocimiento geográfico al municipio y a su vez al público en general.

Los movimientos de masas son fenómenos naturales asociados a los procesos geomorfológicos que dan forma a la superficie terrestre, y ocurren cuando un área es susceptible a este tipo de fenómenos por motivos que se relacionan con sus características geológicas, estructurales y geomorfológicas, generado por la acción de la gravedad y otros factores que contribuyen a la desestabilización como: sismos, precipitaciones e influencia humana en la modificación del terreno.

El municipio de Villa del Rosario - Norte de Santander; cuenta con un Plan Básico de Ordenamiento Territorial (PBOT), el cual presenta un insumo de Geomorfología dentro del diagnóstico y componente urbano del municipio, en él se determinan unidades como sabanas o planicies aluviales, abanicos o conos de deyección, colinas bajas, colinas altas, karts y cordilleras, en estas unidades morfogenéticas no definen las geoformas que corresponden a cada uno de ellos. Debido a esta cuestión, se realizó el estudio detallado de los elementos geomorfológicos de los barrios Colinas de Vista Hermosa, Antonio Navarro y Montevideo del municipio a escala 1:2.000; con el fin obtener el ambiente morfogenético y el tipo de geoforma que se encuentra en la zona a partir de los atributos de morfometría, morfología y la morfodinámica. Este trabajo muestra la información recopilada en la fase de pre – campo y de campo, para la caracterización de las variables geomorfológicas, reflejado en el producto que corresponde a el Mapa de Elementos Geomorfológicos como insumo para el análisis y evaluación del ordenamiento territorial. La importancia de este estudio radica en la necesidad inmediata de elaborar estudios como la zonificación de susceptibilidad y amenaza por movimientos en masa a escala detallada, a los estudios básicos de la Planificación Territorial del municipio y a la aportación de información para la Secretaria de planeación de la alcaldía municipal de Villa del Rosario.

1. OBJETIVOS

2.1. OBJETIVO GENERAL

- ❖ Caracterizar la geomorfología en los barrios Colinas de Vista Hermosa, Antonio Navarro y Montevideo del municipio de municipio de Villa del Rosario, aplicado para la zonificación de movimientos en masa a escala 1:2.000.

2.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

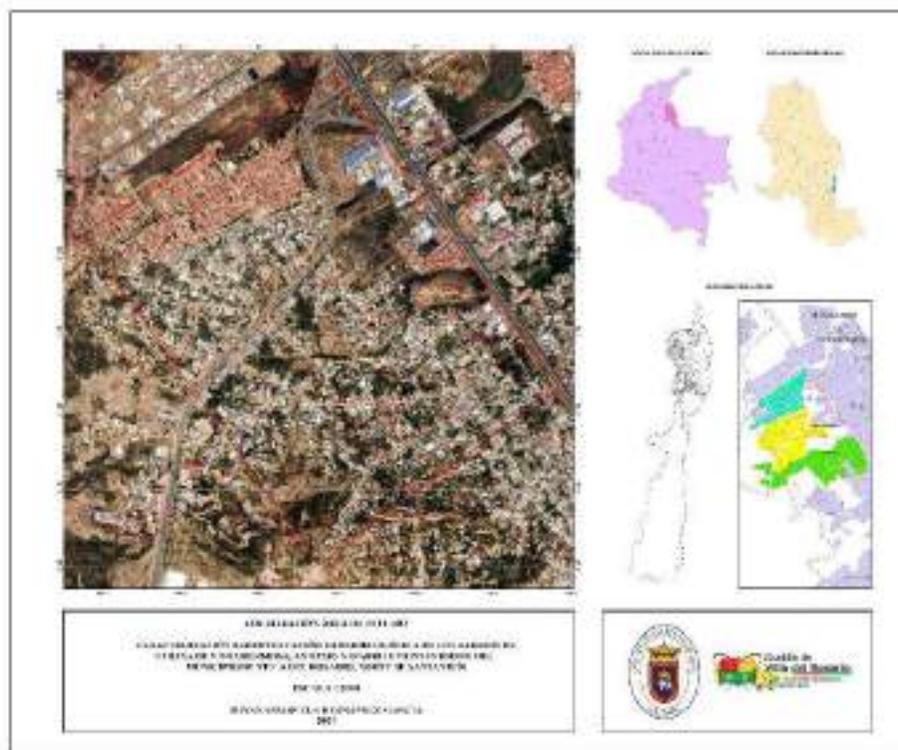
- ❖ Recopilar información bibliográfica y de campo de los componentes geomorfológicos en relación o sujetas por movimientos en masa en el municipio de Villa del Rosario.
- ❖ Caracterizar los componentes geomorfológicos a escala 1:2.000 en la zona de estudio siguiendo la guía metodológica del Servicio Geológico Colombiano (SGC) y la propuesta de estandarización de la cartografía geomorfológica de Henry Carvajal.
- ❖ Identificar los componentes básicos: morfología, morfometría y morfodinámica como parámetros para la elaboración y aplicación en el análisis por movimientos en masa a escala 1:2.000.
- ❖ Relacionar los aspectos geológicos y geomorfológicos obtenidos, los escenarios de riesgo, generando un insumo para evaluación y mitigación del riesgo en las áreas afectadas por movimientos en masa.

3. MARCO DE REFERENCIA

3.1. LOCALIZACIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO

Villa del Rosario es un municipio ubicado en la subregión oriental del departamento Norte de Santander y región andina del territorio colombiano. Limita al norte con el municipio de San José de Cúcuta, al oriente con el río Táchira, al sur con el municipio de Ragonvalia y al occidente con el municipio de Los Patios. Cuenta con un área total de 88.11 Km² de los cuales 23.91 Km² es urbano y 64.20 Km² es rural. La altitud del municipio en la cabecera municipal es de 429 msnm y variando en el perímetro urbano esta entre 300 hasta 700 msnm y su temperatura habitualmente varia de 21 °C a 33°C (PMGRD, 2019).

Figura 1. Localización del área de estudio.



Fuente: Tomado y modificado de Google Earth a través del componente ArcMap del software ArcGIS.

La zona de estudio se encuentra en el casco urbano del municipio de Villa del Rosario (*Figura 1*) correspondiendo a los barrios Colinas de Vista Hermosa, Antonio Navarro y Montevideo, situado en la Plancha geológica 88 de Cúcuta del Servicio Geológico Colombiano a escala

1:100.000, en el que afloran, según la plancha, rocas del Grupo Guayabo de edad Mioceno medio – Plioceno y depósitos cuaternarios de tipo coluvial, aluvial y terraza. El área comprende de 0.77 Km² (77 Ha).

3.2. MARCO GEOMORFOLÓGICO

Se describirá los ambientes y geoformas presentes en el área de estudio del municipio de Villa del Rosario, Norte de Santander.

3.2.1. AMBIENTE ANTRÓPICO

Incluye las geoformas originadas como resultado de la intervención del hombre sobre el terreno, en la mayoría de los casos con el objetivo de realizar construcción de vivienda y adecuación de nuevas vías, que modifica la morfología natural del terreno (Carvajal, 2012).

3.2.2. AMBIENTE DENUDACIONAL

La denudación se refiere a la meteorización y desgaste de los materiales rocosos, por acción combinada de las fuerzas de desplazamiento y de los agentes geomorfológicos, añadiendo el remodelado del relieve y paulatina reducción de la superficie terrestre (Gutiérrez Elorza, 2008). Estos incluyen las geoformas cuya expresión morfológica está definida por la acción combinada de procesos moderados a intensos de meteorización, erosión y transporte de origen gravitacional y pluvial que han remodelado las unidades preexistentes, de la misma manera crean nuevas formas de acumulación de sedimentos (Carvajal, 2012).

3.2.3. AMBIENTE ESTRUCTURAL

Este ambiente se ve reflejado en el modelamiento de las geoformas a partir del carácter de sus litologías y estructuras, asociados principalmente a la dinámica interna de la tierra (Gutiérrez Elorza, 2008). Algunos rasgos principales o regionales relacionada, se puede decir como los plegamientos y fallas, la cual se puede reflejar mediante la morfología que está definida por la litología, la disposición estructural y de los procesos tectónicos que estos sufrieron previamente. Estos aún conservan características propias de las estructuras originales ya que los procesos denudativos no la han afectado en su totalidad. Por lo tanto, estas geoformas permiten visualizar la constante interacción entre los procesos tectónicos, estos generando un relieve prominente y diferenciado originando nuevas geoformas, y los procesos denudativos, mediante la actuación de agentes externos por procesos superficiales meteorizan que dan nueva forma al relieve ya creado.

3.3. MARCO GEOLÓGICO

A continuación, se describirá la geología presente en el municipio de Villa del Rosario, Norte de Santander.

3.3.1. GEOLOGÍA REGIONAL

En el departamento Norte de Santander cuenta con el macizo de Santander y la cuenca del Catatumbo, estas con formaciones de edades desde precámbrico hasta el cuaternario. El municipio de villa del rosario se localiza en la cuenca del Catatumbo y esta es una cuenca antepaís que ha evolucionado geológicamente en medio de procesos de apertura, levantamiento y esfuerzos transpresivos que se ven reflejados en las fallas y pliegues (Lozano & Zamora, 2014).

Esta cuenca se caracteriza por una sucesión sedimentaria de origen ígneo, marino y fluvial, por ende su basamento está conformado por rocas metamórficas y sedimentarias, las primeras están ubicadas principalmente en el gneis de Bucaramanga y la formación Silgará; las segundas se encuentran en las formaciones Floresta y Diamante (Clavijo, 1994); estratigráficamente consta de las formaciones: Rio Negro caracterizada por depósitos de origen clástico, esta no presenta deformación y descansa sobre la formación La Quinta; Tibú, Mercedes y Aguardiente son de origen marino de plataforma interna y se constituyen en rocas reservorio; Capacho y Luna son de origen marino, de plataforma media a externa y depositadas durante la máxima superficie de inundación, se constituyen en roca fuente y Colon – Mito Juan son de origen marino y de plataforma media alterna, depositadas cuando el nivel del mar inicia su retroceso y se constituyen en roca sello, todas estas de edad cretácica y ubicadas al NW y SW de la cuenca. Estas presentan intrusiones de rocas ígneas pertenecientes al Batolito de Agua Blanca ubicada al SW de la cuenca y la formación La Quinta ubicada al NE del Batolito de Agua Blanca, ambas de edades jurásicas. El levantamiento y erosión de los Andes en el cenozoico, da origen a la cuenca antepaís Catatumbo, rellena por las formaciones: Catatumbo, Barco y Los Cuervos, fueron depositadas en un ambiente de planicie costera a aluvial y se constituyen principalmente en roca sello; Mirador y Carbonera, sus límites superior e inferior son inconformidades, se depositan en un ambiente aluvial a costero, considerándose muy buenos reservorios (Pedraza & Ramírez, 2011); León, depositada en un ambiente costero; la inconformidad del Mioceno se constituye en su límite superior y se comporta principalmente como roca sello y el grupo Guayabo y la formación Necesidad fueron depositadas durante el levantamiento del macizo de Santander y Mérida, en un ambiente de planicie a abanico aluvial (Lozano & Zamora, 2014).

3.3.2. GEOLOGÍA LOCAL

La zona de estudio posee las siguientes unidades litológicas, y se mencionan desde la más antigua hasta la más reciente (*Figura 2*).

3.3.2.1. Unidades del Neógeno

3.3.2.1.1. Grupo Guayabo (N1N2g)

Esta unidad definida por Notestein et al, (1944) donde describió arcillolitas abigarradas areniscas macizas, hasta conglomerados. Mientras que el (Oviedo Reyes, Ríos Blandón, & García Pérez, 2016) Arenitas lodosas de grano muy fino a fino bioturbadas, lodolitas arenosas, lodolitas y arcillolitas vari coloreadas intercaladas; con cuarzo arenitas de grano fino a medio, arenitas lodosas y arenitas conglomeráticas.

3.3.2.2. Depósitos cuaternarios

3.3.2.2.1. Depósitos recientes de llanura aluvial (Q2al)

Depósitos de carácter transitorio desarrollados sobre el cauce de una corriente de agua y/o su llanura de inundación. Principalmente son producto de la erosión y transporte de material en una cuenca de drenaje. Como resultado de una dinámica fluvial reciente se asocia principalmente al río Táchira, así como de Quebradas (Oviedo Reyes, Ríos Blandón, & García Pérez, 2016).

3.3.3. GEOLOGÍA ESTRUCTURAL LOCAL

El municipio de Villa del Rosario se encuentra sobre el eje de un sinclinal y se presenta fallas de tipo inversa y transformante, se describirán a continuación:

3.3.3.1. FALLA DE AGUASCALIENTES

Con una expresión en el área de estudio de 9.5 Km es la el principal rasgo morfotectónico del área por corresponder a la extensión suroccidental de la Falla de Boconó. Actualmente es reconocida como la estructura que causo el sismo de 1875, donde gran parte de la ciudad de Cúcuta fue destruida (Diederix et al., 2009). Las fallas que hacen parte del sistema consisten en: Falla Aguascalientes, Cúcuta, El Lomito, el Pórtico (continuación Falla de Aguascalientes al SW), Panamá y San Pedro (Oviedo Reyes, Ríos Blandón, & García Pérez, 2016).

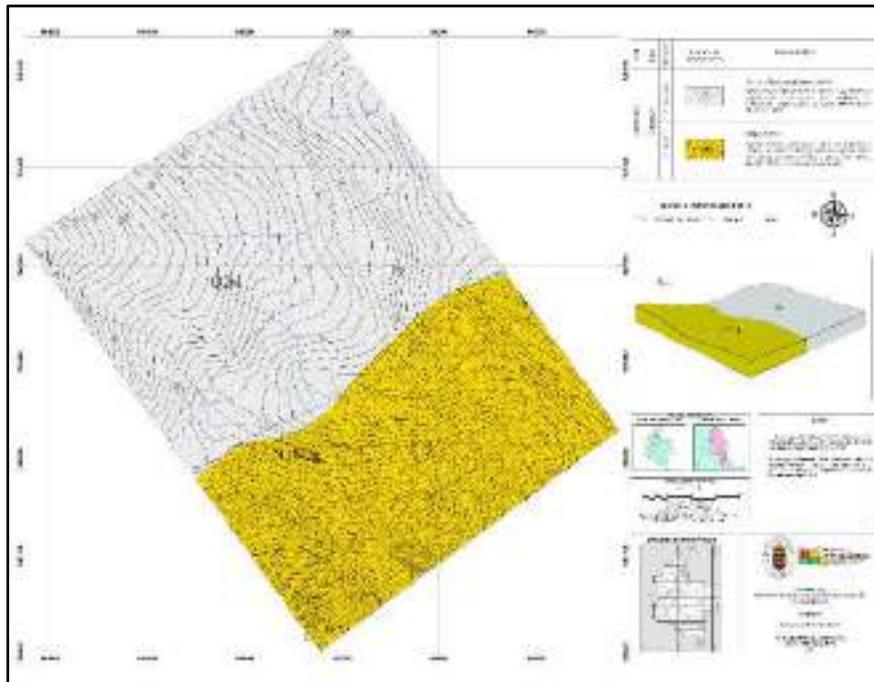
3.3.3.2. FALLA DE EL LOMITO

Esta falla perteneciente al Sistema de Fallas de Aguascalientes se ubica al sur-orientado de la plancha 88 – Cúcuta con una extensión de 5 km. Su carácter se define como una falla de cabalgamiento con vergencia hacia el SE. Una característica que resalta del trazo de la falla es un alto topográfico, lomo proyectado hacia el SW, sobre la llanura de inundación del río Táchira sobre su orilla izquierda (Diederix et al., 2009) (Oviedo Reyes, Ríos Blandón, & García Pérez, 2016).

3.3.3.3. SINCLINAL DE CÚCUTA

Es un pliegue cilíndrico con un azimut de cabeceo de 53° al NE y un ángulo de inmersión de 27° aproximadamente, su plano axial se encuentra buzando hacia el SE (139° , dip direction) con ángulo de buzamiento de 85° aproximadamente, y sugiere una vergencia según el análisis realizado por proyección estereográfica hacia el NW, aunque por el alto grado de buzamiento se puede indicar que se trata de un pliegue vertical con cabeceo. En superficie presenta una amplitud de 4 km de ancho (perpendicular al eje) y una longitud de 7 km, su ángulo inter-limbo de 56° indica que es un pliegue cerrado. Gran parte de su eje axial se encuentra recubierto por depósitos sedimentarios inconsolidados de terrazas fluviales.

Figura 2. Mapa geológico del área de estudio.



Fuente: Plancha geológica 88 – Cúcuta del Servicio Geológico Colombiano (SGC).

4. MARCO TEÓRICO

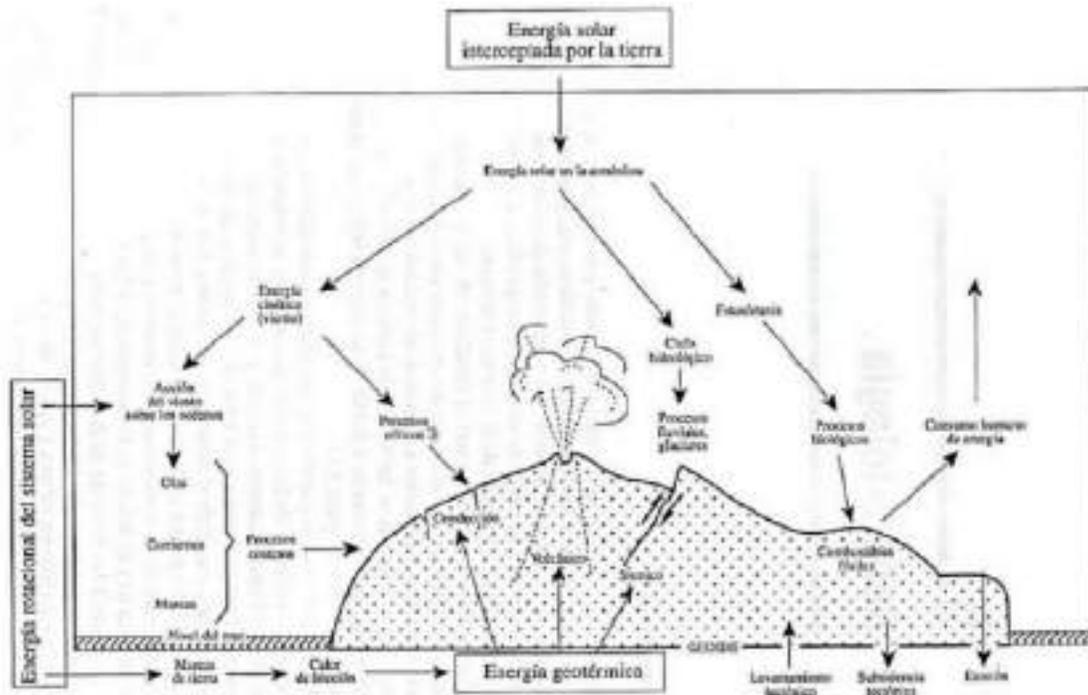
4.1. GEOMORFOLOGÍA

La geomorfología es ante todo una ciencia de observación, que busca identificar y separar paisajes a partir de mapas topográficos, modelos digitales de elevación o de terreno, documentos de sensores remoto que permiten vistas estereoscópicas, pero principalmente mediante la lectura de los rasgos y características fisiográficos en el campo, donde las geoformas pueden ser percibidas por visión humana o sensores artificiales, porque tienen una apariencia fisionómica en la superficie de la tierra (Zinck, 2012); además la geomorfología constituye el factor más importante para el análisis de la evolución del territorio y su relación con la ocurrencia de procesos con características definidas, como lo puede ser las amenazas de tipo natural o geológicas (Rodríguez Castiblanco, y otros, 2017). Las formas del terreno son el resultado de la interacción entre fuerzas endógenas (procesos tectónicos de formación de volúmenes montañosos) y fuerzas exógenas (procesos erosivos de destrucción y modelado de relieves) (*Figura 3*). Las fuerzas endógenas se nutren de la energía geotérmica, mientras que las fuerzas exógenas se generan a partir de la energía solar y de la energía rotacional de la tierra (Gutiérrez, 2004). Por ende, la morfodinámica es la parte de la geomorfología que trata de los procesos geodinámicos externos o procesos exógenos (principalmente denudativos), tanto antiguos como recientes que han modelado y continúan modelando el relieve y son los responsables del estado actual de las geoformas o unidades de terreno (SGC, 2012). Los procesos geomórficos son dinámicos y por lo tanto corresponden a todos los movimientos que han experimentado la tierra desde sus inicios, tanto aquellos que se originan en su interior (Geodinámica interna o procesos endógenos), como los que se generan por la interacción de la hidrosfera, biosfera, la atmósfera y litósfera que actúan en la superficie terrestre (Geodinámica externa, o procesos exógenos).

Los procesos exógenos, se representan por fenómenos que actúan en la superficie terrestre que se encargan de remodelar el relieve inicial de forma que se reduzca su volumen, también son los encargados de desgastar el material por medio de procesos como meteorización física y/o química de las rocas, erosión y transporte de material sedimentario generado y de los fenómenos de movimientos en masa. Estos procesos destructores y modificadores de las geoformas iniciales son a la vez constructores de nuevos paisajes mediante procesos de sedimentación o depositación de materiales transportados, en el cual se establece un equilibrio denudación – acumulación, la

estabilidad de estos, depende de la resistencia y tipo de roca o sedimento, la acción y tiempo de duración de los agentes meteóricos propios de las condiciones climáticas que predominan en cada lugar determinado (CARVAJAL, 2011).

Figura 3. Fuerzas endógenas y fuerzas exógenas en el relieve terrestre



Fuente: Tomado de Salas y Batalla, 1996.

Después de lo anterior expuesto, para la elaboración de este estudio, con base a la metodología del SGC, 2016; en vista de que la escala de trabajo propuesta, se requiere un mapa geomorfológico detallado en relación a los elementos geomorfológicos en el área de estudio, el cual se considera un insumo importante como base para la elaboración de mapas relacionados con otros factores como lo es el clima, el suelo, la hidrología y la vegetación o para la evaluación de amenazas y riesgos naturales, además en la planificación territorial. El componente o elemento geomorfológico corresponde al máximo nivel de detalle de una subunidad geomorfológica, determinada por los rasgos del relieve y por la morfometría detallada del terreno (CARVAJAL, 2011), donde el objetivo básico es caracterizar e identificar las geoformas desde los siguientes componentes: morfológicos, morfométricos y morfodinámicos, de acuerdo con (Van Zuidam, 1985) se definen:

➤ **Morfometría**

Trata de los aspectos cuantitativos de las geoformas. Medidas, dimensiones y valores.

➤ **Morfología**

Trata de la apariencia y forma del relieve en general.

➤ **Morfodinámicos**

Trata de los 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 los agentes como el viento, agua, hielo y la acción de la gravedad terrestre, que modifica las geoformas preexistentes.

Según Carvajal, 2011, una jerarquía de unidades o categorías geomorfológicas se pueden identificar en un área determinada, dependiendo de la escala de trabajo y debe permitir un análisis sistémico de la evolución geomorfológica y geológica de la misma., proponiendo una clasificación con las siguientes características de mayor a menor (*Figura 4*).

Figura 4. Esquema de jerarquización geomorfológica propuesto para INGEOMINAS



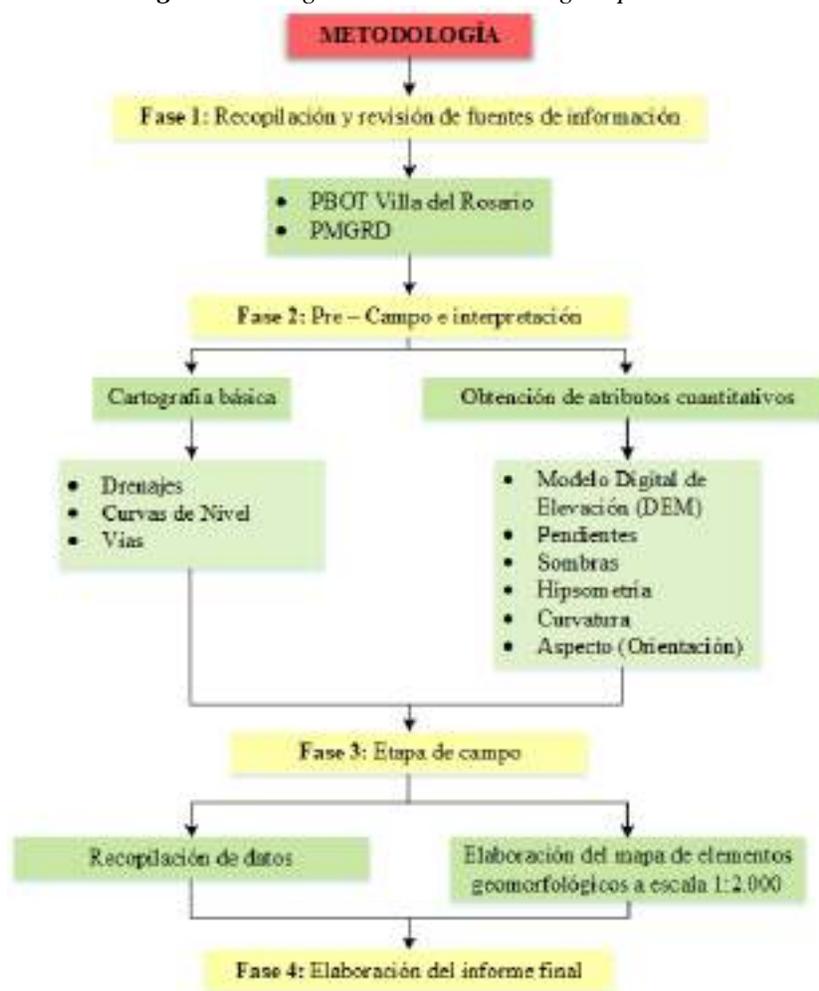
Fuente: Tomado y modificado de Velásquez (1.999) e INGEOMINAS (1.999), Carvajal (2.002 – 2.008).

La nomenclatura propuesta, está definida por caracteres combinados de letras y números, definidos por el origen de la geoforma, nombre de las unidades y subunidades y al final números que determinan la posición del Elemento en la subunidad. Cartográficamente la diferenciación de elementos geomorfológicos, se plantea hacerlo acorde con las características de los tipos de material (rocas o sedimentos), utilizando los achurados estándar de geología.

5. METODOLOGÍA

La metodología que se implementó para la ejecución del presente proyecto consto de 4 fases (*Figura 5*), de tal forma que se buscó hacerse de una manera secuencial, con el fin de cumplir con cada uno de los objetivos propuestos culminando con éxito este proyecto. De esta manera, la realización del mapa geomorfológico consistió en:

Figura 5. Diagrama de la metodología aplicada.



Fuente: Autor.

5.1. Fase 1: Recopilación y revisión de fuentes de información

Para analizar los procesos morfodinámicos y los factores condicionantes que se encuentran en el área de estudio, se realizó una recopilación y revisión de fuentes de información disponibles para esta área, por tal motivo, se tomó la cartografía base del plan de ordenamiento territorial del

municipio de Villa del Rosario (PBOT, 2013), descripción y análisis del plan municipal de gestión de riesgo del desastre (PMGRD, 2019) y del sistema de información de movimientos en masa (SIMMA) del Servicio Geológico Colombiano; además para complementar el contexto geológico y geomorfológico regional, se tomaron como referencia los documentos oficiales del Servicio Geológico Colombiano de la plancha 88 – Cúcuta a escala 1:100.000 (Oviedo Reyes, Ríos Blandón, & García Pérez, 2016) (SGC & Universidad de Caldas, 2015).

5.2. Fase 2: Pre – Campo e interpretación

En esta fase se llevó a cabo el análisis geomorfológico del área de estudio por medio de la interpretación de modelos de elevación, imágenes satelitales y mapas topográficos, para su procesamiento se utilizó los softwares ArcGIS, Google Earth y AutoCAD.

A continuación, se mostrará cada uno de los insumos que se aplicó en esta fase y se hará una breve descripción de lo que se obtuvo de cada uno de ellos:

5.2.1. Mapa Topográfico

Para este insumo se tuvo en cuenta la base cartográfica del plan básico de ordenamiento territorial (PBOT, 2013) del municipio de Villa del Rosario, la cual se tomó y adecuó en la realización del polígono que delimitará el área de estudio.

5.2.2. Obtención de atributos cuantitativos

La obtención de los atributos cuantitativos se llevó a cabo mediante modelos de elevación digital (DEM) a una resolución de 2 metros, adquirido por medio de procesamientos de imágenes satelitales de Google Earth, esta se exportó al componente CAD Earth del software AutoCAD, mediante esto se generaron las curvas de nivel con una equidistancia entre curvas de 2 metros y a través de esta, en el componente ArcGIS, se creó el modelo digital de elevación a partir de las curvas de nivel por medio de las herramientas «Create TIN» y «TIN to Raster». Con ello se obtuvo:

5.2.2.1. Pendientes

La pendiente se define como el ángulo existente entre la superficie del terreno y la horizontal, cuyo valor se expresa en grados de 0 a 90. La pendiente se puede considerar como un factor importante en la ocurrencia de movimientos en masa en la medida en que se relaciona directamente

con las tensiones de corte tangenciales y normales en los materiales superficiales, e influye también en la distribución de agua en la ladera (Rodríguez Castiblanco, y otros, 2017). Para el área de estudio los rangos de pendientes se clasificaron según el grado de inclinación (*Tabla 1*).

Tabla 1 Rangos de pendiente utilizados con propósitos de análisis de ingeniería y zonificación de amenazas por movimientos en masa.

INCLINACIÓN (°)	PROCESOS CARACTERÍSTICOS Y CONDICIONES DEL TERRENO
0 – 2	Plano a casi plano. No hay denudación apreciable
2 – 4	Suavemente inclinado. Movimientos en masa de baja velocidad y procesos erosivos de diferentes tipos, especialmente bajo condiciones periglaciares (soliflucción) y fluviales (erosión laminar y en surcos). Susceptible a desarrollar procesos erosivos.
4 – 8	Inclinado. Condiciones similares a las anteriores. Alta susceptibilidad a desarrollar procesos erosivos.
8 -16	Moderadamente abrupto. Movimientos en masa de todos los tipos, especialmente soliflucción periglaciara, reptación y ocasionalmente deslizamientos, también erosión de tipo laminar y en surcos. Susceptible a erosión y deslizamientos.
16 – 35	Abrupto. Procesos denudacionales intensos de diferentes tipos (erosión bajo cubierta forestal, reptación, deslizamientos). Alta propensión al desarrollo de procesos erosivos.
35 – 55	Muy abrupto. Afloramientos rocosos, procesos denudacionales intensos, depósitos granulares caóticos de poco espesor.
> 55	Extremadamente abrupto. Afloramientos rocosos. Procesos denudacionales muy fuertes, especialmente “denudación de escarpe”; susceptible a rodamiento de rocas.

Fuente: Tomado de Van Zuidan (1986).

5.2.2.2. Hipsometría

Para el análisis hipsométrico, este se basa en la visualización e interpretación de histogramas de frecuencia de los modelos de elevación digital, en donde se compara el número de celdas por cada valor en altura, para poder apreciar el comportamiento y los rasgos geomorfológicos generales del terreno identificando grandes segmentos correspondientes a los distintos sub-relieves dentro del área de estudio del municipio de Villa del Rosario (Giraldo Villa, 2014), clasificando los rangos de los valores de altitud definidas para la zona de estudio (*Tabla 2*).

Tabla 2. Clasificación de las elevaciones de la zona de estudio.

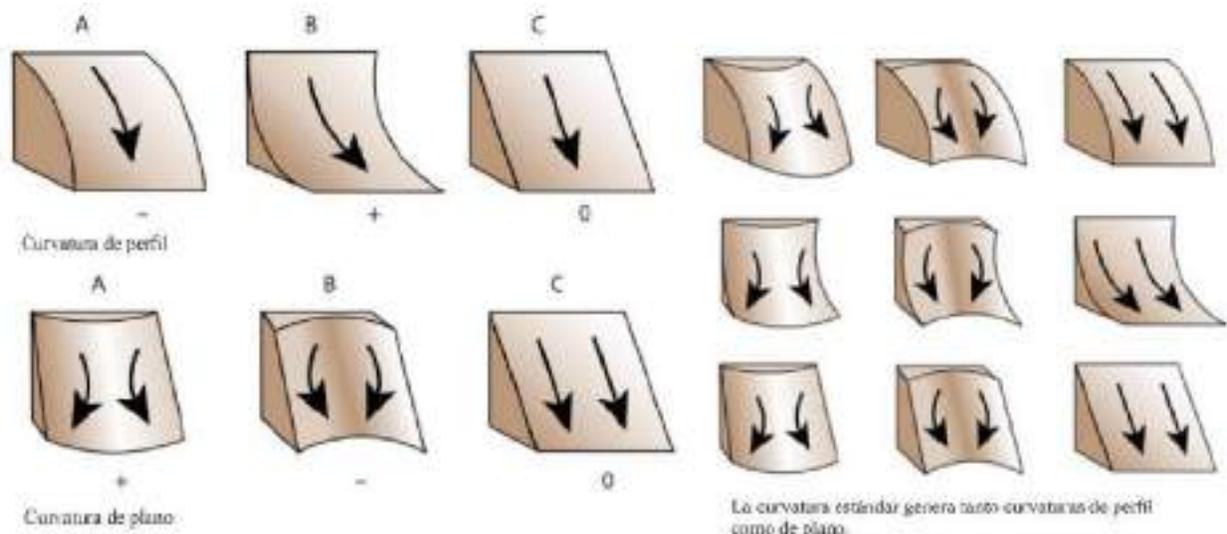
Elevación (msnm)	
385,3182983 - 399,2973846	434,4705694 - 443,4893346
399,2973847 - 409,6689647	443,4893347 - 453,4099765
409,6689648 - 417,7858535	453,4099766 - 466,4871862
417,7858536 - 425,9027423	466,4871863 - 482,2700255

Fuente: Autor.

5.2.2.3. Curvatura

La curvatura indica la forma de las laderas y permite determinar el grado de concavidad o convexidad mediante el radio de curvatura de una celda según un plano vertical. Los valores se clasifican según su rango, si el valor es positivo indica que la superficie es lateralmente convexa hacia la celda., si el valor es negativo indica que la superficie es lateralmente cóncava hacia la celda y si el valor está alrededor de cero hace referencia que el valor es lineal o plana (*Figura 6*).

Figura 6. Tipo de Curvatura, esta perpendicular a la dirección de máxima pendiente.



Fuente: Tomado de ESRI (2017).

5.2.2.4. Aspecto

El aspecto corresponde a la orientación de la superficie que es el componente direccional de la pendiente. Los valores de cada una de las celdas indican la dirección de azimut a la que se dirige la superficie, es decir, la dirección de brújula a la que apunta la superficie en cada ubicación (López López, 2006). Para obtener el mapa de orientaciones se utilizó el software ArcGIS, mediante el componente ArcMap, donde se empleó la herramienta «Aspect» para el área de estudio. Una vez obtenido el mapa de orientaciones, las direcciones se clasificaron se clasificó en 8 intervalos, lo que significa que 360° se dividió en 8 partes iguales y se asignó un valor de grados azimut (*Tabla 3*).

Tabla 3. Clasificación de las orientaciones de la pendiente – aspecto del área de estudio.

Dirección	Intervalos de la orientación (Grados Azimut)
Norte	(0 - 28,23)
Noreste	(28,23 - 60,75)
Este	(60,75 - 95,99)
Sureste	(95,99 - 134,11)
Sur	(134,11 - 210,35)
Suroeste	(210,35 - 297,88)
Oeste	(297,88 - 340,23)
Noroeste	(340,23 - 359,99)

Fuente: Autor.

5.3. Fase 3: Etapa de campo

Esta fase se hizo con el fin de obtener y validar la información obtenida en las fases anteriores, se tomaron datos relacionados con las geoformas y los componentes geomorfológicos (*Figura 7* y *Figura 8*), litología, formas de relieve, inclinaciones de ladera, datos estructurales, tipos de material, procesos morfodinámicos, entre otros.

Figura 7. Panorámica de los barrios Antonio Navarro y Montevideo evidenciándose algunas de las geoformas.



Figura 8. Fotografía a detalle de la geoforma presente en el barrio Montevideo.



Fuente: Autor.

5.3.1. Recopilación de datos

En esta etapa se recolecto información referente a los parámetros morfológicos y morfométricos. Para lo cual, se realizó una recopilación de datos referentes a los atributos de morfometría y morfología, para ello, se tomó y modifico el formato de campo de “Caracterización de Geoformas – Geomorfología aplicada. Mapa de Elementos geomorfológicos. Formato de Campo” de la Guía metodológica para estudios de amenaza, vulnerabilidad y riesgo por movimientos en masa a escala detallada del SGC, 2016.

5.3.2. Elaboración del mapa de elementos geomorfológicos

En esta actividad se plasmó toda la información obtenida en la recopilación de datos de las etapas anteriores, para la elaboración del mapa geomorfológico del área de estudio a escala 1:2.000, el cual se siguió la siguiente metodología, tomándose como referencia la Propuesta de Estandarización de la Cartografía Geomorfológica de Colombia (CARVAJAL, 2011) y la Guía metodológica para la zonificación de amenaza por movimientos en masa del Servicio Geológico Colombiano (Rodríguez Castiblanco, y otros, 2017), donde se encontrará estructurado por todas características descritas y el trazo de los componentes geomorfológicos que representa el máximo nivel de detalle de las geoformas. Finalmente, se aplicó los estándares de nomenclatura y color para los elementos geomorfológicos sugeridos en SGC, 2016 y (CARVAJAL, 2011).

5.4. Fase 4: Elaboración del informe final

En esta última fase se procedió a redactar el informe donde se muestra la descripción e interpretación del mapa geomorfológico con sus respectivos resultados y análisis de los mismos durante la ejecución del proyecto, obteniéndose como resultado el presente informe final.

6. ANÁLISIS Y RESULTADOS

La caracterización realizada se clasifica en la dimensión de conocimiento del riesgo según el Diagnóstico del Plan de Desarrollo Municipal (2020 - 2023) de Villa del Rosario, en el Sector Gestión de Riesgos de Desastres, la cual ha sido la menos impactada en el municipio desde el año 2016, ya que se ha priorizado las dimensiones de fortalecimiento institucional, manejo y reducción del desastre. Esto ha llevado al desconocimiento de aquellos factores y causas que pueden dar lugar a los eventos de riesgo.

6.1. Análisis morfométricos y morfológicos

El análisis morfométrico se basó en el cálculo de los atributos cuantitativos de geomorfología general como las pendientes, hipsometría, aspecto (orientación de la pendiente) y curvatura. Cada uno de los atributos se describe a continuación:

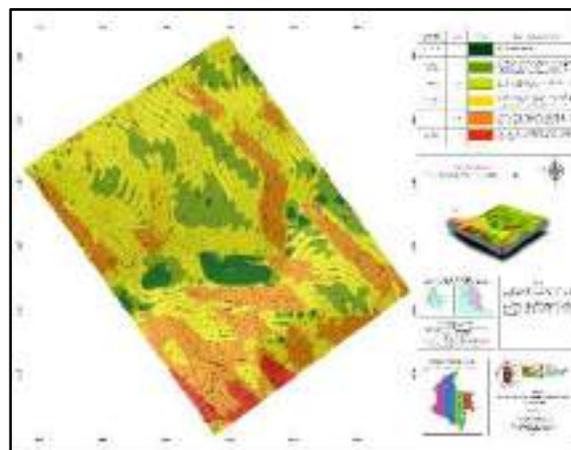
6.1.1. Pendientes

Los rangos y resultados del análisis de pendiente en el área de estudio se muestran en la *Figura 9* y *Tabla 4*. Se observa que en el área de estudio predomina las pendientes moderadamente abruptas (48,84%) y abruptas (29,59%), esto sugiere que el área de estudio es susceptible a desarrollar movimientos en masa, procesos erosivos como surcos y cárcavas, presentándose de igual manera procesos denudacionales.

Tabla 4. Clasificación de la inclinación en el área de estudio.

Condición del terreno	Inclinación (°)	Área (m ²)	Área (%)
Plano a casi plano	0 – 2	8.537,19	0,98
Suavemente inclinado	2 – 4	26.387,70	3,03
Inclinado	4 – 8	142.803,97	16,4
Moderadamente abrupto	8 – 16	425.307,95	48,84
Abrupto	16 – 35	257.667,57	29,59
Muy abrupto	> 35	10.089,40	1,16

Figura 9. Mapa de pendientes.



Fuente: Autor

6.1.2. Hipsometría

El análisis hipsométrico permitió una zonificación más precisa de elementos geomorfológicos como las laderas, montículos y planicies. La clasificación de colores utilizadas por cada segmento de altura permitió interpretar los resultados del análisis hipsométrico, igualmente se obtuvo el mapa hipsométrico del área de estudio y se realizó un análisis estadístico del raster, este comprende de un área total de 776.394 m² (Figura 10). En la Tabla 5, se puede observar los rangos de altura y el área que ocupa cada sección en la zona de estudio, las alturas que se presentan con mayor área son aquellas que corresponden a las planicies colinadas y las laderas erosivas.

Figura 10. Mapa de hipsometría.

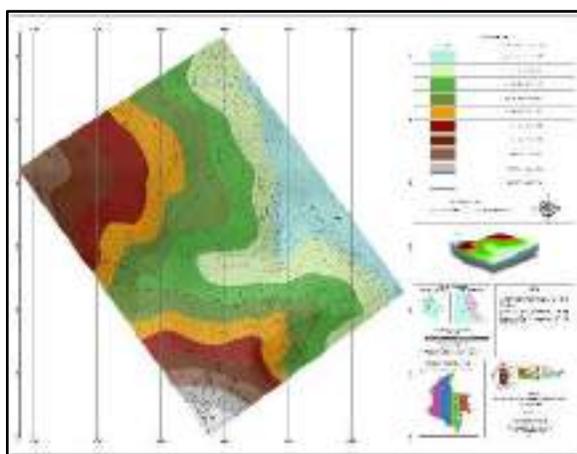
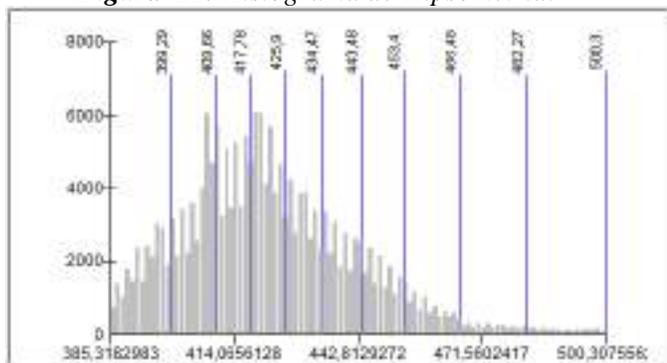


Tabla 5. Área de cada sección de altura.

Elevación (msnm)	Área (m ²)
385,3182983 - 399,2973846	7586,45
399,2973847 - 409,6689647	12245,63
409,6689648 - 417,7858535	34389,71
417,7858536 - 425,9027423	59139,32
425,9027424 - 434,4705693	77765,58
434,4705694 - 443,4893346	99750,95
443,4893347 - 453,4099765	139267,65
453,4099766 - 466,4871862	127394,44
466,4871863 - 482,2700255	128329,84
482,2700256 - 500,3075562	90525,05

Fuente: Autor.

Figura 11. Histograma de Hipsometría.



Elevación (msnm)

Tabla 6. Datos de los análisis estadísticos del mapa hipsométrico.

Análisis Estadístico	
Mínimo	385,3182983
Máximo	500,3075562
Medio	422,2190262
Desviación estándar	19,94126034

Fuente: Autor a través del componente ArcMap del software ArcGIS.

Mediante el análisis estadístico (Tabla 6), se observa que dentro del área de estudio existe una mínima altura de 385,318 msnm que corresponde a las planicies colinadas, superficies de explanación y valles, una altura máxima de 500 msnm que corresponde a la parte más altas de laderas estructurales y de contrapendiente y una altura promedio de 422 msnm, por lo general se

presenta una concentración de alturas, estas están entre 409,66 msnm y 442,59 msnm que corresponde a los montículos que constan de las laderas denudadas.

6.1.3. Aspecto

El análisis de la orientación de las pendientes permitió una zonificación más precisa de elementos geomorfológicos como las laderas erosivas, laderas estructurales y de contrapendiente, mostrándolos como líneas marcadas con el contraste entre otros aspectos (*Figura 12*). De acuerdo con el histograma de frecuencias (*Figura 13*) se puede observar una distribución bimodal con una concentración de 30° - 80° que corresponden a valores de las laderas que conforman y entre 340° - 20° identificando las laderas estructurales y de contrapendiente. Por lo general en la zona de estudio se presenta la diferencia marcada de las laderas representados como líneas caracterizadas por el contraste entre aspectos opuestos, predominando las direcciones este, sureste y sur y direcciones norte, noreste, noroeste y oeste. El aspecto está relacionado con la textura del terreno y muestra de manera homogénea polígonos de mayor área.

Figura 12. Mapa de aspecto.

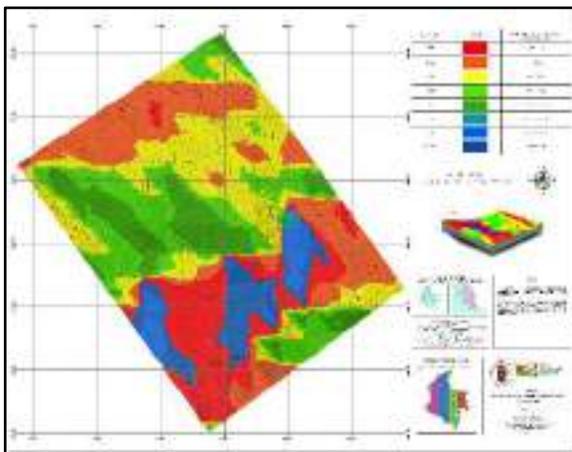
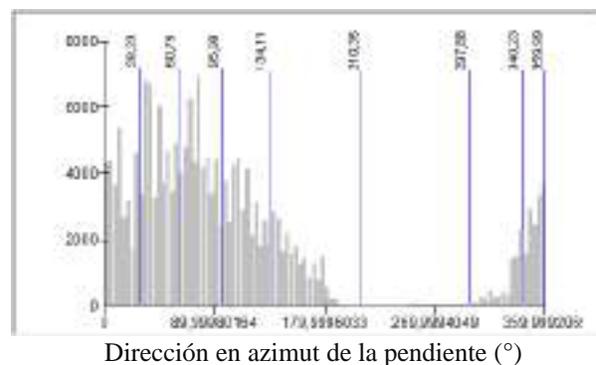


Tabla 7. Datos de los análisis estadísticos del mapa de aspecto.

Análisis Estadístico	
Mínimo	0
Máximo	359,9992065
Medio	105,2501992
Desviación estándar	95,41595059

Figura 13. Histograma de Aspecto.



Fuente: Autor a través del componente ArcMap del software ArcGIS.

6.1.4. Curvatura

Se obtuvieron tres mapas de curvatura del área de estudio, todos con una resolución de 2 m. El mapa de curvatura de perfil (*Figura 14*), facilita la distinción de las formas de los elementos geomorfológicos como las laderas de erosión y denudadas ubicadas en el noroeste del área de estudio; El mapa de curvatura de planta (*Figura 15*), muestra la correlación entre áreas cóncavas y áreas convexas. La principal característica que se destaca es que la superficie del deslizamiento es cóncava y que los depósitos de materiales residuales presentados en la zona sureste están asociados a zonas convexas. Finalmente, al integrar los mapas anteriores, se genera un mapa de curvatura estándar (*Figura 16*). Este mapa al combinar las regiones cóncavas y convexas del suelo, define bien las superficies y pendientes sedimentarias. Es importante señalar se presentan áreas planas en el área de estudio.

Figura 14. Mapa curvatura de perfil.

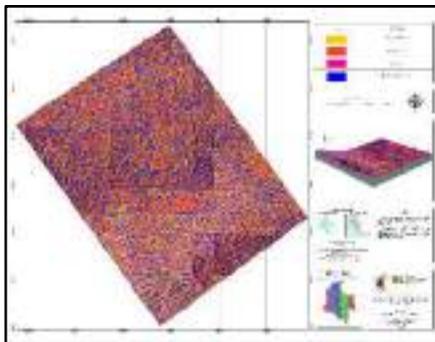


Figura 15. Mapa curvatura de planta.

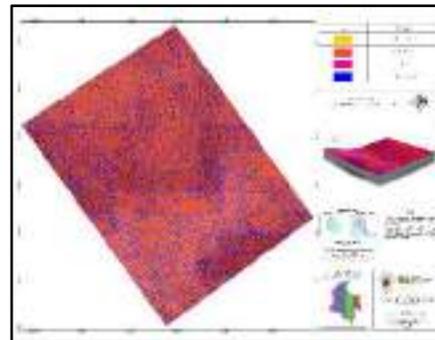
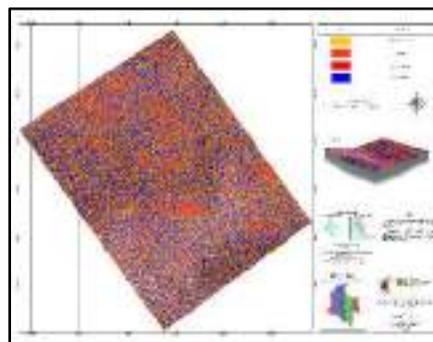


Figura 16. Mapa de curvatura estándar.

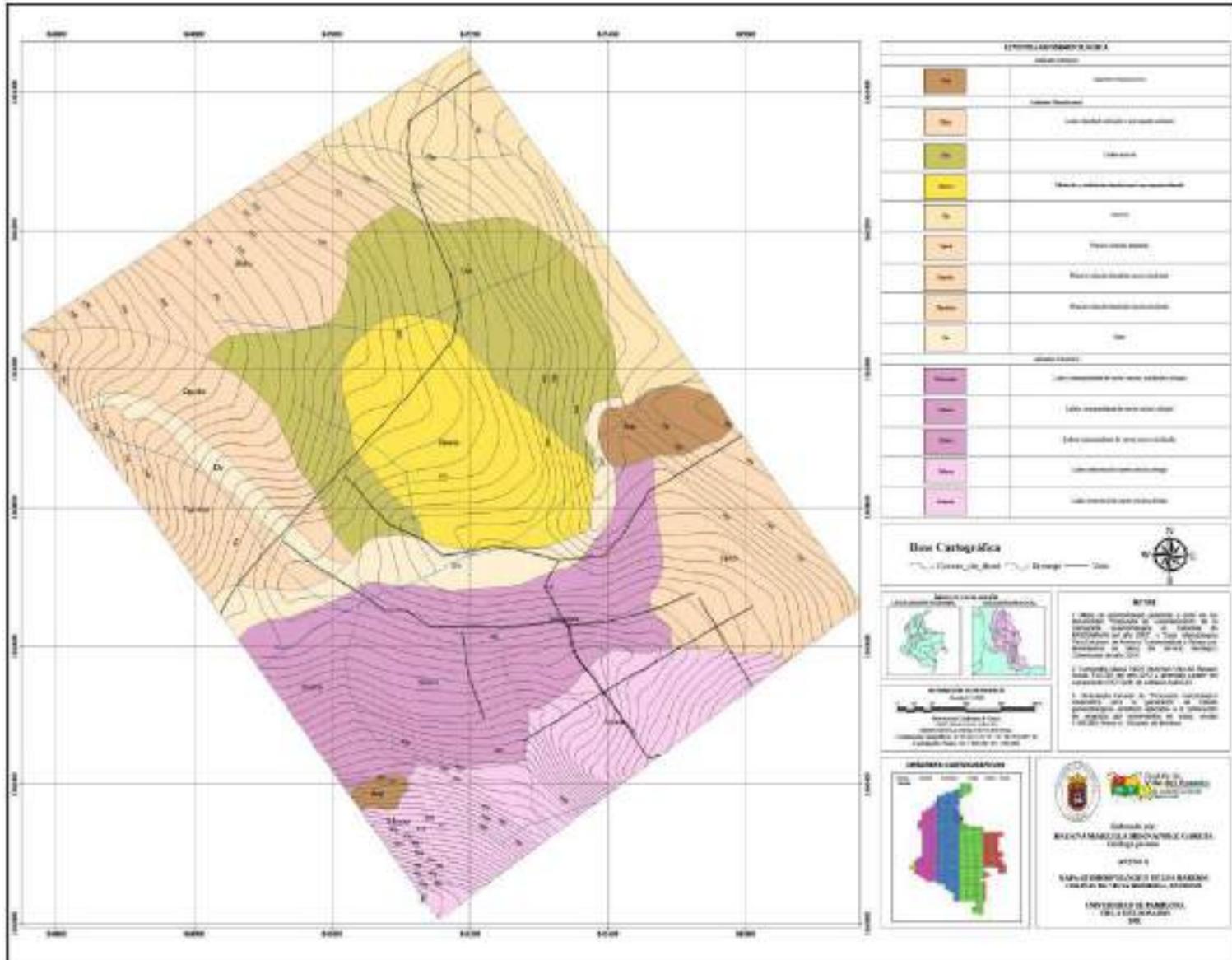


Fuente: Autor.

En los anexos se encuentran los mapas de insumos usados descritos anteriormente para la caracterización, identificación y descripción de los elementos geomorfológicos.

El mapa de elementos geomorfológicos identificados a partir de lo anterior y el trabajo de campo, se puede observar en la *Figura 17* y se describe en la siguiente sección.

Figura 17. Mapa geomorfológico del área de estudio



6.2. Elementos Geomorfológicos

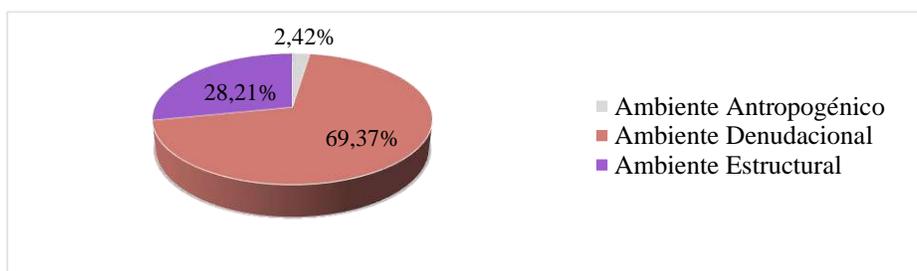
Las geoformas y procesos involucrados para la zona de estudio, se pueden distinguir 3 ambientes morfogenéticos los cuales tienen un diferente proceso de formación y modelado del terreno. Los cuales corresponden a: ambiente estructural, denudacional y antropogénico, donde predomina mayormente el ambiente denudacional (69,37%) sobresale en esta área abarcando la zona norte, centro, oriente y occidente, correspondiente a 538.598,68 m², seguido del ambiente estructural (28,21%) predomina en la parte sur, que corresponde a 219.026,53 m² y finalmente el ambiente antropogénico (2,42%) influye en el occidente y oriente del área de estudio, que corresponde a 18.779,25 m² (Figura 18). Donde se definieron 12 elementos geomorfológicos (Tabla 9) descritos a continuación:

Tabla 8. Clasificación de los elementos geomorfológicos del área de estudio.

Unidad	Subunidad	Componente geomorfológico	Acrónimo	No. de polígonos	Área (m ²)	Área (Ha)	Área (%)
Antropogénico	Antropogénico	Superficie de explanación	Asp	2	18.779,25	1,88	2,42%
Colinas residuales	Ladera denudada	Ladera denudada suavemente inclinada	Dldsi	1	72.846,19	7,28	9,38%
		Ladera erosiva	Del	1	115.637,93	11,56	14,89%
	Montículo	Montículo y ondulación denudacional	Dmosi	1	81.352,50	8,14	10,48%
Penillanura	Planicie	Planicie	Dp	1	73.445,75	7,34	9,46%
		Planicie colinada denudada	Dpcd	3	148.150,04	14,82	19,08%
	Valle	Valle	Dv	2	47.166,28	4,72	6,07%
Cuesta	Ladera contrapendiente	Ladera convexa moderada - abrupta	Scldcxma	1	49.810,24	4,98	6,42%
		Ladera concava abrupta	Scldca	1	29.841,97	2,98	3,84%
		Ladera concava inclinada	Scldci	1	52.733,06	5,27	6,79%
Cuesta	Ladera estructural	Ladera concava abrupta	Scldca	1	49.970,55	5,00	6,44%
		Ladera convexa abrupta	Scldcxa	1	36.670,72	3,67	4,72%

Fuente: Autor

Figura 18. Área (%) de los ambientes morfogenéticos del área de estudio.



Fuente: Autor.

6.2.1. Ladera contrapendiente de cuesta cóncava abrupta (Scleca)

Elemento geomorfológico que consta de una superficie de pendiente inclinada a moderadamente abrupta, de forma alargada, las laderas son de forma cóncava, de longitud corta, entre 220 y 227 metros. Esta geoforma presenta un relieve bajo y se encuentra disectado por drenajes con patrón dendrítico (*Figura 20*). Litológicamente comprende de arenitas y arcillolitas, predominando arenitas de tamaño finos. La vegetación de la subunidad ayuda con la estabilización de la ladera, pero la actividad humana que allí se desarrolla afecta la estabilidad de la ladera.

6.2.2. Ladera contrapendiente de cuesta cóncava inclinada (Scleci)

Superficie de pendiente inclinada a moderadamente abrupta, de forma montañosa y alargada, las laderas son de forma cóncava de longitud corta, entre 220 y 250 metros. Esta geoforma presenta un relieve bajo y se encuentra disectado por drenajes con patrón dendrítico, que originan erosión laminar moderada sobre la formación geológica presente en la geoforma. Litológicamente comprende de arenitas y arcillolitas, predominando arenitas de tamaño finos. La cubierta vegetal de la subunidad ayuda a la estabilización de las laderas y por lo tanto se observan movimientos de masa inactivos, pero la actividad antropogénica que se está presentando desestabiliza la ladera. Esta geoforma se encuentra en los barrios Montevideo I y II.

6.2.3. Ladera contrapendiente de cuesta convexa moderada a abrupta (Sclecxm)

Superficie de pendiente inclinada a moderadamente abrupta, de forma montañosa y alargada, las laderas son de forma convexa de longitud corta a moderada, entre 180 y 265 metros. Esta geoforma presenta un relieve muy bajo y se encuentra disectado por drenajes con patrón dendrítico (*Figura 20*). Litológicamente comprende de arenitas y arcillolitas. La vegetación que se presenta

en el componente ayuda a estabilizar las laderas, pero la actividad humana que se produce allí desestabiliza la ladera. Esta geoforma se encuentra en los barrios Montevideo I y II.

Figura 19. Panorámica de los elementos geomorfológicos de la ladera contrapendiente de cuesta



Fuente: Autor a través de Google Earth.

6.2.4. Ladera desnuda suavemente inclinada (Dldsi)

Componente geomorfológico de forma ondulada, con pendientes suavemente inclinada, la ladera tiene forma recta y con longitud corta, entre 160 y 220 metros dependiendo del lugar en que se situó, el relieve es moderado y los drenajes corresponde a un patrón dendrítico, la erosión que se presenta es de tipo laminar y surcos suave, donde esta última se tiene en menor media. Esta geoforma se presenta sobre depósitos no consolidados de origen aluvial y comprende de arcillolitas (Figura 21). La construcción de viviendas y la estructuración de estas, además de obras de mitigación hechas por parte de la administración municipal, ayuda a la estabilidad de las laderas y por lo tanto no se observan movimientos de masa. Esta geoforma se encuentra en el barrio Colinas de Vista Hermosa.

Figura 20. Panorámica de la ladera desnuda sobre el barrio Colinas de Vista Hermosa



Fuente: Autor a través de Google Earth.

6.2.5. Ladera erosiva (Dle)

Componente geomorfológico de pendiente plana a inclinada, de longitud moderada, entre 330 a 400 metros, de forma cóncava y convexa, patrón de drenaje dendrítico de primer orden. Presenta procesos erosivos de tipo laminar sobre materiales de depósitos de origen aluvial. Litológicamente comprende de arcillas arenosas (*Figura 22*). La construcción de viviendas y la estructuración de estas, ayuda a mitigar los movimientos de masa, por lo tanto, son pocos los movimientos en masa que se observa. Esta geoforma se encuentra en el barrio Antonio Navarro.

Figura 21. Panorámica de la ladera erosiva, sobre los barrios Antonio Navarro y Colinas de Vista Hermosa.



Fuente: Autor a través de Google Earth.

6.2.6. Ladera estructural de cuesta cóncava abrupta (Scleca)

Componente geomorfológico de forma montañosa y alargada, de pendiente abrupta, las laderas son de forma cóncava de longitud corta, entre 100 a 186 metros. Esta geoforma presenta un relieve bajo y se encuentra disectado por drenajes con patrón dendrítico, que originan erosión laminar moderada sobre la formación geológica presente en la geoforma (*Figura 23*). Litológicamente comprende de arenitas de grano fino y arcillolita. En estas subunidades se ha desarrollado un suelo residual areno-arcilloso, además hay presencia de una cubierta vegetal, esto favorece a la estabilidad de la zona y no se alcanzan observar movimientos de masa, pero la actividad antropogénica que se está presentando desestabiliza la ladera. Esta geoforma se encuentra en los barrios Montevideo I y II.

6.2.7. Ladera estructural de cuesta convexa abrupta (Sclecxa)

Componente geomorfológico de forma montañosa y alargada, de pendiente abrupta, las laderas son de forma convexa de longitud corta, entre 155 a 160 metros. Esta geoforma presenta un relieve muy bajo a bajo y se encuentra disectado por drenajes con patrón dendrítico, que originan erosión laminar moderada sobre la formación geológica presente en la geoforma (*Figura 23*). Litológicamente comprende de arenitas y arcillolitas, predominando arenitas de tamaño finos. En estas subunidades se ha desarrollado un suelo residual areno-arcilloso, además hay presencia de una cubierta vegetal, esto favorece a la estabilidad de la zona y no se alcanzan observar movimientos de masa, pero la actividad antropogénica que se está presentando desestabiliza la ladera. Esta geoforma se encuentra en los barrios Montevideo I y II.

Figura 22. Panorámica de la ladera estructural de cuesta sobre el barrio Montevideo I y II.



Fuente: Autor a través de Google Earth.

6.2.8. Montículo y ondulación denudacional (Dmo)

Componente geomorfológico con forma alomada y convexa, de cima redondeada y de laderas suave y moderadamente inclinadas, con longitud corta, entre 150 a 232 metros y relieve muy bajo, se presenta procesos de meteorización y erosión de tipo laminar y surcos sobre depósitos no consolidados de origen aluvial, estos se encuentran de manera horizontal y litológicamente comprende de arcillolitas (*Figura 24*). La cubierta vegetal de la unidad favorece a la estabilidad de las laderas por lo tanto no se observan movimientos en masa, sin embargo, en algunas zonas se ha perdido la capa vegetal, quedando expuesto el material sedimentario y favoreciendo así la escorrentía, lo que permitirá, en época de intensa lluvia, la generación de movimientos de masa. Esta geofoma se encuentra en el barrio Colinas de Vista Hermosa y Antonio Navarro.

Figura 23. Panorámica del elemento geomorfológico montículo y colina denudacional sobre el barrio Antonio Navarro y Montevideo II



Fuente: Autor.

6.2.9. Planicie (Dp)

Componente geomorfológico de posición baja y pendiente plana, relieve muy bajo, se presenta patrón de drenaje dendrítico y erosión laminar y surcos sobre depósitos no consolidados de origen aluvial, litológicamente comprende de arenas conglomeráticas, conglomerados arenosos con presencia de arcillas y lodos, esta geofoma corresponde a la parte más baja de la zona (*Figura 25*). Esta geofoma se encuentra en el barrio Antonio Navarro.

Figura 24. Panorámica de la planicie sobre el barrio Antonio Navarro y la redoma del anillo vial



Fuente: Autor a través de Google Earth.

6.2.10. Planicie colinada denudada cóncava inclinada (Dpcdci)

Corresponde a una superficie erosiva suavemente ondulada de forma colinada, con pendientes inclinados a moderadamente abrupto, con laderas rectas y de longitud corta, entre 147 a 220 metros, de relieve muy bajo (*Figura 26*). Litológicamente comprende de arenitas arcillosas y conglomeráticas. En esta zona la pendiente de la ladera permite la acumulación de suelos residuales y que se sostienen sin desestabilizar con la ayuda de la cubierta vegetal. Esta geoforma se encuentra en el barrio Montevideo I.

6.2.11. Planicie colinada denudada convexa inclinada (Dpcdcsi)

Corresponde a una superficie erosiva suavemente ondulada de forma colinada, con pendientes inclinados a moderadamente abrupto, con laderas rectas y de longitud moderadamente, entre 160 a 3150 metros, de relieve muy bajo (*Figura 27*). Litológicamente comprende de arenitas arcillosas y conglomeráticas. En esta zona la pendiente de la ladera permite la acumulación de suelos residuales y que se sostienen sin desestabilizar con la ayuda de la cubierta vegetal. Esta geoforma se encuentra en el barrio Montevideo I.

Figura 25. Panorámica de la planicie sobre el barrio Montevideo I.



Figura 26. Panorámica de la planicie colinada denudacional sobre el barrio Antonio Navarro.



Fuente: Autor a través de Google Earth.

6.2.12. Superficie de explanación (Asp)

Consiste en superficies allanadas por el hombre con el fin de adecuar el terreno para la construcción de viviendas, edificaciones y/o establecimientos recreacionales, mediante la explanación que disminuyen la pendiente del terreno, esta se encuentra con una inclinación plana a suavemente inclinada, esta geoforma presenta un relieve muy bajo con laderas cóncavas y rectas y de longitudes cortas a muy cortas, tipo de erosión laminar suave y litológicamente lo componen areniscas arcillosas (Figura 28 y Figura 29). Esta geoforma se encuentra en los barrios Antonio Navarro y Montevideo II.

Figura 27. Panorámica de la superficie de explanación sobre el barrio Antonio Navarro.



Fuente: Autor.

Figura 28. Panorámica de la superficie de explanación sobre el barrio Montevideo I.

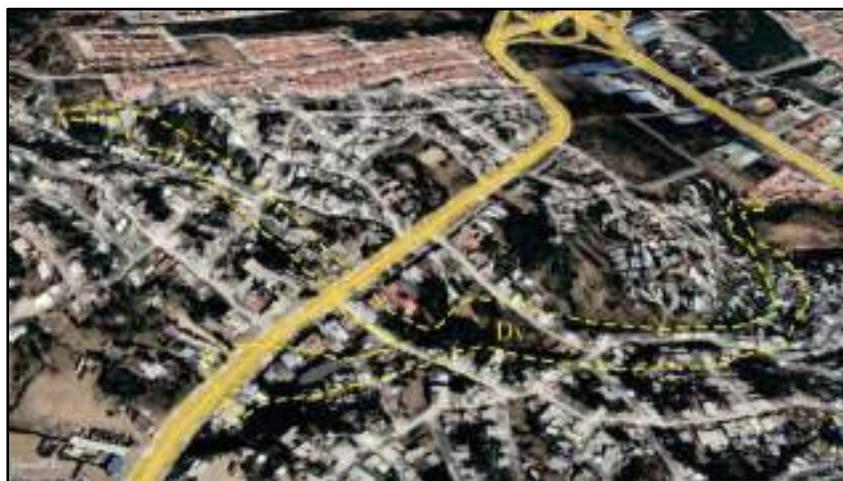


Fuente: Autor.

6.2.13. Valle (Dv)

Componente geomorfológico de forma alargada, se encuentra entre las laderas de mayor pendiente. Esta geoforma tiene pendientes planas a suavemente inclinada y la forma de su ladera es recta y convexa, con longitud muy corta, entre 25 a 45 metros. Los valles se encuentran disectados por drenajes de primer orden donde inciden drenajes de segundo orden, generando un patrón general subdendrítico. Litológicamente comprende de areniscas, arcillolitas y lodolitas. Debido a las bajas pendientes que presenta este elemento geomorfológico, no se observan movimientos de masa. Esta geoforma se encuentra en los barrios Antonio Navarro parte occidental y Montevideo I y II.

Figura 29. Panorámica de la superficie de explanación sobre el barrio Montevideo I.



Fuente: Autor a través de Google Earth.

6.3. Procesos morfodinámicos

Para la descripción y análisis morfodinámico que corresponden a los procesos geodinámicos externos marcados por la meteorización y erosión, que estos han venido modelando y aún continúa modelando el relieve del terreno. Se determinaron 2 tipos de movimientos en masa y se logra identificar un tipo de erosión hídrica en la zona de estudio, se clasificaron según el sistema de clasificación de Cruden & Varner ,1996, descritos en el PMA, 2007.

Cabe mencionar que el municipio se encuentra sometida a procesos erosivos moderados por acción de procesos meteorológicos principalmente, además de actividades antrópicas por la fuerte presencia de asentamientos humanos y con ello cambio de la cobertura vegetal, por consiguiente, los materiales se encuentran altamente meteorizados y según los rasgos físicos y las moderadas pendientes unos sectores presentan mayor inestabilidad.

A partir de la información obtenida en la fase de campo y recopilación de datos del área de estudio se logró identificar los siguientes procesos morfodinámicos:

6.3.1. Deslizamiento traslacional planar

Se le llama deslizamiento traslacional planar ya que se producen a través de una única superficie plana u ondulada. En el área de estudio se manifiesta en las arenitas arcillosas y lodosas de la formación Guayabo sobre su plano de estratificación y debido a la erosión y desgaste de la roca, además de la acción antrópica.

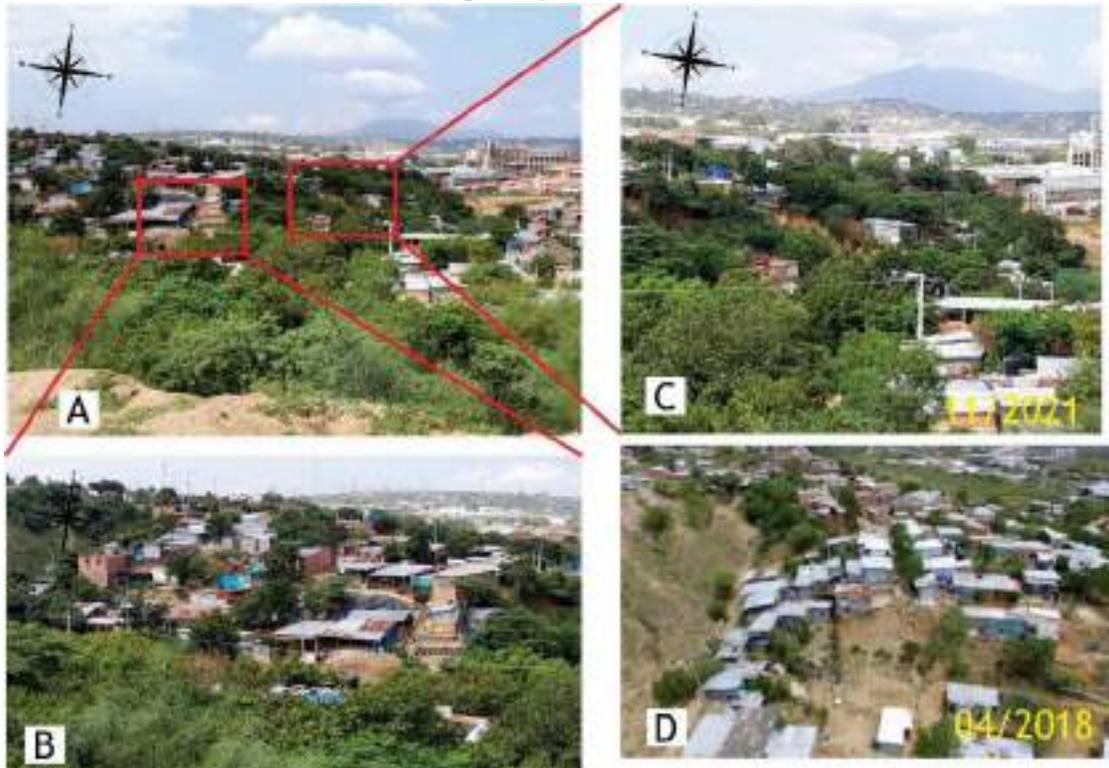
Deslizamiento traslacional planar – 1

Ubicación geográfica: Limite entre Barrio Montevideo I y Antonio Navarro

Deslizamiento traslacional planar de una edad entre 1 – 5 años en estado inactivo dormido y en un menor grado estabilizado con materiales no convencionales, de estilo único y distribución retrogresiva (*Figura 31 – A*). Litológicamente en el movimiento comprende de arcillas y lodo. Se considera como condicionantes del movimiento: erosión pluvial, la carga en la corona del talud (se localiza casas construidas sobre este) y mantenimiento deficiente del sistema de drenaje y como detonante principalmente la lluvia. En el momento de la descripción el deslizamiento se encuentra bajo condiciones secas y el tipo de material involucrado son arenas de grano fino. El suelo no tiene un tipo de uso y está cubierto por un 24% por vegetación herbácea y el restante se encuentra urbanizada. Este deslizamiento de ha venido presentando desde el año 2018 (PMGRD, 2019)

(Figura 31 – C), la cual se logra observar que se ha generado aún más urbanización por tal se encuentran desprotegidos de vegetación lo que hace más susceptible a movimientos en masa en este sector.

Figura 30. Deslizamiento 1. **A.** Panorámica del deslizamiento 1; **B.** Obras de mitigación artesanales realizadas por parte de los residentes; **C.** Evidencia del estado del deslizamiento a la fecha; **D.** Deslizamiento que se produjo en el año 2018.



Fuente: Autor

Deslizamiento traslacional planar – 2

Ubicación geográfica: Barrio Montevideo I

Deslizamiento traslacional planar de una edad entre 5 – 10 años en estado inactivo dormido y abandonado, de estilo único y distribución retrogresiva (Figura 32). Litológicamente en el movimiento comprende de arcillas, lodo y areniscas. Se considera como condicionantes del movimiento: erosión pluvial y mantenimiento deficiente del sistema de drenaje y como detonante principalmente la lluvia. En el momento de la descripción, el deslizamiento se encuentra bajo condiciones secas. El suelo no tiene un tipo de uso y está cubierto por un 85% por vegetación herbácea y el restante se encuentra urbanizada.

Figura 31. Vista frontal del deslizamiento 2.



Figura 32. Vista lateral del deslizamiento 2.



Fuente: Autor.

6.3.2. Flujos

Ubicación geográfica: Barrio Colinas de Vista Hermosa y Montevideo I y II.

Se definen como movimientos continuos desde el punto de vista espacial, las superficies son efímeras y generalmente no se preservan. La masa movida no conserva su forma en el movimiento descendente porque se comporta como un fluido, tomando formas lobuladas, ya que estas se desarrollan en materiales finos y cohesivos. En el área de estudio se pudo apreciar este tipo de movimiento en masa, donde se han venido presentando en diferentes sectores, como en los barrios de Colinas de Vista Hermosa y Montevideo II (*Figura 35, Figura 36, Figura 37*), y en diferentes intervalos de fechas. De igual manera, se pudo encontrar eventos de este tipo, en el catálogo de la plataforma de SIMMA (Sistema de información de movimientos en masa) del Servicio Geológico Colombiano (*Tabla 8*). Se describen a continuación:

Los flujos se presentaron debido a las intensas lluvias, agente que es el motor del movimiento, que saturaron los suelos en la parte alta de las laderas, generando así desprendimiento del material, este comprende de textura fina (arcillas, lodos y en menor porcentaje arenas muy finas), por ende, el subtipo de deslizamiento son flujos de lodo. Se puede apreciar que la discontinuidad es formada debido al cambio litológico (contacto suelo – roca) y planos de estratificación, se pudo evidenciar en algunos sectores que estos flujos se depositaron en la parte baja de la ladera (*Figura 38*).

Tabla 9. Registro de los movimientos en masa encontrados en el área de estudio por el Sistema de Información de movimientos en masa (SIMMA), con el código de SIMMA y su ubicación geográfica.

Código SIMMA	Coordenadas Geográficas			Barrio	Municipio	Departamento	Tipo/Subtipo de Movimiento
	Latitud	Longitud	Altura				
52.853	7° 51' 39.6"	-72° 28' 55.2"	284	Colinas de Vista Hermosa	Villa del Rosario	Norte de Santander	Flujo de lodo
52.789	7° 51' 21.6"	-72° 28' 58.8"	512	Antonio Navarro	Villa del Rosario	Norte de Santander	Flujo de lodo

Figura 33. Vista frontal del flujo de lodo.



Figura 34. Vista lateral del flujo de lodo.



Figura 35. Flujo de lodo presente en el patio de la vivienda.

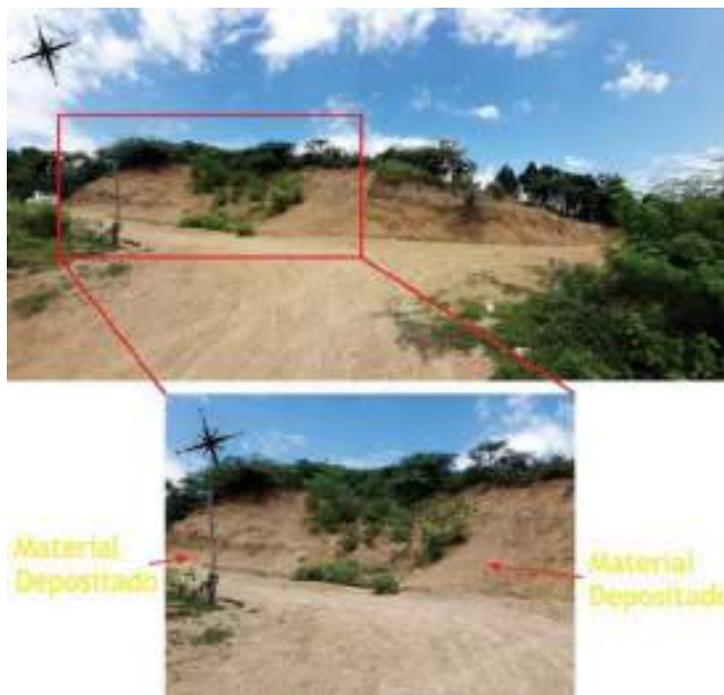


Figura 36. Vista de flujo de lodo.



Fuente: Autor.

Figura 37. Vista de flujos múltiples presente en la ladera.



Fuente: Autor.

6.3.3. Surcos

Se establecen como un tipo de estado de la erosión pluvial, corresponden a incisiones del terreno de forma de canales, cuya profundidad superan los 5 cm, estos se forman a partir de la constante interacción del agua lluvia y escorrentía sobre suelos residuales.

En el área de estudio la erosión en surcos se da por acción y transporte de agua superficial sobre los materiales arcillosos, estas se presentan principalmente sobre los cuerpos de flujos y tienen profundidades entre 5 a 10 cm (*Figura 39*).

Figura 38. Fotografía de surcos producto de la erosión pluvial.



Fuente: Autor.

CONCLUSIONES

Durante la fase de identificación bibliográfica y de campo del área de estudio en el municipio de Villa del Rosario, se recopiló y analizó información geomorfológica existente dentro del plan básico de ordenamiento territorial (PBOT), plan municipal de gestión de riesgo del desastre (PMGRD) y el diagnóstico por sectores del plan de desarrollo municipal (DPDM), donde se encontró el mapa geomorfológico de unidades del municipio, las zonas que se presentan en riesgo alto y medio por movimientos en masa en el casco urbano del municipio y las estadísticas de inversión que se le ha dado al conocimiento del riesgo. La información geomorfológica existente no sigue los lineamientos del SGC y la clasificación correspondiente para determinar las unidades geomorfológicas del municipio. El PBOT data del año 2013, por lo cual la caracterización geomorfológica se encuentra desactualizada y se presenta de manera general y de menor detalle (1:25.000), donde no se ha realizado estudios relacionados a los elementos geomorfológicos, de modo que no refleja las condiciones actuales del área de estudio.

Se caracterizó geomorfológicamente los ambientes morfogenéticos de tipo denudacional, estructural y antropogénico; El ambiente geomorfológico dominante en este sector es el denudacional, generada por los procesos exógenos como la meteorización y erosión hídrica debido principalmente a las litologías blandas en la zona, provocando futuras inestabilidad en el terreno y por ende contribuye a los movimientos en masa, producto de la erosión hídrica sufrida. Dentro de los componentes de ambiente denudacional se encuentra ladera denudada (*Dldsi*) y erosiva (*Dle*), montículo (*Dmosi*) y planicies colinadas (*Dpcd*). El ambiente estructural consta de laderas estructurales (*Selc*) y de contrapendiente (*Sclc*) de cuesta, estas se encuentran inclinadas porque hacen parte de una estructura geológica regional, sinclinal de Cúcuta, es así que a estos se ha modificado su relieve por el ambiente denudacional. El municipio de Villa del Rosario ha venido creciendo su población por tal motivo la urbanización y la expansión de asentamientos humanos ha aumentado, por lo que este es un factor modificante del relieve disminuyendo la pendiente y estabilizándolo con superficies de explanación (*Asp*).

Se determinaron y delimitaron morfologías de tipo denudacional, estructural y antropogénico, como laderas, montículos y ondulaciones denudacionales, planicies, superficies de explanación y valles, presentándose de forma convexa, cóncava y planas de longitudes variables de muy cortas a cortas, la morfometría del área de estudio son pendientes predominantemente moderadamente abruptas (48,89%) y abruptas (29,59%); la altura máxima corresponde a 500 msnm y la altura mínima 358 msnm, presentándose en su mayoría alturas entre 410 msnm y 442 msnm.; además en la morfodinámica se reconocieron dos movimientos en masa de tipo deslizamiento traslacional planar y flujos de lodo, asimismo se logró observar erosión de tipo hídrica – pluvial (surco y laminar) causado por el impacto de gotas de lluvia y la escorrentía superficial. Los movimientos fueron cartografiados en los barrios Antonio Navarro y Montevideo y en unidades de rocas sedimentarias y sedimentos (depósitos). Los deslizamientos traslacionales y flujos de lodo se asocian a la alta meteorización de las capas de arenitas y arcillolitas, se generan debido a la estratificación, la presencia de discontinuidades en las capas de arenitas y la poca compactación de la roca, las cuales presentan oxidación en algunos casos, que sumado a las condiciones meteorológicas generan estos tipos de movimientos, principalmente en las épocas de alta precipitación.

El estudio geomorfológico realizado en el área de estudio es de vital importancia ya que genero insumos para la zonificación de amenaza y/o susceptibilidad por movimientos en masa, impactando así en el conocimiento del riesgo, el cual es la dimensión con un desarrollo e inversión casi nula. Se describieron diferentes características singulares de la superficie terrestre, como la pendiente, así como en la manera que estas se relacionan con la geología siendo la diferencia de compactación y mineralogía de un área a otra, así se facilita el trazado de contactos geológicos como la identificación de los elementos geomorfológicos, ya que para el área de estudio se determinó que las pendientes abruptas corresponden a rocas poco compactas y blandas como arenitas con arcillas y para las zonas de pendientes planas a suavemente inclinadas son suelos no consolidados comprendidas litológicamente de arcillas y lodos, con esto se identifica y analiza los escenarios de riesgo, por lo tanto sirve para así realizar una evaluación y posteriormente, ejecutar obras de mitigación para la reducción del riesgo.

RECOMENDACIONES

Al ser una zona con fuerte urbanización se recomienda realizar la zonificación de la susceptibilidad y amenaza detallada por movimientos en masa en estos barrios, de igual manera a los barrios aledaños a estos, ya que la geología y geomorfología presenta las condiciones para una probable activación y/o reactivación de los movimientos caracterizados y la ocurrencia de nuevos movimientos. La actividad por parte de los habitantes puede generar efectos a largo plazo, debido al crecimiento de nuevos asentamientos sin estudios previos del terreno, evidenciado durante la fase de campo y por la ubicación de estas en laderas inestables.

Este trabajo puede servir como base para la elaboración de futuros estudios de zonificación para la evaluación de amenazas y riesgos naturales que se realicen en el municipio de Villa del Rosario, de igual forma para complementar mapas relacionados con otros factores como lo es el clima, el suelo, la hidrología y la vegetación, además en la planificación territorial, todo esto acorde a las necesidades particulares requeridas en la elaboración de posteriores mapas o planos.

Es importante tener en cuenta que los procesos que generan las geoformas y por ende modifican la geomorfología, son cambiantes y avanzan progresivamente en el tiempo, por lo cual es necesario seguir con estudios complementarios, como estudios geotécnicos, para así implementar medidas que prevengan o mitiguen potenciales impactos por fenómenos en remoción en masa, entre estas, la posibilidad de estabilizarlo.

BIBLIOGRAFÍA

- Ávila Álvarez, G. E., Cubillos Peña, C. E., Granados Becerra, A. E., Medina Bello, E., Rodríguez Castiblanco, É. A., Rodríguez Pineda, C. E., & Ruiz Peña, G. L. (2016). *Guía Metodológica para estudios de amenaza, vulnerabilidad y riesgo por movimientos en masa*. Bogotá D.C.: Servicio Geológico Colombiano - MinMinas.
- CARVAJAL, J. H. (2011). *PROPUESTA DE ESTANDARIZACIÓN DE LA CARTOGRAFÍA GEOMORFOLÓGICA EN COLOMBIA*. Septiembre: INGEOMINAS.
- Carvajal, J. H. (2012). *ANEXO A, PROPUESTA DE ESTANDARIZACIÓN DE LA CARTOGRAFÍA GEOMORFOLOGICA EN COLOMBIA*. Bogotá: INGEOMINAS.
- Giraldo Villa, D. A. (2014). *ESTUDIO DETALLADO DE AMENAZA, VULNERABILIDAD Y RIESGO POR MOVIMIENTOS EN MASA E NUNDACIONES*. Municipio de El Carmen de Viboral - Antioquia: Universidad de Antioquia.
- Gutiérrez Elorza, M. (2008). *GEOMORFOLOGÍA*. Madrid: PEARSON.
- Gutiérrez, J. A. (2004). *GUÍA TEÓRICA DE GEOMORFOLOGÍA*. Merida: Universidad de los Andes, Facultad de Ingeniería, Escuela de Ingeniería Geológica.
- López López, D. (2006). *DESARROLLO E IMPLEMENTACIÓN DE UN MODELO PARA LA CLASIFICACIÓN AUTOMÁTICA DE UNIDADES DE RELIEVE A PARTIR DE MODELOS DIGITALES DE ELEVACIÓN*. México, D.F.: CENTROGEO.
- Muñoz J., J. (2000). *GEOMORFOLOGÍA GENERAL*. Madrid, España: Sintaxis S.A.
- Oviedo Reyes, J. A., Ríos Blandón, P. A., & García Pérez, G. D. (2016). *GEOLOGÍA DE LA PLANCHA 88 - CÚCUTA A ESCALA 1:100.000 DEPARTAMENTO DE NORTE DE SANTANDER - COLOMBIA*. Bogotá: Servicios Geológico Colombiano - Geociencias Básicas.
- Oviedo, J., Ríos, P., & García, G. (2016). *ANEXO B MAPA GEOLÓGICO DE LA PLANCHA 88 CÚCUTA*. Cúcuta: Servicio Geológico Colombiano (SGC).
- PBOT, P. (2013). *PROYECTO DE ACUERDO NÚMERO 15 DE 2015*. Villa del Rosario: Alcaldía Municipal de Villa del Rosario.
- PMGRD, A. (2019). *ACTUALIZACIÓN Y DISEÑO DEL PLAN MUNICIPAL PARA LA GESTIÓN DEL RIESGO DE DESASTRES Y LA ESTRATEGIA MUNICIPAL DE RESPUESTA A LA EMERGENCIA (EMRE)*. Villa del Rosario: Consejo Municipal de Gestión del Riesgo de Desastres Villa del Rosario, Norte de Santander.

- Rodríguez Castiblanco, E. A., Sandoval Ramírez, J. H., Chaparro Cordón, J. L., Trejos González, G. A., Medina Bello, E., Ramírez Hernández, K. C., . . . Ruiz Peña, G. L. (2017). GUÍA METODOLÓGICA PARA LA ZONIFICACIÓN DE AMENAZA POR MOVIMIENTOS EN MASA, ESCALA 1:25.000. Bogotá D.C.: Servicio Geológico Colombiano - SGC.
- SGC. (2012). *Estudios de geología y geomorfología escala 1:25.000 para la reubicación del casco urbano del municipio de Gramalote, Departamento Norte de Santander. Volumen 1.* Bogotá D.C.: INGEOMINAS - Servicio Geológico Colombiano.
- SGC, S. (2015). *ANEXO A - GLOSARIO DE TÉRMINOS GEOMORFOLÓGICOS.* Bogotá D.C.: Dirección de Geoamenazas.
- SGC, S., & Universidad de Caldas. (2015). *Mapa Geomorfológico Aplicado a Movimientos en Masa Plancha 088 Cúcuta.* Cúcuta: Convenio 021 de 2013 firmado entre Servicio Geológico Colombiano y la Universidad de Caldas.
- Van Zuidam, R. (1985). *Aerial photointerpretation in terrain análisis and geomorphological mapping.* International Institute for Aerospace survey and earth Science (ITC). Netherlands: Smiths Publishers.
- Zinck, J. (2012). *Geopedología - Elementos de geomorfología para estudios de suelo y riesgos naturales.* Enschede, The Netherlands: Faculty of Geo - Information Science and Earth Observation.

ANEXOS

Anexo A. Mapa Geomorfológico de los barrios Colinas de Vista Hermosa, Antonio Navarro y Montevideo, escala 1:2.000.

Anexo B. Mapa Geológico del área de estudio.

Anexo C. Mapa de pendientes.

Anexo D. Mapa de sombras.

Anexo E. Mapa de hipsometría.

Anexo F. Mapa de aspecto.

Anexo G. Mapa de curvatura – plano.

Anexo H. Mapa de curvatura – perfil.

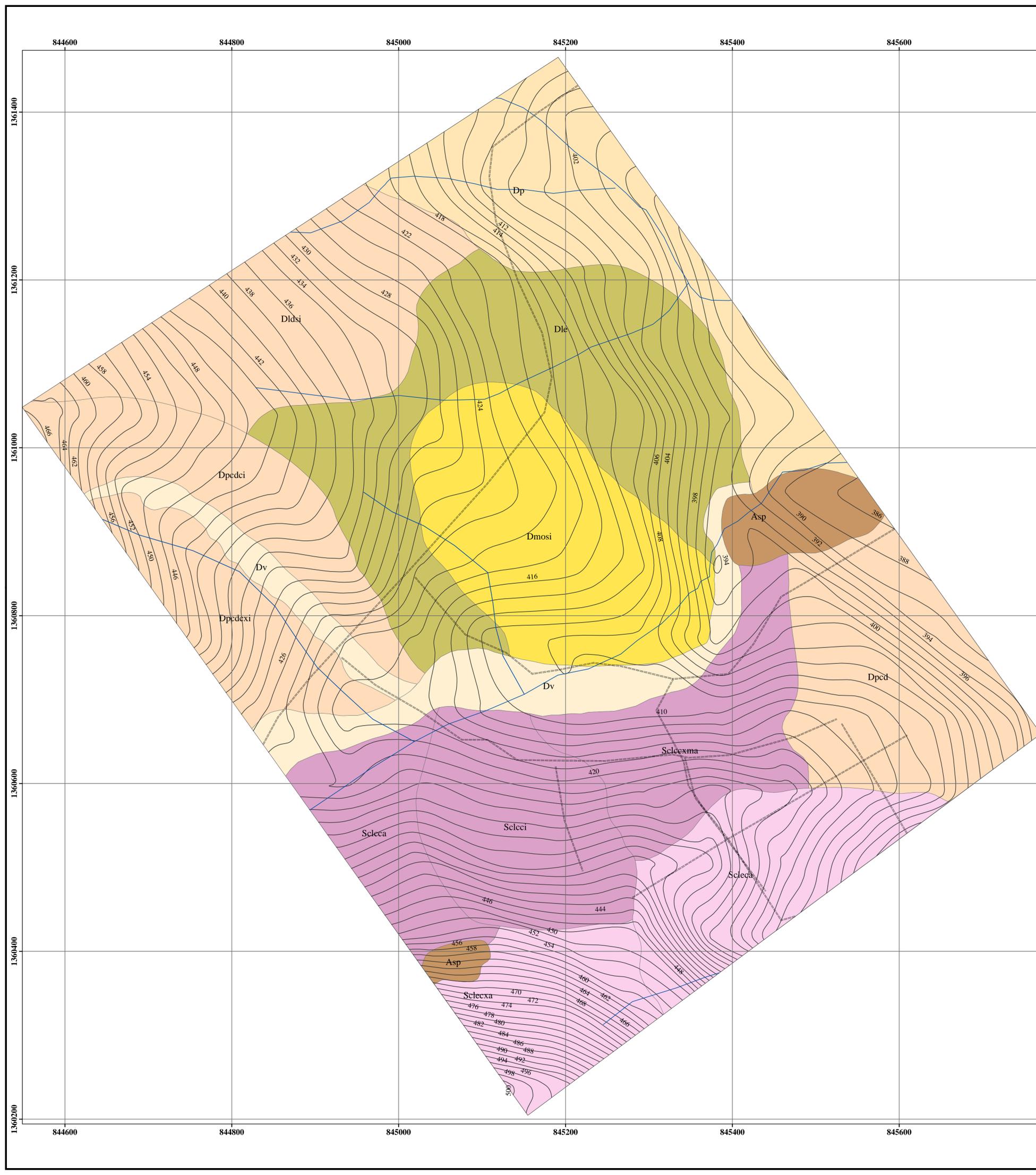
Anexo I. Mapa de curvatura estándar.

Anexo J. Mapa de localización del área de estudio.

Anexo K. Imagen Satelital.

Anexo L. Formato de campo de los elementos geomorfológicos y Tabla de localización de estaciones y puntos de control.

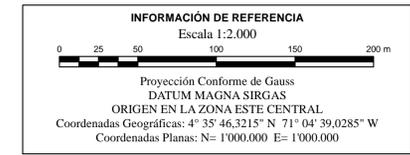
**ANEXO A. MAPA GEOMORFOLÓGICO DE LOS BARRIOS COLINAS DE VISTA
HERMOSA, ANTONIO NAVARRO Y MONTEVIDEO, ESCALA 1:2.000.**



LEYENDA GEOMORFOLÓGICA	
Ambiente Antrópico	
Asp	Superficie Explanación
Ambiente Denudacional	
Dlds	Ladera denudada inclinada a suavemente inclinada
Dle	Ladera erosiva
Dmosi	Montículo y ondulación denudacional suavemente inclinada
Dp	Planicie
Dped	Planicie colinada denudada
Dpedci	Planicie colinada denudada concava inclinada
Dpedexi	Planicie colinada denudada convexa inclinada
Dv	Valle
Ambiente Estructural	
Sclexma	Ladera contrapendiente de cuesta convexa moderada a abrupta
Scleca	Ladera contrapendiente de cuesta concava abrupta
Selcci	Ladera contrapendiente de cuesta concava inclinada
Scleca	Ladera estructural de cuesta concava abrupta
Scleca	Ladera estructural de cuesta convexa abrupta

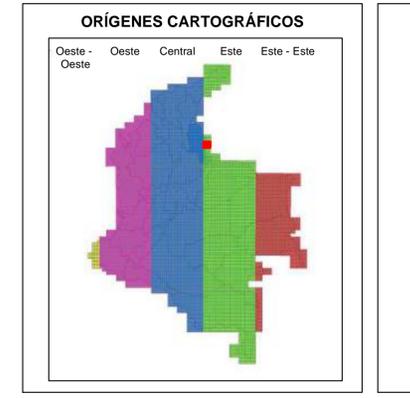
Base Cartográfica

Curvas de Nivel
 Drenaje
 Vias



NOTAS

- Mapa de geomorfología generado a partir de los documentos "Propuesta de Estandarización de la Cartografía Geomorfológica en Colombia de INGEOMINAS del año 2012" y "Guía Metodológica Para Estudios de Amenaza, Vulnerabilidad y Riesgo por Movimientos en Masa del Servicio Geológico Colombiano del año 2016"
- Cartografía básica PBOT municipio Villa del Rosario escala 1:25.000 del año 2013 y generada a partir del componente CAD Earth del software AutoCAD.
- Simbología tomada de "Propuesta metodológica sistemática para la generación de mapas geomorfológicos analíticos aplicados a la zonificación de amenaza por movimientos en masa, escala 1:100.000. Anexo A - Glosario de términos"



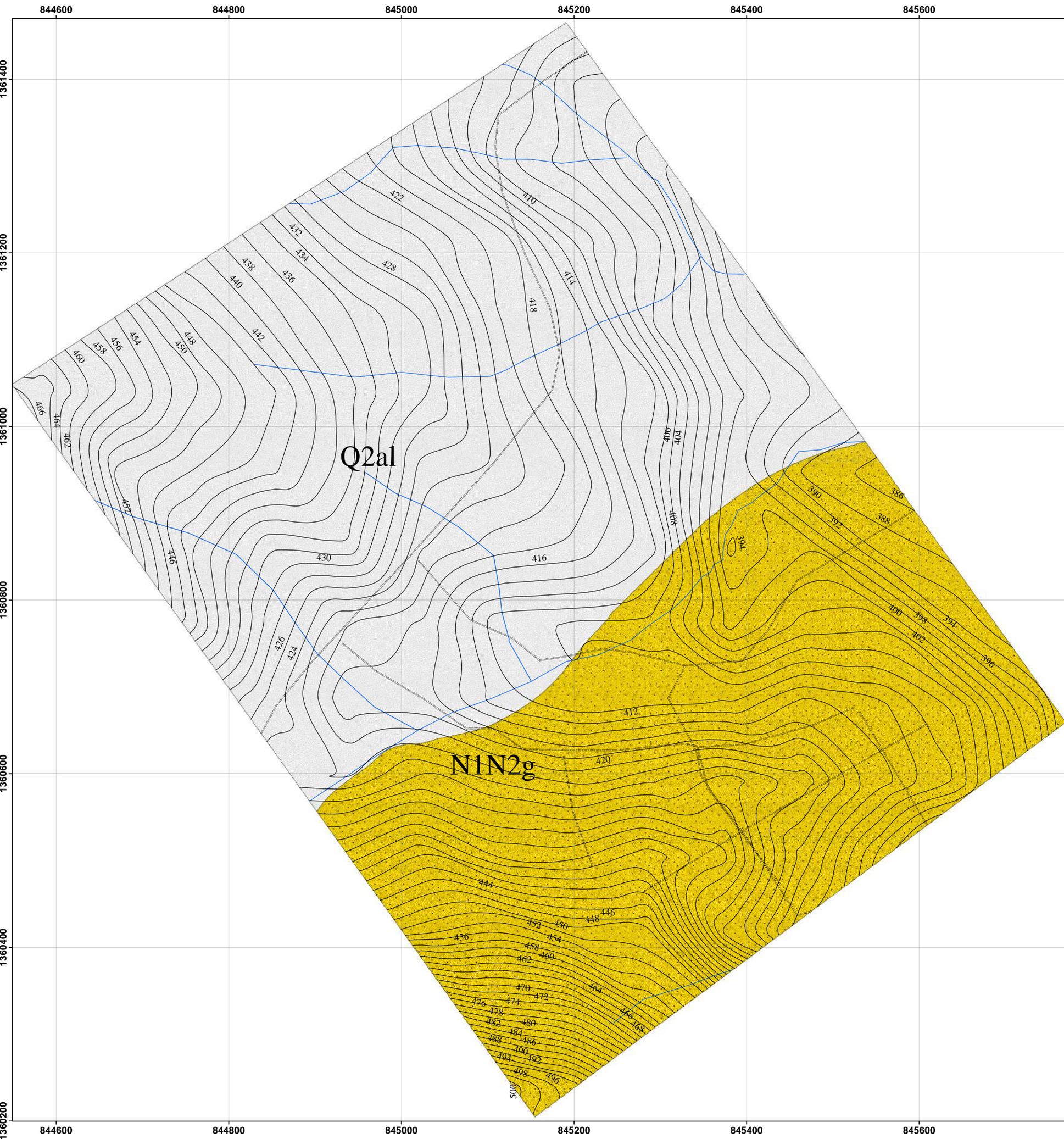
Elaborado por:
DAYANA MARCELA HERNÁNDEZ GARCÍA
 Geóloga pasante

ANEXO A

MAPA GEOMORFOLÓGICO DE LOS BARRIOS COLINAS DE VISTA HERMOSA, ANTONIO

UNIVERSIDAD DE PAMPLONA VILLA DEL ROSARIO 2021

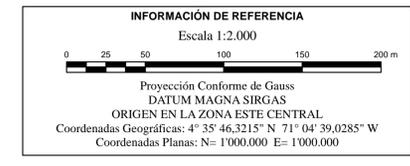
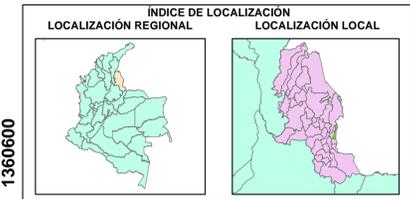
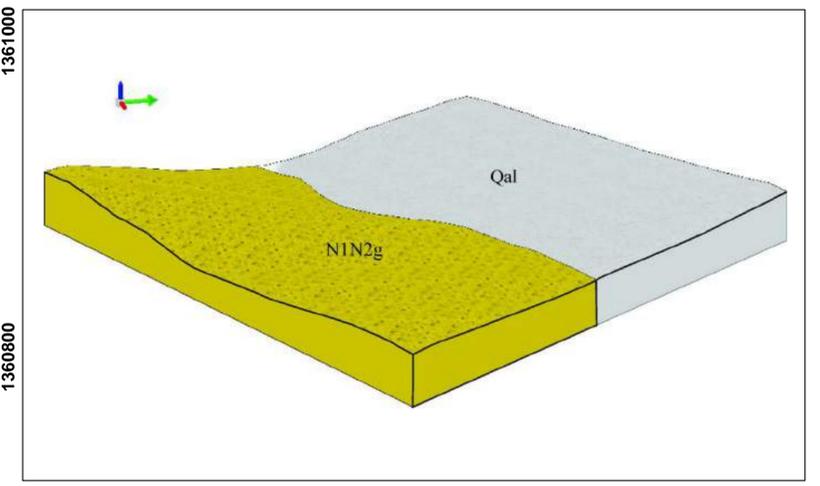
ANEXO B. MAPA GEOLÓGICO DEL ÁREA DE ESTUDIO.



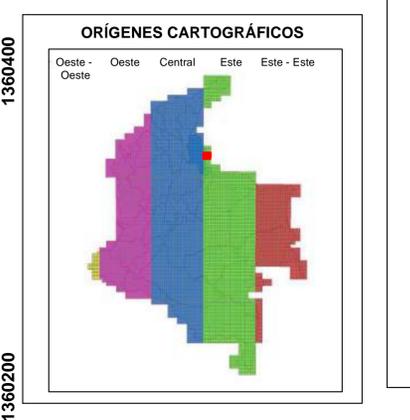
EÓN	ERA	PERIODO	LEYENDA GEOLÓGICA	DESCRIPCIÓN
Fanerozoico	Cenozoico	Cuaternario	Q2al	Depósitos Recientes de Llanura Aluvial: Gravas de guijarros gruesos a bloques, redondeados a subangulares, comúnmente con tendencia de imbricación, suprayacidos por arenas lodosas, lodos arenosos o lodos.
		Neógeno	N1N2g	Grupo Guayabo Arenitas lodosas de grano muy fino a fino bioturbadas, lodolitas arenosas, lodolitas y arcillolitas varicoloradas intercaladas; con cuarzoarenitas de grano fino a medio, arenitas lodosas y arenitas conglomeráticas.

BASE CARTOGRÁFICA

Curvas de Nivel
 Drenaje
 Vias



- NOTAS**
- Mapa de Geológico tomado del Anexo B, Plancha geológica No. 88 - Cúcuta del Servicio Geológico Colombiano (SGC), 2016.
 - Cartografía básica PBOT municipio Villa del Rosario escala 1:25.000 del año 2013 y generada a partir del componente CAD Earth del software AutoCAD.



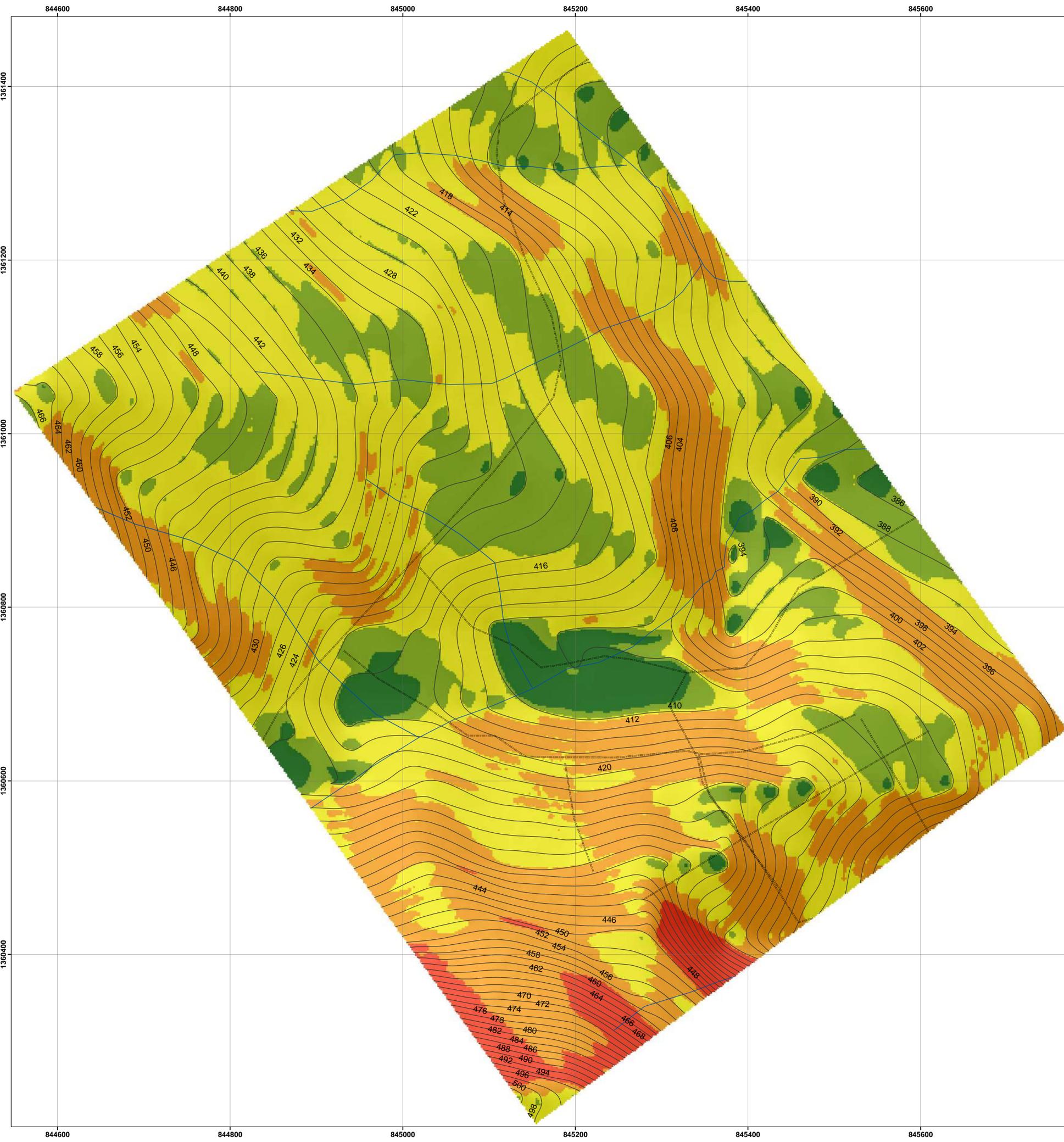
Elaborado por:
DAYANA MARCELA HERNÁNDEZ GARCÍA
Geóloga pasante

ANEXO E

MAPA DE HIPSOMÉTRICO

UNIVERSIDAD DE PAMPLONA
VILLA DEL ROSARIO
2021

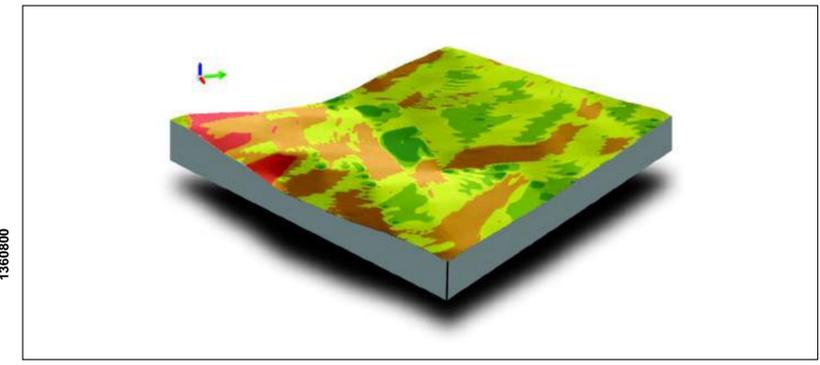
ANEXO C. MAPA DE PENDIENTES.



CONDICIÓN DEL TERRENO	RANGO	COLOR	PROCESOS CARACTERÍSTICOS
Plano a casi plano	0 - 2		No hay denudación apreciable
Suavemente inclinado	2 - 4		Movimientos en masa de baja velocidad y procesos erosivos de diferentes tipos, especialmente bajo condiciones periglaciares (solifluxión) y fluviales (erosión laminar y en surcos). Susceptible a desarrollar procesos erosivos.
Inclinado	4 - 8		Condiciones similares a las anteriores. Alta susceptibilidad a desarrollar procesos erosivos.
Moderadamente abrupto	8 - 16		Movimientos en masa de todos los tipos, especialmente solifluxión periglaciares, reptación y ocasionalmente deslizamientos, también erosión de tipo laminar y en surcos. Susceptible a erosión y deslizamientos.
Abrupto	16 - 35		Procesos denudacionales intensos de diferentes tipos (erosión bajo cubierta forestal, reptación, deslizamientos). Alta propensión al desarrollo de procesos erosivos.
Muy abrupto	> 35		Muy abrupto. Afloramientos rocosos, procesos denudacionales intensos, depósitos granulares caóticos de poco espesor.

BASE CARTOGRÁFICA

Curvas_de_Nivel
 Drenaje
 Vías



NOTAS

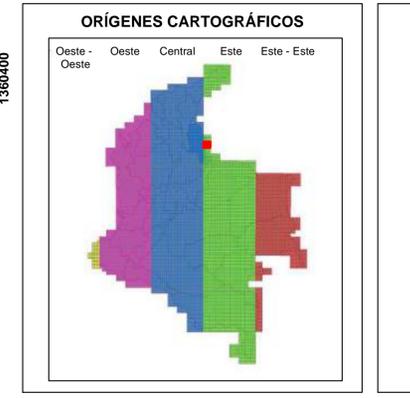
- Mapa de pendientes generado a partir de un modelo digital de elevación (DEM) de 2 m de resolución
- Cartografía básica PBOT municipio Villa del Rosario escala 1:25.000 del año 2013 y generada a partir del componente CAD Earth del software AutoCAD.

INFORMACIÓN DE REFERENCIA

Escala 1:2.000

0 25 50 100 150 200 m

Proyección Conforme de Gauss
DATUM MAGNA SIRGAS
ORIGEN EN LA ZONA ESTE CENTRAL
Coordenadas Geográficas: 4° 35' 46,3215" N 71° 04' 39,0285" W
Coordenadas Planas: N= 1'000.000 E= 1'000.000



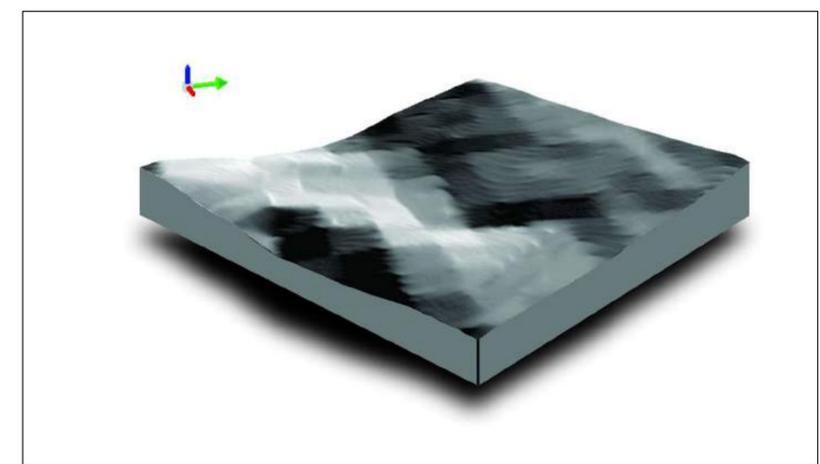
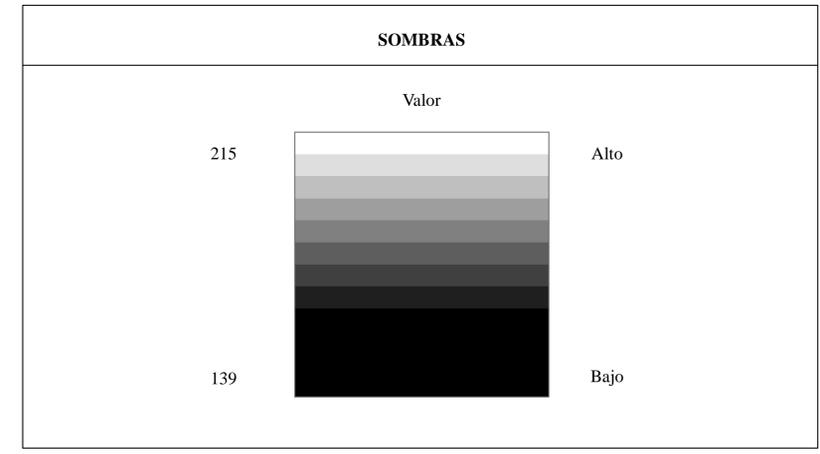
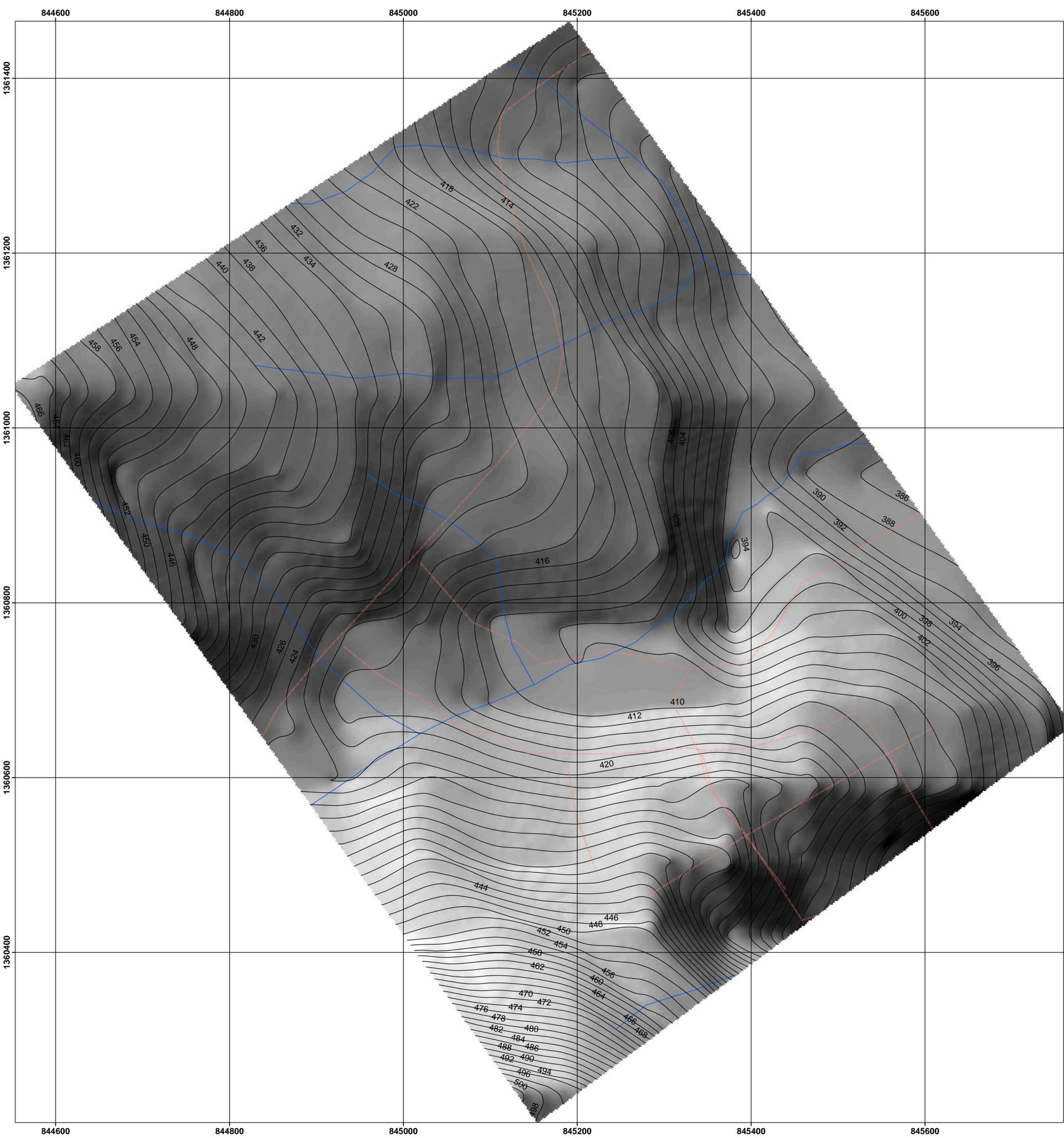
Elaborado por:
DAYANA MARCELA HERNÁNDEZ GARCÍA
Geóloga pasante

ANEXO C

MAPA DE PENDIENTES

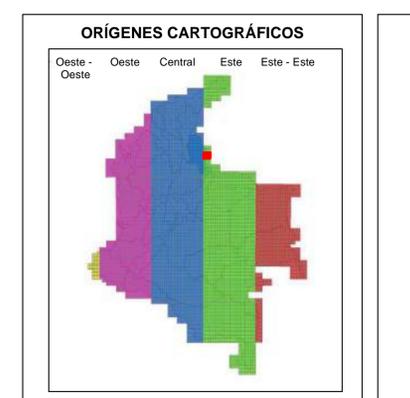
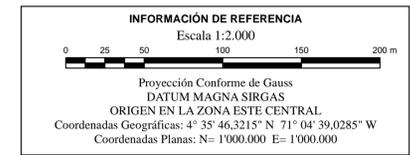
UNIVERSIDAD DE PAMPLONA
VILLA DEL ROSARIO
2021

ANEXO D. MAPA DE SOMBRAS.



NOTAS

1. Mapa de sombras generado a partir de un modelo digital de elevación (DEM) de 2 m de resolución
2. Cartografía básica PBOT municipio Villa del Rosario escala 1:25.000 del año 2013 y generada a partir del componente CAD Earth del software AutoCAD.

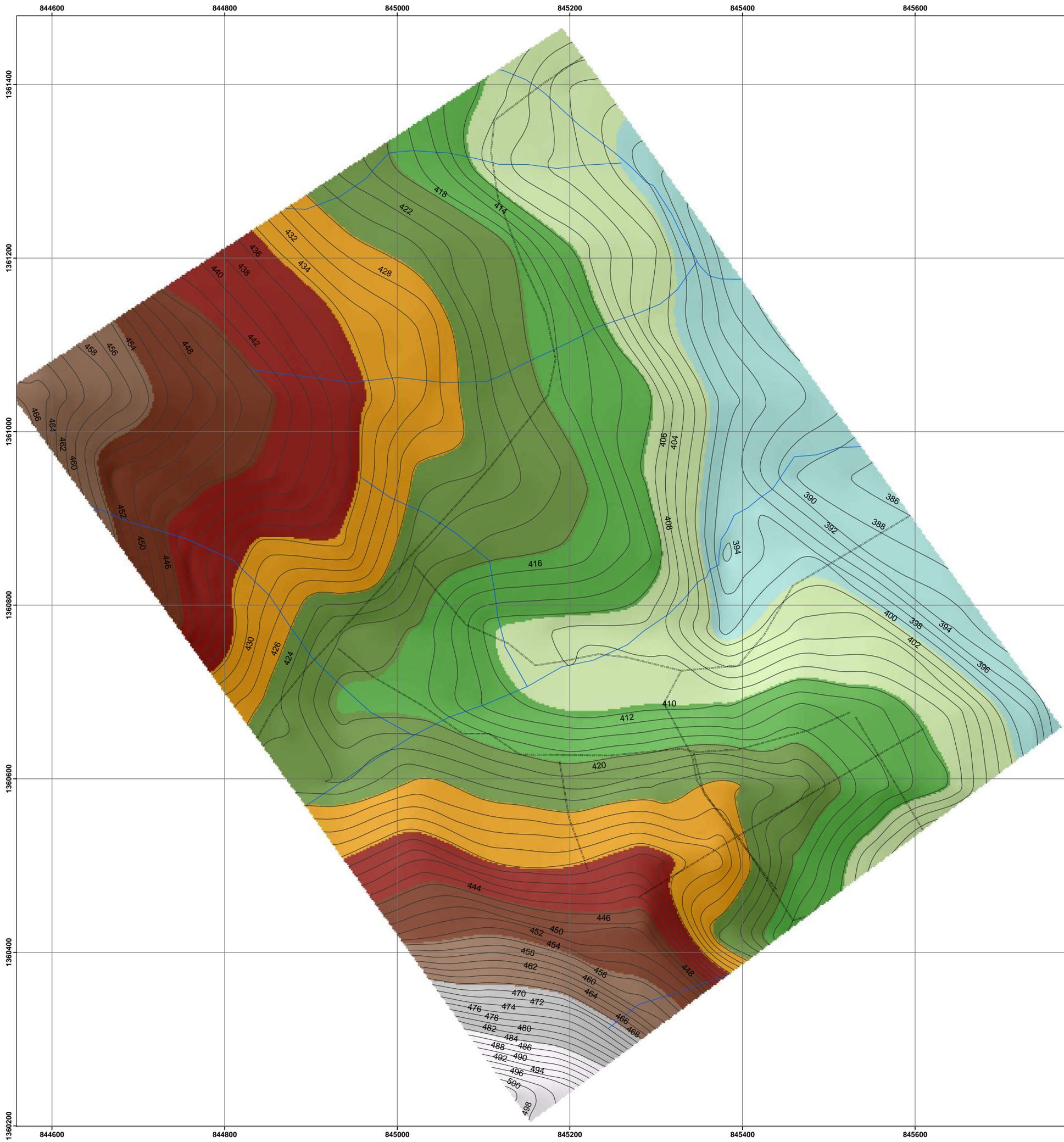


Elaborado por:
DAYANA MARCELA HERNÁNDEZ GARCÍA
Geóloga pasante

ANEXO D
MAPA DE SOMBRAS

UNIVERSIDAD DE PAMPLONA
VILLA DEL ROSARIO
2021

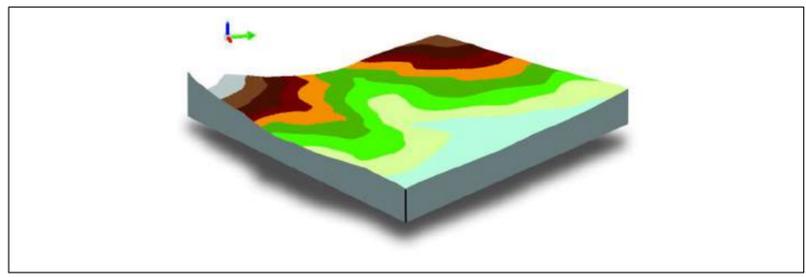
ANEXO E. MAPA DE HIPSOMETRÍA.



ELEVACIÓ (m.s.n.m.)	
COLOR	INTERVALOS DE ELEVACIÓ
	(385,3182983 - 399,2973846)
	(399,2973847 - 409,6689647)
	(409,6689648 - 417,7858535)
	(417,7858536 - 425,9027423)
	(425,9027424 - 434,4705693)
	(434,4705694 - 443,4893346)
	(434,4705694 - 443,4893346)
	(453,4099766 - 466,4871862)
	(466,4871863 - 482,2700255)
	(482,2700256 - 500,3075562)

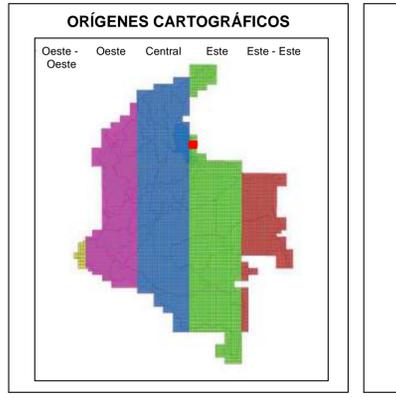
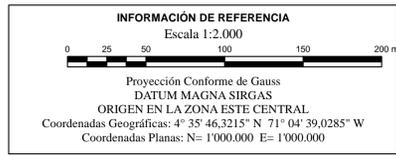
BASE CARTOGRÁFICA

Curvas de Nivel
 Drenaje
 Vias



NOTAS

- Mapa de hipsometría generado a partir de un modelo digital de elevación (DEM) de 2 m de resolución
- Cartografía básica PBOT municipio Villa del Rosario escala 1:25.000 del año 2013 y generada a partir del componente CAD Earth del software AutoCAD.



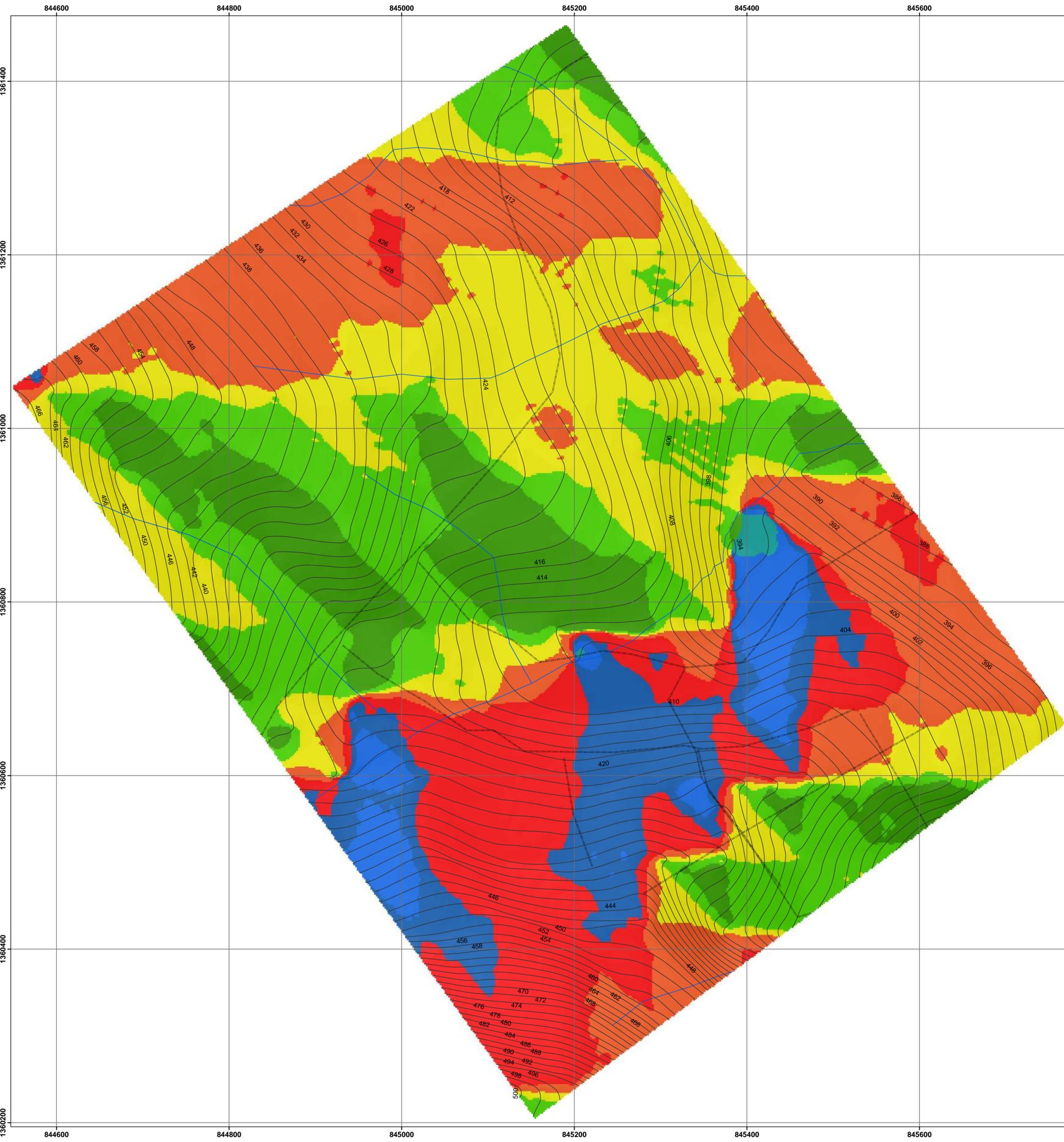
Elaborado por:
DAYANA MARCELA HERNÁNDEZ GARCÍA
 Geóloga pasante

ANEXO E

MAPA DE HIPOMETRÍA

UNIVERSIDAD DE PAMPLONA
VILLA DEL ROSARIO
 2021

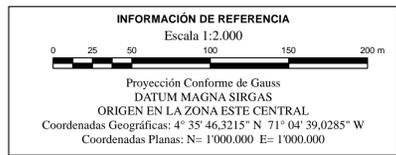
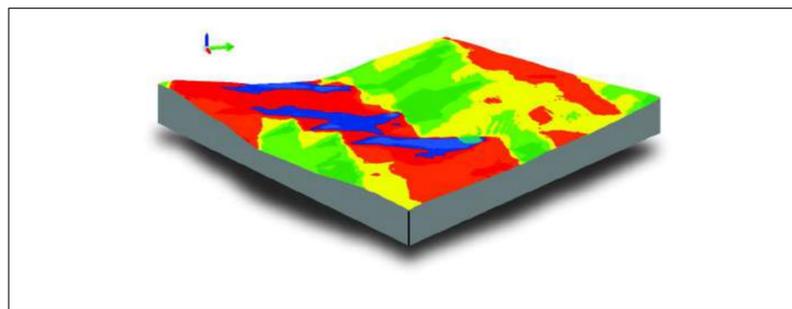
ANEXO F. MAPA DE ASPECTO.



DIRECCIÓN	COLOR	INTERVALOS DE LA ORIENTACIÓN (GRADOS AZIMUT)
Norte		(0 - 28,23)
Noreste		(28,23 - 60,75)
Este		(60,75 - 95,99)
Sureste		(95,99 - 134,11)
Sur		(134,11 - 210,35)
Suroeste		(210,35 - 297,88)
Oeste		(297,88 - 340,23)
Noroeste		(340,23 - 359,99)

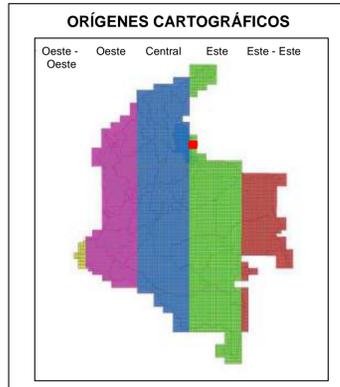
BASE CARTOGRÁFICA

Curvas de Nivel
 Drenaje
 Vias



NOTAS

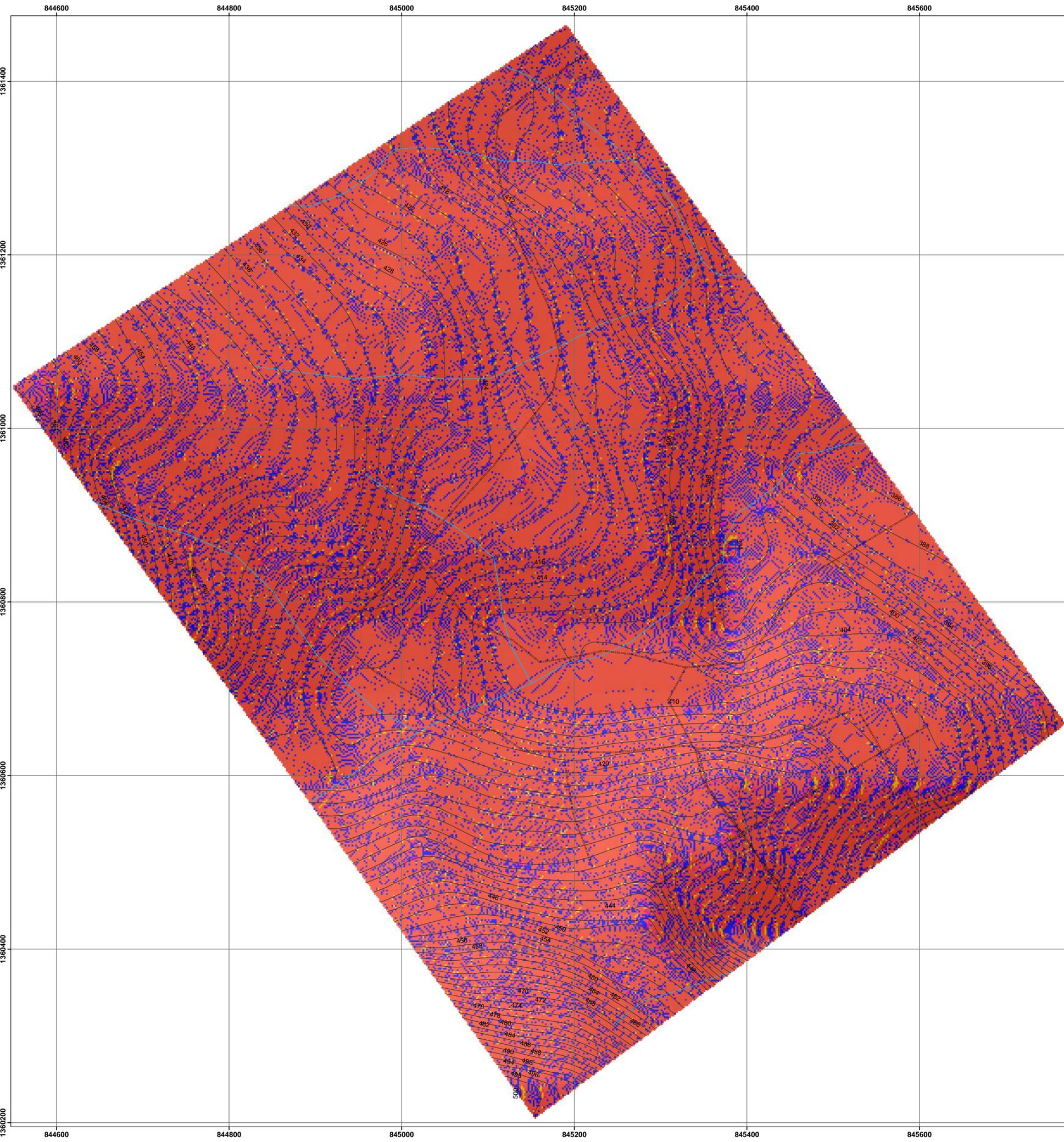
1. Mapa de aspecto generado a partir de un modelo digital de elevación (DEM) de 2 m de resolución
2. Cartografía básica PBOT municipio Villa del Rosario escala 1:25.000 del año 2013 y generada a partir del componente CAD Earth del software AutoCAD.



Elaborado por:
DAYANA MARCELA HERNÁNDEZ GARCÍA
Geóloga pasante

ANEXO F
MAPA DE ASPECTO
UNIVERSIDAD DE PAMPLONA
VILLA DEL ROSARIO
2021

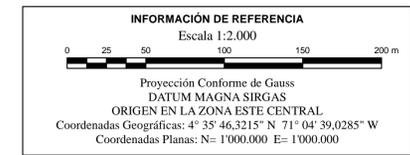
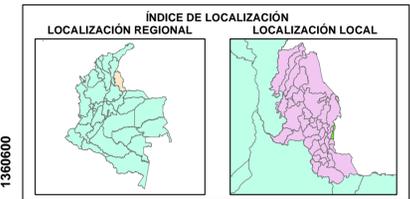
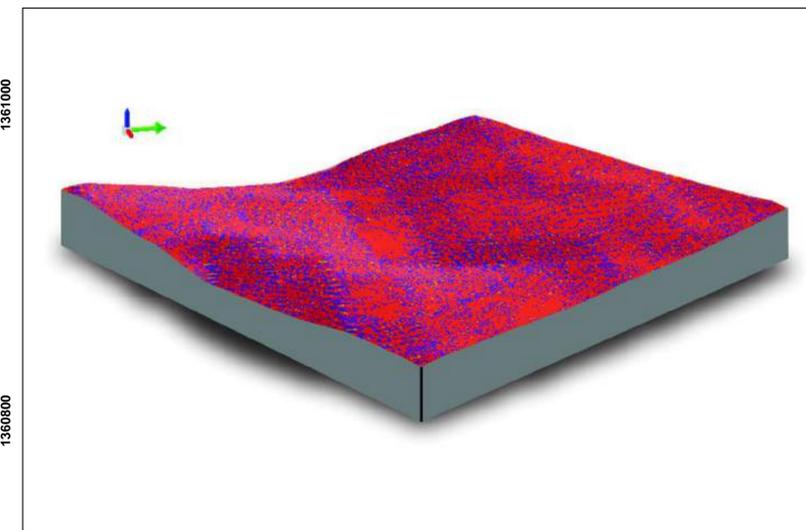
ANEXO G. MAPA DE CURVATURA – PLANO.



COLOR	INTERVALOS
	(-151,9230804) - (-36,42911087)
	(-36,42911086) - 0
	0 - (12,31146345)
	(12,31146346) - (118,2692337)

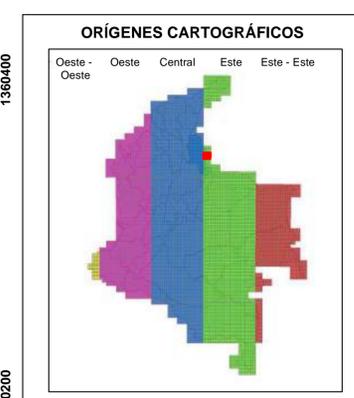
BASE CARTOGRÁFICA

Curvas_de_Nivel
 Drenaje
 Vías



NOTAS

- Mapa de curvatura - plano generado a partir de un modelo digital de elevación (DEM) de 2 m de resolución
- Cartografía básica PBOT municipio Villa del Rosario escala 1:25.000 del año 2013 y generada a partir del componente CAD Earth del software AutoCAD.



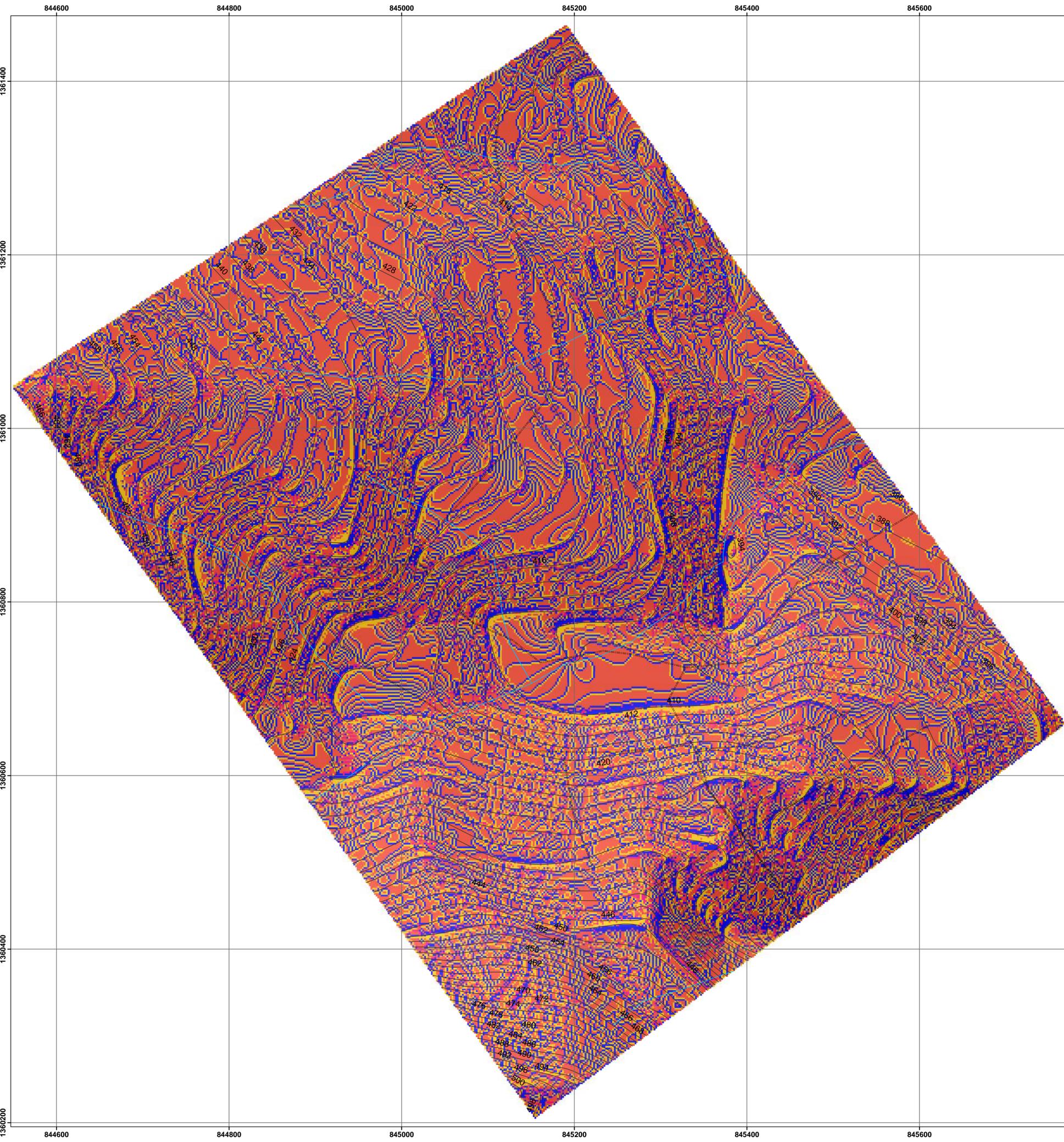
Elaborado por:
DAYANA MARCELA HERNÁNDEZ GARCÍA
Geóloga pasante

ANEXO G

MAPA DE CURVATURA - PLANO

UNIVERSIDAD DE PAMPLONA
VILLA DEL ROSARIO
2021

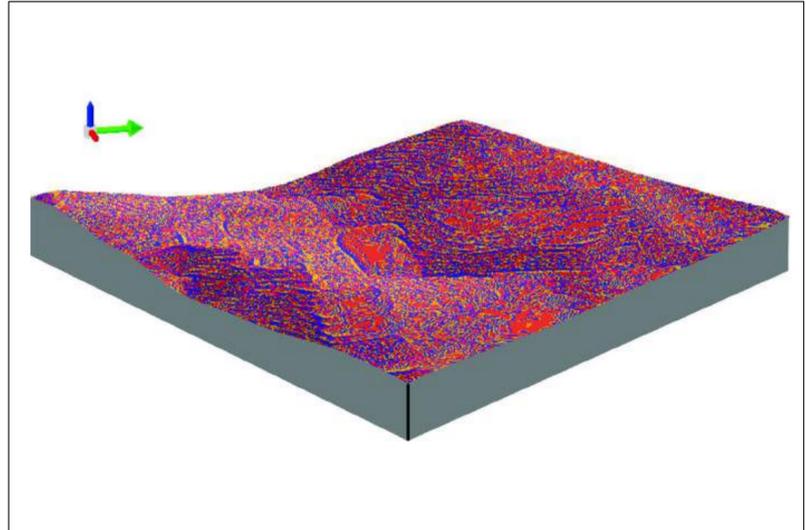
ANEXO H. MAPA DE CURVATURA – PERFIL.



COLOR	INTERVALOS
	(-206,25) - (-15,02258199)
	(-15,02258198) - 0
	0 - (13,74614461)
	(13,74614462) - (225,280899)

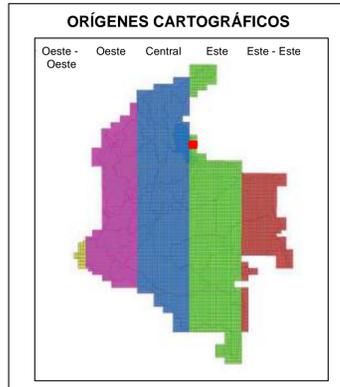
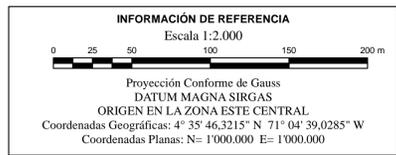
BASE CARTOGRÁFICA

Curvas de Nivel
 Drenaje
 Vias



NOTAS

1. Mapa de curvatura - perfil generado a partir de un modelo digital de elevación (DEM) de 2 m de resolución
2. Cartografía básica PBOT municipio Villa del Rosario escala 1:25.000 del año 2013 y generada a partir del componente CAD Earth del software AutoCAD.



Alcaldía de
Villa del Rosario
*El momento de Crecer
atendiendo a todos*

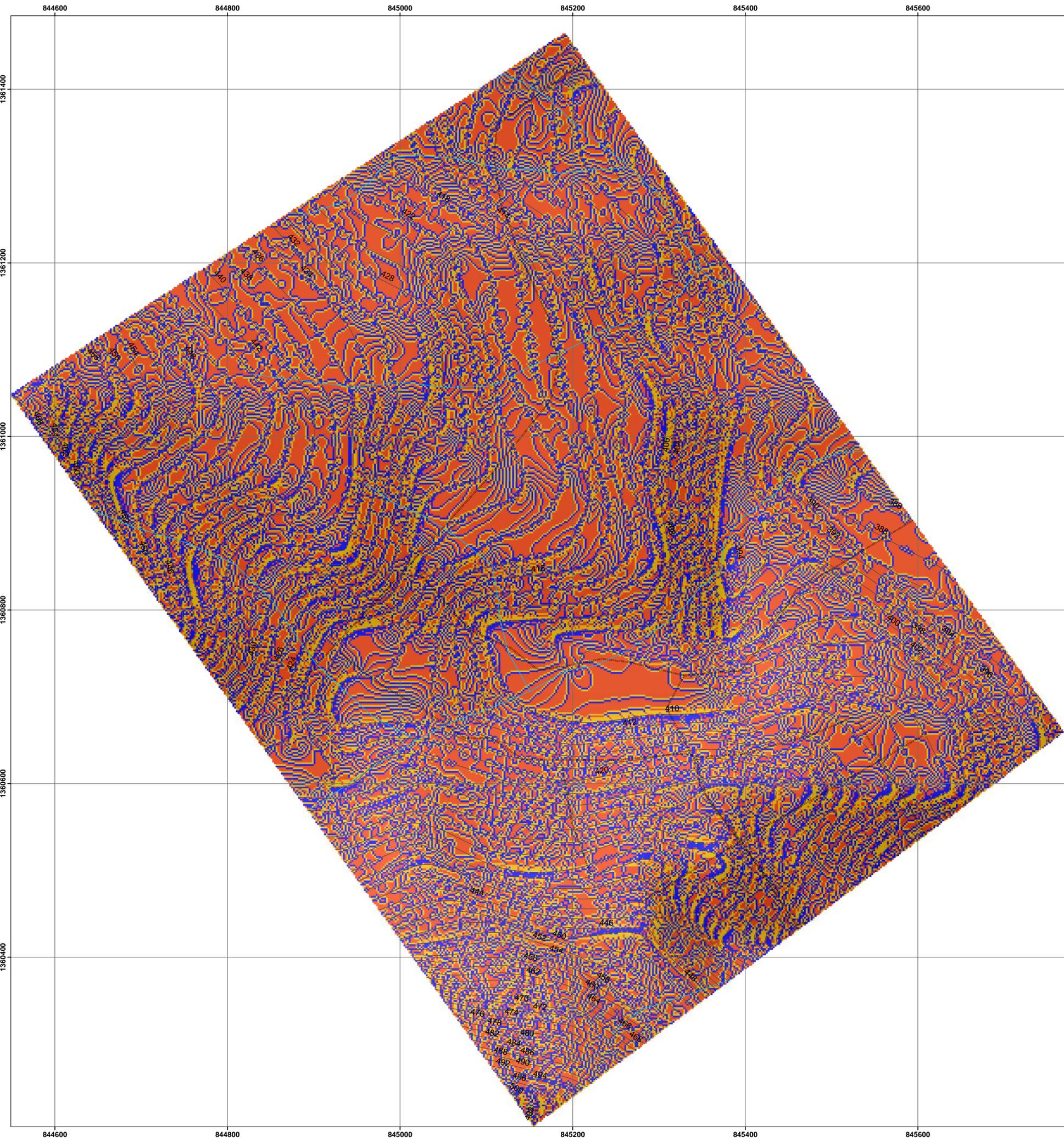
Elaborado por:
DAYANA MARCELA HERNÁNDEZ GARCÍA
Geóloga pasante

ANEXO H

MAPA DE CURVATURA - PERFIL

UNIVERSIDAD DE PAMPLONA
VILLA DEL ROSARIO
2021

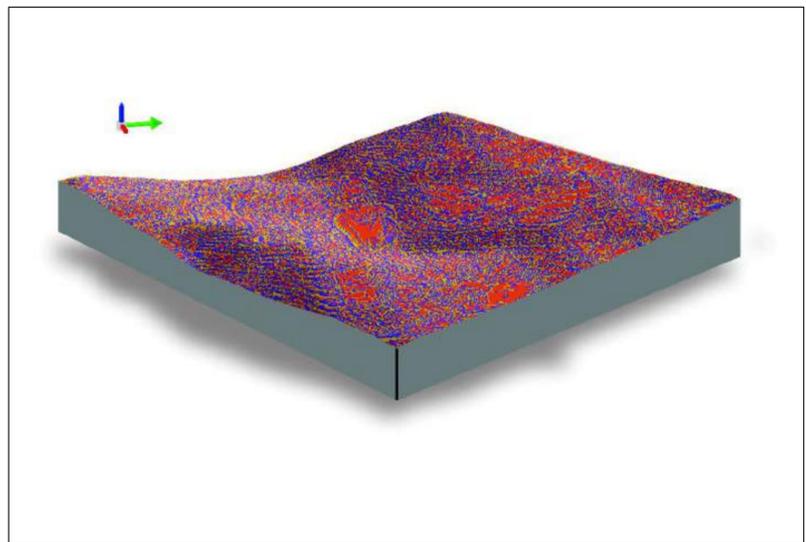
ANEXO I. MAPA DE CURVATURA ESTÁNDAR.



COLOR	INTERVALOS
	(-300) - (-24.70588235)
	(-24.70588234) - 0
	0 - (24.70588235)
	(24.70588236) - (300)

BASE CARTOGRÁFICA

 Curvas_de_Nivel
  Drenaje
  Vias

ÍNDICE DE LOCALIZACIÓN

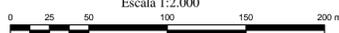
LOCALIZACIÓN REGIONAL  LOCALIZACIÓN LOCAL 

NOTAS

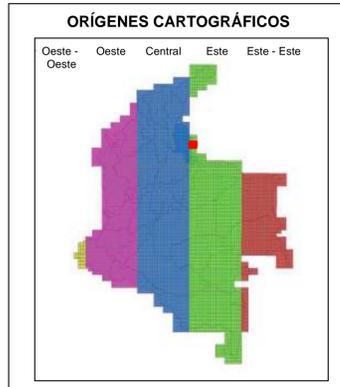
1. Mapa de aspecto generado a partir de un modelo digital de elevación (DEM) de 2 m de resolución
2. Cartografía básica PBOT municipio Villa del Rosario escala 1:25.000 del año 2013 y generada a partir del componente CAD Earth del software AutoCAD.

INFORMACIÓN DE REFERENCIA

Escala 1:2.000



Proyección Conforme de Gauss
DATUM MAGNA SIRGAS
ORIGEN EN LA ZONA ESTE CENTRAL
Coordenadas Geográficas: 4° 35' 46,3215" N 71° 04' 39,0285" W
Coordenadas Planas: N= 1'000.000 E= 1'000.000




Elaborado por:
DAYANA MARCELA HERNÁNDEZ GARCÍA
Geóloga pasante

ANEXO I
MAPA DE CURVATURA
UNIVERSIDAD DE PAMPLONA
VILLA DEL ROSARIO
2021

ANEXO J. MAPA DE LOCALIZACIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO.



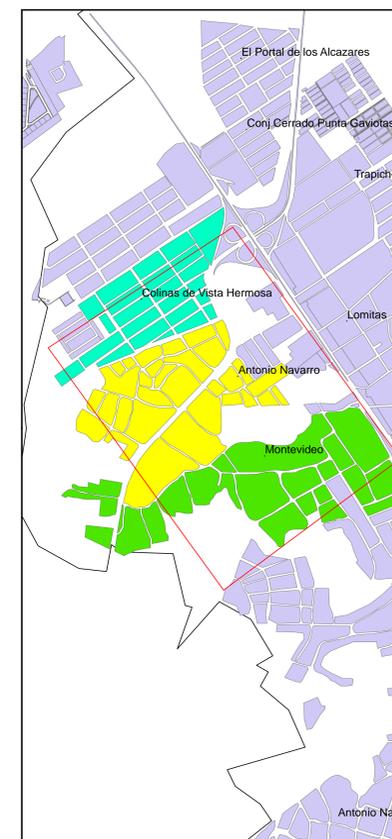
LOCALIZACIÓN NACIONAL



LOCALIZACIÓN REGIONAL



LOCALIZACIÓN LOCAL



LOCALIZACIÓN ÁREA DE ESTUDIO

CARACTERIZACIÓN E IDENTIFICACIÓN GEOMORFOLÓGICA EN LOS BARRIOS DE COLINA DE VISTA HERMOSA, ANTONIO NAVARRO Y MONTEVIDEO II DEL MUNICIPIO DE VILLA DEL ROSARIO, NORTE DE SANTANDER

ESCALA 1:2000

**DAYANA MARCELA HERNÁNDEZ GARCÍA
2021**



ANEXO K. IMAGEN SATELITAL.



**ANEXO L. FORMATO DE CAMPO DE LOS ELEMENTOS GEOMORFOLÓGICOS Y
TABLA DE LOCALIZACIÓN DE ESTACIONES Y PUNTOS DE CONTROL.**

CARACTERIZACIÓN DE GEOFORMAS – GEOMORFOLOGÍA APLICADA MAPAS DE ELEMENTOS GEOMORFOLÓGICOS FORMATO DE CAMPO



INFORMACIÓN GENERAL

PROYECTO: <u>Caracterización e Identificación Geomorfológica</u>			
Departamento: <u>Norte de Santander</u>	Norte: <u>1251010</u>	Estación: <u>TGDHE-1</u>	
Municipio: <u>Villa del Rosario</u>	Este: <u>844 456</u>	Fecha: <u>21-09-2021</u>	
Barrio: <u>Colinas de Vista Hermosa</u>	Altura: <u>468 m</u>	<u>Punto de control</u>	
Dirección: _____			

MORFOLITOLOGÍA – MORFOLOGÍA – MORFOMETRÍA

Morfogénesis	Tipo de Roca	Grado de Meteorización	Tipo de Suelo	Tamaño de Grano	Tipo de Relieve (m)	Índice de Relieve (m)	Inclinación lateral (°)	Longitud de Ladera (m)	Forma de Ladera
Morfoestructural	Sed. Cementada	Fresca	Antropico	Grueso	Montículo (<50)	Muy bajo (<50)	Plana (<3)	Muy corta (<50)	Rectilínea
Denudacional	Sed. Consolidada	Débil	Residual	Fino	Loma (50-200)	Bajo (50-200)	Buena (3-10)	Corta (50-250)	Cóncava
Fluvial	Sed. Química	Moderada	Transportado		Colina (200-500)	Moderado (200-500)	Moderada (11-20)	Moderada (250-500)	Convexa
Antropogénico	<u>Sedimentos</u>	Alta	Coluvial		Montañas (>500)	Alto (500-1000)	Abrupta (21-45)	Larga (500-1000)	Inregular
			Talus			Muy Alto (1000-3500)	Escarpada (>45)	Muy larga (1000-3500)	Compleja
			Flujo					Extremadamente (>1000)	

COBERTURA Y USO DE SUELO – DRENAJE

COBERTURA Y USO DE SUELO – DRENAJE			MORFODINÁMICA						
Cobertura	Uso del Suelo	Patrón de drenaje	EROSIÓN			MOVIMIENTO EN MASA			
			Tipo de Erosión	Espaciamiento de canales	Intensidad de Erosión	Tipo de MM	Tipo de material	Estado	
Pastos	Ganadería	Dendrítico	Laminar	<5 m	Suave	Caldes	Fino	Inactiva: No presenta MM	
Bosques	Explot. Forestal	Subdendrítico	Surcos	5 – 15 m	Moderada	Volcamientos	Arena	Poco activa: Presenta poco MM	
Cultivos	Agricultura	Paralelo	Bancales	15 – 50 m	Severa	Desliz. Rotacional	Grava	Activa: Presenta varios MM	
Cantiers	Explot. Minera	Subparalelo	Cárcazas	50 – 150 m		Desliz. Translacional	Guijos		
Urbana			Tierras Malas	150 – 500 m		Reptación	Bloques		
Otro: <u>arboles</u>	Otro: <u>arboles</u>	Otro: _____		>500 m		Flujo			
						Compuesto			
						Complejo			

ANEXOS DEL FORMATO

FOTOGRAFÍAS	DESCRIPCIÓN	OBSERVACIONES
FOTO: <u>039-03</u>		<u>Erosión tipo laminar y de surcos material fino y presentando oxidación por color rojizo al mojado</u>
FOTO: _____		
FOTO: _____		
FOTO: _____		

Fuente: Tomado y Modificado de la Guía Metodológica para estudios de amenaza, vulnerabilidad y riesgo por movimientos en masa a escala detallada del Servicio Geológico Colombiano, 2016.

CARACTERIZACIÓN DE GEOFORMAS – GEOMORFOLOGÍA APLICADA MAPAS DE ELEMENTOS GEOMORFOLÓGICOS FORMATO DE CAMPO

INFORMACIÓN GENERAL

PROYECTO: <u>Caracterización e identificación geomorfológica aplicada a MIMA</u>			
Departamento: <u>Norte de Santander</u>	Norte: <u>1 320 486</u>	Estación: <u>TG/DH - E7</u>	
Municipio: <u>Villa del Rosario</u>	Este: <u>845 337</u>	Fecha: <u>23/04/2021</u>	
Barrio: <u>Montevideo II</u>	Altura: <u>429 msnm</u>		
Dirección: <u>Calle 22N</u>			

MORFOLITOLOGÍA – MORFOLOGÍA – MORFOMETRÍA

Morfogénesis	Tipo de Roca	Grado de Meteorización		Tipo de Suelo	Tamaño de Grano	Tipo de Relieve (m)		Índice de Relieve (m)		Inclinación lateral (°)	Longitud de Ladera (m)	Forma de Ladera
Morfoestructural	<input checked="" type="checkbox"/> Sed. Cementada	Fresca		Antrópico	Grueso	Montículo (<50)	<input checked="" type="checkbox"/>	Muy bajo (<50)	<input checked="" type="checkbox"/>	Plana (<3)	Muy corta (<50)	Rectilínea
Denudacional	<input checked="" type="checkbox"/> Sed. Consolidada	Débil	<input checked="" type="checkbox"/>	Residual	Fino	Loma (50-200)		Bajo (50-250)		Suave (3-15)	Corta (50-250)	<input checked="" type="checkbox"/> Cóncava
Fluvial	<input checked="" type="checkbox"/> Sed. Gólmica	Moderada		Transportado		Colina (200-500)		Moderado (250-500)		Moderada (11-20)	Moderada (250-500)	Convexa
Antropogénica		Alta		Coluvial	<input checked="" type="checkbox"/>	Montañoso (>500)		Alto (500-1000)		Abrupta (21-45)	Larga (500-1000)	Irregular
				Talus				Muy Alto (1000-2500)		Escarpada (>45)	Muy larga (1000-2500)	Compleja
				Flujo							Extremadamente (>2500)	

COBERTURA Y USO DE SUELO – DRENAJE

COBERTURA Y USO DE SUELO – DRENAJE			MORFODINÁMICA										
Cobertura	Uso del Suelo	Patrón de drenaje	EROSIÓN			MOVIMIENTO EN MASA							
			Tipo de Erosión	Espaciamiento de canales	Intensidad de Erosión	Tipo de MM		Tipo de material	Estado				
Pratos	<input checked="" type="checkbox"/> Ganadería	Dendrítico	<input checked="" type="checkbox"/> Laminar	<5 m	<input checked="" type="checkbox"/> Suave	Caidas		Fino	<input checked="" type="checkbox"/>	Inactiva: No presenta MM			
Bosques	Explot. Forestal	Subdendrítico	Burcos	5 – 15 m	Moderada	Volcanarias		Arena	<input checked="" type="checkbox"/>	Poco activa: Presenta poco MM			
Cultivos	Agricultura	Paralelo	Sarrazos	15 – 50 m	Severa	Desfil. Rotacional		Grava	<input checked="" type="checkbox"/>	Activa: Presenta varios MM			
Cartera	Explot. Minera	Subparalelo	Cárceves	50 – 100 m		Desfil. Traslacional	<input checked="" type="checkbox"/>	Guijos					
Urbana	<input checked="" type="checkbox"/>		Tierras Malas	150 – 500 m		Repleción		Bloques					
Otro: <u>Arboles</u>	Otro: <u>Arboles</u>	Otro:		>500 m		Flujo							
						Compuesto							
						Complejo							

ANEXOS DEL FORMATO

FOTOGRAFÍAS	DESCRIPCIÓN	OBSERVACIONES
FOTO: <u>065200</u>		<u>ladera que está en contra de la pendiente y tiene un alto porcentaje de cobertura vegetal.</u>
FOTO:		
FOTO:		
FOTO:		

Fuente: Tomado y Modificado de la Guía Metodológica para estudios de amenaza, vulnerabilidad y riesgo por movimientos en masa a escala detallada del Servicio Geológico Colombiano, 2016.

CARACTERIZACIÓN DE GEOFORMAS – GEOMORFOLOGÍA APLICADA MAPAS DE ELEMENTOS GEOMORFOLÓGICOS FORMATO DE CAMPO

INFORMACIÓN GENERAL

PROYECTO: Caracterización e identificación geomorfológica aplicada a MMA
Departamento: Norte de Santander **Norte:** 1 360 443 **Estación:** TGDH-E3
Municipio: Villa del Rosario **Este:** 845 231 **Fecha:** 23/09/2021
Barrio: Montevideo **Altura:** 444 msnm
Dirección: Calle 23N con calle 15b

MORFOLITOLÓGIA – MORFOLOGÍA – MORFOMETRÍA

Morfogénesis	Tipo de Roca	Grado de Meteorización	Tipo de Suelo	Tamaño de Grano	Tipo de Relieve (m)	Índice de Relieve (m)	Inclinación lateral (°)	Longitud de Ladera (m)	Forma de Ladera
Morfoestructural	Sed. Cementada	Fresca	Antropico	Grueso	Montículo (<50)	Muy bajo (<50)	Piana (<3)	Muy corta (<50)	Rectilínea
Denudacional	Sed. Consolidada	Débil	Residual	Fino	Loma (50-200)	Bajo (50-250)	Suave (3-10)	Corta (50-250)	Cóncava
Fluvial	Sed. Química	Moderada	Transportado		Colina (200-500)	Moderado (250-400)	Moderada (11-20)	Moderada (250-500)	Convexa
Antropogénico		Alta	Coluvial		Montañas (>500)	Alto (500-1000)	Abrupta (21-45)	Larga (500-1000)	Irregular
			Talus			Muy Alto (1000-2500)	Escarpada (>45)	Muy larga (1500-2500)	Compleja
			Flujo					Extremadamente larga (>2500)	

COBERTURA Y USO DE SUELO – DRENAJE

COBERTURA Y USO DE SUELO – DRENAJE			MORFODINÁMICA					
Cobertura	Uso del Suelo	Patrón de drenaje	EROSIÓN		MOVIMIENTO EN MASA		Estado	
			Tipo de Erosión	Espaciamiento de canales	Intensidad de Erosión	Tipo de MM	Tipo de material	
Pastos	Ganadería	Dendrítico	Laminar	<5 m	Suave	Caldas	Fino	Inactiva: No presenta MM
Boques	Explot. Forestal	Subdendrítico	Sucos	5 – 15 m	Moderada	Volcanientos	Arma	Poco activa: Presenta poco MM
Cultivos	Agricultura	Paralelo	Bancos	15 – 50 m	Severa	Desliz. Rotacional	Grava	Activa: Presenta varios MM
Cantiera	Explot. Minera	Subparalelo	Cárcavas	50 – 150 m		Desliz. Tradicional	Gujos	
Urbana			Tierras Matas	150 – 500 m		Repación	Bloques	
Otro: Arboles	Otro: NUCAGUACI	Otro:		>500 m		Flujo		
						Flujo		
						Complejo		

ANEXOS DEL FORMATO

FOTOGRAFÍAS	DESCRIPCIÓN	OBSERVACIONES
FOTO 085647	Perfil de suelo	Se logra observar de manera difusa de la orientación de las capas que presenta un grado de erosión media-alta
FOTO		
FOTO		
FOTO		

Fuente: Tomado y Modificado de la Guía Metodológica para estudios de amenaza, vulnerabilidad y riesgo por movimientos en masa a escala detallada del Servicio Geológico Colombiano, 2016.

CARACTERIZACIÓN DE GEOFORMAS – GEOMORFOLOGÍA APLICADA MAPAS DE ELEMENTOS GEOMORFOLÓGICOS FORMATO DE CAMPO



INFORMACIÓN GENERAL

PROYECTO: Caracterización e identificación geomorfológica aplicada a MMA

Departamento: Norte de Santander Norte: 1 360 294 Estación: TGDH-E4

Municipio: Villa del Rosario Este: 845 181 Fecha: 23/09/2021

Barrio: Montevideo II Altura: 490 msnm

Dirección: Calle 22a Norte

MORFOLITOLÓGICA – MORFOLOGÍA – MORFOMETRÍA

Morfotipos	Tipo de Roca	Grado de Meteorización	Tipo de Suelo	Tamaño de Grano	Tipo de Relieve (m)	Índice de Relieve (m)	Inclinación ladera (°)	Longitud de Ladera (m)	Forma de Ladera	
Morfoestructural	X Sed. Cementada	Fresca	Aviático	Grueso	Montículo (<5)	X Muy bajo (<50)	X Plana (<3)	Muy corta (<50)	Rectilínea	
Denudacional	Sed. Consolidada	X Débil	X Residual	X Fino	Loma (50-200)	Bajo (50-250)	Suave (3-10)	Corta (50-250)	X Cóncava	
Fluvial	Sed. Química	Moderada	Transportado		Colina (200-500)	Moderado (200-300)	Moderada (11-20)	Moderada (250-500)	Convexa	X
Antropogénico		Alta	Coluvial	X	Montaña (>500)	Alto (500-1000)	Abrupta (21-45)	X Larga (500-1000)	Irregular	
			Talus			Muy Alto (1000-2500)	Escarpada (>45)	Muy larga (1000-2500)	Compleja	
			Flujo					Escarpada (>45)	Compleja	
								Escarpada (>45)	Compleja	

COBERTURA Y USO DE SUELO – DRENAJE

COBERTURA Y USO DE SUELO – DRENAJE			MORFODINÁMICA						
Cobertura	Uso del Suelo	Patrón de drenaje	EROSIÓN			MOVIMIENTO EN MASA			
			Tipo de Erosión	Espaciamiento de canales	Intensidad de Erosión	Tipo de MM	Tipo de material	Estado	
Pastos	X Ganadería	Dendríptico	Laminar	(<5 m)	X Suave	Caidas	Finos	Inactiva: No presenta MM	X
Boques	Explot. Forestal	Subdendríptico	Surcos	(5 – 15 m)	Moderada	Volcánicos	Areña	Poco activa: Presenta poco MM	
Cultivos	Agricultura	Paralelo	Barrancos	(15 – 50 m)	Severa	Desliz. Rotacional	Grava	Activa: Presenta varios MM	
Carreras	Explot. Minera	Subparalelo	Cárcavas	(50 – 150 m)		Desliz. Translacional	Gujos		
Urbana			Tierras Malas	(150 – 500 m)		Reptación	Bloques		
Otro: Arboles	Otro: Minería	Otro:		(>500 m)		Fijo			
						Compuesto			
						Complejo			

ANEXOS DEL FORMATO

FOTOGRAFÍAS	DESCRIPCIÓN	OBSERVACIONES
FOTO 042906	suelo residual con erosión laminar	se presenta una fuerte erosión de tipo pluvial.
FOTO	también se presentan surcos	
FOTO		
FOTO		

Fuente: Tomado y Modificado de la Guía Metodológica para estudios de amenaza, vulnerabilidad y riesgo por movimientos en masa a escala detallada del Servicio Geológico Colombiano, 2016.

CARACTERIZACIÓN DE GEOFORMAS – GEOMORFOLOGÍA APLICADA MAPAS DE ELEMENTOS GEOMORFOLÓGICOS FORMATO DE CAMPO



INFORMACIÓN GENERAL

PROYECTO: Caracterización e identificación geomorfológica aplicada a MMA

Departamento: Norte de Santander Norte: 1360297 Estación: TGDH-E5

Municipio: Villa del Rosario Este: 845452 Fecha: 23/04/2021

Barrio: Antonio Navarro Altura: 405 m

Dirección: Calle 24 N con Cra 16

MORFOLOGÍA – MORFOLOGÍA – MORFOMETRÍA

Morfogénesis	Tipo de Roca	Grado de Metamorfización	Tipo de Suelo	Tamaño de Grano	Tipo de Relieve (m)	Índice de Relieve (m)	Inclinación ladera (°)	Longitud de Ladera (m)	Forma de Ladera
Morfoestructural	Sed. Cementada	Fresca	Antropico	Grueso	Montículo (<50)	Muy bajo (<50)	Pana (<3)	Muy corta (<50)	Rectilínea
Denudacional	Sed. Consolidada	Débil	Residual	Fino	Loma (50-200)	Bajo (50-250)	Suave (3-10)	Corta (50-250)	Cóncava
Fluvial	Sed. Cuáritza	Moderada	Transportado		Colina (250-500)	Moderado (250-500)	Moderada (11-20)	Moderada (250-500)	Convexa
Antropogénica	<u>Sedimentaria</u>	Alta	Coluvial		Montaña (>100)	Alto (300-1000)	Abrupta (21-45)	Larga (500-1000)	Irregular
			Talus			Muy Alto (1500-2500)	Escarpada (>45)	Muy larga (1000-2500)	Compleja
			Fijo					Enmatallada (<1500)	

COBERTURA Y USO DE SUELO – DRENAJE

COBERTURA Y USO DE SUELO – DRENAJE			MORFODINÁMICA					
Cobertura	Uso del Suelo	Patrón de drenaje	EROSIÓN		MOVIMIENTO EN MASA		Estado	
			Tipo de Erosión	Espaciamiento de canales	Intensidad de Erosión	Tipo de MM	Tipo de material	
Pastos	Ganadería	Dendrítico	Laminar	(<5 m)	Suave	Caldas	Finos	Inactiva: No presenta MM
Bosques	Explot. Forestal	Subdendrítico	Surcos	(5 – 15 m)	Moderada	Volcanientos	Arena	Poco activa: Presenta poco MM
Cultivos	Agricultura	Paralelo	Barracones	(15 – 50 m)	Severa	Desliz. Rotacional	Grava	Activa: Presenta varios MM
Carrera	Explot. Minera	Subparalelo	Cárcavas	(50 – 150 m)		Desliz. Tradicional	Gujas	
Urbana			Tierras Malas	(150 – 500 m)		Replacón	Bloques	
Otro: <u>Arboles</u>	Otro: <u>NINGUNA</u>	Otro: <u>NINGUNA</u>		(>500 m)		Fujo		
						Compuesto		
						Complejo		

ANEXOS DEL FORMATO

FOTOGRAFÍAS	DESCRIPCIÓN	OBSERVACIONES
FOTO: <u>042752</u>		<u>ladera afectada por erosión media ya que presenta poca cobertura de plantas</u>
FOTO:		
FOTO:		
FOTO:		

Fuente: Tomado y Modificado de la Guía Metodológica para estudios de amenaza, vulnerabilidad y riesgo por movimientos en masa a escala detallada del Servicio Geológico Colombiano, 2016.

CARACTERIZACIÓN DE GEOFORMAS – GEOMORFOLOGÍA APLICADA MAPAS DE ELEMENTOS GEOMORFOLÓGICOS FORMATO DE CAMPO



INFORMACIÓN GENERAL

PROYECTO: Caracterización e identificación geomorfológica aplicada a MMA
Departamento: Norte de Santander **Norte:** 1 360 237 **Estación:** TGDH - E6
Municipio: Villa del Rosario **Este:** 845 138 **Fecha:** 23/04/2021
Barrio: Antonio Novayo **Altura:** 494 msnm
Dirección: Autopista Interconal (70)

MORFOLOGÍA – MORFOLOGÍA – MORFOMETRÍA

Morfogénesis	Tipo de Roca	Grado de Meteorización	Tipo de Suelo	Tamaño de Grano	Tipo de Relieve (m)	Índice de Relieve (m)	Inclinación ladera (°)	Longitud de Ladera (m)	Forma de Ladera
Morfoestructural	Sed. Cementada	Fresca	Andélico	Grueso	Montículo (<50)	Muy bajo (<50)	Pana (<3)	Muy corta (<50)	Rectilínea
Denudacional	Sed. Consolidada	Débil	Residual	Fino	Loma (50-200)	Bajo (50-250)	Suave (3-10)	Corta (50-250)	Cóncava
Fluvial	Sed. Química	Moderada	Transportado		Colina (200-500)	Moderado (250-500)	Moderada (11-20)	Moderada (250-500)	Convexa
Antropogénico		Alta	Coluvial		Montaña (>100)	Alto (500-1000)	Abrupta (21-45)	Larga (500-1000)	Irregular
			Talus			Muy Alto (1000-2500)	Escarpada (>45)	Muy larga (1000-2500)	Compleja
			Flojo					Escarpada (>2500)	

COBERTURA Y USO DE SUELO – DRENAJE

COBERTURA Y USO DE SUELO – DRENAJE			MORFODINÁMICA						
Cobertura	Uso del Suelo	Patrón de drenaje	TIPO DE EROSIÓN		EROSIÓN		MOVIMIENTO EN MASA		
			Tipo de Erosión	Espaciamiento de canales	Intensidad de Erosión	Tipo de MM	Tipo de material	Estado	
Pastos	Ganadería	Dendrílico	Laminar	<5 m	Buena	Caídas	Fino	Inactiva: No presenta MM	
Boques	Explot. Forestal	Subdendrílico	Surtos	5 – 15 m	Moderada	Volcanicos	Arena	Poco activa: Presenta poco MM	
Cultivos	Agricultura	Paralelo	Barrancos	15 – 50 m	Severa	Desliz. Rotacional	Grava	Activa: Presenta varios MM	
Cantera	Explot. Minera	Subparalelo	Cárcavas	50 – 150 m		Desliz. Tradicional	Gujos		
Urbana			Tierras Malas	150 – 500 m		Raptación	Bloques		
Otro:	Otro: Ninguno	Otro:		>500 m		Flojo			
						Complejo			

ANEXOS DEL FORMATO

FOTOGRAFÍAS	DESCRIPCIÓN	OBSERVACIONES
FOTO 343312		Superficie de explotación, era una colina denudada pequeña, pero con obras de construcción esta perdió su relieve original.
FOTO		
FOTO		
FOTO		

Fuente: Tomado y Modificado de la Guía Metodológica para estudios de amenaza, vulnerabilidad y riesgo por movimientos en masa a escala detallada del Servicio Geológico Colombiano, 2016.

CARACTERIZACIÓN DE GEOFORMAS – GEOMORFOLOGÍA APLICADA MAPAS DE ELEMENTOS GEOMORFOLÓGICOS FORMATO DE CAMPO



INFORMACIÓN GENERAL

PROYECTO: Caracterización e Identificación Geomorfológica

Departamento: Norte de Santander Norte: 1360 310 Estación: TGDH - E7

Municipio: Villa del Rosario Este: 845 083 Fecha: 23/09/2021

Barrio: Montevidéo I Altura: 485 msnm

Dirección: Camino, entre C/a 23N - 24N

MORFOLITOLOGÍA – MORFOLOGÍA – MORFOMETRÍA

Morfogénesis	Tipo de Roca	Grado de Meteorización	Tipo de Suelo	Tamaño de Grano	Tipo de Relieve (m)	Índice de Relieve (m)	Inclinación ladera (°)	Longitud de Ladera (m)	Forma de Ladera
Morfoestructural	Sed. Cementada	Fresca	Antropico	Grueso	Montículo (<60)	Muy bajo (<50)	Plana (<3)	Muy corta (<50)	Rectilínea
Denudacional	Sed. Consolidada	Débil	Residual	Fino	Loma (60-200)	Bajo (50-250)	Suave (3-15)	Corta (50-250)	Cóncava
Fluvial	Sed. Química	Moderada	Transportado		Colina (200-500)	Moderado (250-500)	Moderada (11-20)	Moderada (250-500)	Convexa
Antropogénica		Alta	Cóctrico		Montañoso (>500)	Alto (300-1000)	Abrupta (21-45)	Larga (500-1000)	Irregular
			Talus			Muy Alto (1000-2500)	Escarpada (>45)	Muy larga (1000-2000)	Compleja
			Flujo					Extremadamente (>2000)	

COBERTURA Y USO DE SUELO – DRENAJE

COBERTURA Y USO DE SUELO – DRENAJE			MORFODINÁMICA					
Cobertura	Uso del Suelo	Patrón de drenaje	EROSIÓN			MOVIMIENTO EN MASA		
			Tipo de Erosión	Espaciamiento de canales	Intensidad de Erosión	Tipo de MM	Tipo de material	Estado
Pasos	Ganadería	Dendrítrico	Laminar	<4 m	Suave	Célicas	Finos	Inactiva: No presenta MM
Botques	Explot. Forestal	Subdendrítrico	Surtos	5 - 15 m	Moderada	Volcamientos	Arena	Poco activa: Presenta poco MM
Cuñicos	Agricultura	Paralelo	Barrancos	15 - 50 m	Severa	Desliz. Rotacional	Grava	Activa: Presenta varios MM
Canchales	Explot. Minera	Subparalelo	Cárcevas	50 - 150 m		Desliz. Tradicional	Gujos	
Urbana			Tierras Malas	150 - 500 m		Reptación	Bloques	
Otro:	Otro: Urbano	Otro:		>500 m		Flujo		
						Complejo		
						Complejo		

ANEXOS DEL FORMATO

FOTOGRAFÍAS	DESCRIPCIÓN	OBSERVACIONES
FOTO 5448	superficie plana en medio de laderas	Superficie de explanación, la comunidad adeudo el sitio para la recreación de los niños
FOTO		
FOTO		
FOTO		

Fuente: Tomado y Modificado de la Guía Metodológica para estudios de amenaza, vulnerabilidad y riesgo por movimientos en masa a escala detallada del Servicio Geológico Colombiano, 2016.

CARACTERIZACIÓN DE GEOFORMAS – GEOMORFOLOGÍA APLICADA MAPAS DE ELEMENTOS GEOMORFOLÓGICOS FORMATO DE CAMPO



INFORMACIÓN GENERAL

PROYECTO: Caracterización e identificación geomorfológica aplicada a MMA

Departamento: Norte de Santander Norte: 1 360 493 Estación: TGDH-68

Municipio: Villa del Rosario Este: 845 078 Fecha: 28/09/2021

Barrio: Montevieja II Altura: 448 msnm

Dirección: Camino hacia la calle 24 N

MORFOLITOLOGÍA – MORFOLOGÍA – MORFOMETRÍA

Morfotegnes	Tipo de Roca	Grado de Meteorización		Tipo de Suelo	Tamaño de Grano	Tipo de Relieve (m)		Índice de Relieve (m)	Inclinación ladera (°)	Longitud de Ladera (m)	Forma de Ladera		
Morfoestructural	X Sed. Cementada	Fresca		Antropico	Grueso	Montículo (<50)	X	Muy bajo (<50)	X	Plana (<3)	Muy corta (<50)	Rectilínea	
Denudacional	Sed. Conocida X	Débil	X	Residual X	Fino X	Loma (50-200)		Bajo (50-250)		Curva (3-12)	Corta (50-250)	X	Cóncava X
Fluvial	Sed. Química	Moderada		Transportado		Colina (200-500)		Moderado (250-500)		Moderada (11-20)	X	Moderada (250-500)	Convexa
Antropogénica		Alta		Coluvial		Montañoso (>500)		Alto (500-1000)		Abrupta (21-45)		Larga (500-1000)	Irregular
				Talus				Muy Alto (1000-2500)		Escarpada (>45)		Muy larga (1000-2500)	Compleja
				Fujo								Entrecalada (>2500)	

COBERTURA Y USO DE SUELO – DRENAJE

COBERTURA Y USO DE SUELO – DRENAJE			MORFODINÁMICA									
Cobertura	Uso del Suelo	Patrón de drenaje	TIPO DE EROSIÓN		ESPERAMIENTO DE CANALES		Intensidad de Erosión	MOVIMIENTO EN MASA				
			Tipo de Erosión					Tipo de MM	Tipo de material	Estado		
Pastos	X Ganadería	Dendrílico	X	Laminar	X	(<5 m)	X	Suave	Celcias	Fino	X	Inactivo: No presenta MM
Bosques	Explot. Forestal	Subdendrílico		Suavos		(5 – 15 m)		Moderada	Volcaníenica	Arena	X	Poco activo: Presenta poco MM
Cultivos	Agricultura	Paralelo		Barrancos		(15 – 50 m)		Severa	X	Desliz. Rotacional	Grava	Activo: Presenta varios MM
Cantiera	Explot. Minera	Subparalelo		Cárcavas		(50 – 150 m)				Desliz. Tradicional	Gujos	
Urbana				Tierras Malas		(150 – 500 m)				Reptación	Bloques	
Otro: <u>Arboles</u>	Otro: <u>Montaña</u>	Otro: _____				(>500 m)				Fujo	X	
										Compuesto		
										Complejo		

ANEXOS DEL FORMATO

FOTOGRAFÍAS	DESCRIPCIÓN	OBSERVACIONES
FOTO <u>845518</u>		ladera denudacional, no se logra observar el empalmiento de las capas debido a la alta erosión que presenta
FOTO		
FOTO		
FOTO		

Fuente: Tomado y Modificado de la Guía Metodológica para estudios de amenaza, vulnerabilidad y riesgo por movimientos en masa a escala detallada del Servicio Geológico Colombiano, 2016.

CARACTERIZACIÓN DE GEOFORMAS – GEOMORFOLOGÍA APLICADA MAPAS DE ELEMENTOS GEOMORFOLÓGICOS FORMATO DE CAMPO

INFORMACIÓN GENERAL

PROYECTO: <u>Caracterización e identificación geomorfológica</u>			
Departamento: <u>Norte de Santander</u>	Norte: <u>1300 744</u>	Estación: <u>TB04 - E9</u>	
Municipio: <u>Villa del Rosario</u>	Este: <u>845 181</u>	Fecha: <u>23/09/2021</u>	
Barrio: <u>Antonio Navarro</u>	Altura: <u>405 msnm</u>		
Dirección: <u>carretera 24N</u>			

MORFOLOGÍA – MORFOLOGÍA – MORFOMETRÍA

Morfogénesis	Tipo de Rocas	Grado de Meteorización	Tipo de Suelo	Tamaño de Grano	Tipo de Relieve (m)	Índice de Relieve (m)	Inclinación ladera (°)	Longitud de Ladera (m)	Forma de Ladera
Morfoestructural	Sed. Cementada	Fresca	Aerópicos	Grueso	Montículo (<50)	Muy bajo (<50)	Pana (<3)	Muy corta (<50)	Rectilínea
Denudacional	Sed. Consolidada	Debil	Residual	Fino	Loma (50-200)	Bajo (50-250)	Suave (3-10)	Corta (50-250)	Concava
Fluvial	Sed. Química	Moderada	Transportado		Colina (200-500)	Moderado (250-500)	Moderada (11-20)	Moderada (250-500)	Convexa
Antropogénico	<u>Sedimentos</u>	Alta	Coluvial		Montaña (>500)	Alto (500-1000)	Abrupta (21-45)	Larga (500-1000)	Irregular
			Talus			Muy Alto (1000-2500)	Escarpada (>45)	Muy larga (1000-2500)	Compleja
			Flujo					Extremadamente (>2500)	

COBERTURA Y USO DE SUELO – DRENAJE

COBERTURA Y USO DE SUELO – DRENAJE			MORFODINÁMICA					
Cobertura	Uso del Suelo	Patrón de drenaje	EROSIÓN			MOVIMIENTO EN MASA		
			Tipo de Erosión	Espaciamiento de canales	Intensidad de Erosión	Tipo de MM	Tipo de material	Estado
Pastos	Ganadería	Dendrílico	Laminar	<5 m	Suave	Caidas	Fines	Inactiva: No presenta MM
Bosques	Explot. Forestal	Subdendrílico	Suroca	5 – 15 m	Moderada	Volcanizante	Arena	Poco activa: Presenta poco MM
Cultivos	Agricultura	Paralelo	Barrancos	15 – 50 m	Severa	Desliz. Rotacional	Grava	Activa: Presenta varios MM
Centenas	Explot. Minera	Subparalelo	Cárcavas	50 – 100 m		Desliz. Tradicional	Guijos	
Urbana			Tierras Malas	150 – 500 m		Reptación	Bloques	
Otro: <u>siembra</u>	Otro: <u>siembra</u>	Otro: <u>siembra</u>		>500 m		Flujo		
						Compuesto		
						Complejo		

ANEXOS DEL FORMATO

FOTOGRAFÍAS	DESCRIPCIÓN	OBSERVACIONES
FOTO: <u>09/3252</u>		colina o montículo, se puede observar la ladera cóncava dentro de esta geoforma, posiblemente extraen la arcilla y arena por su forma cóncava
FOTO:		
FOTO:		
FOTO:		

Fuente: Tomado y Modificado de la Guía Metodológica para estudios de amenaza, vulnerabilidad y riesgo por movimientos en masa a escala detallada del Servicio Geológico Colombiano, 2016.

CARACTERIZACIÓN DE GEOFORMAS – GEOMORFOLOGÍA APLICADA MAPAS DE ELEMENTOS GEOMORFOLÓGICOS FORMATO DE CAMPO



INFORMACIÓN GENERAL

PROYECTO: <u>Caracterización e identificación geomorfológica aplicada a MMA</u>			
Departamento: <u>Norte de Santander</u>	Norte: <u>1 301 116</u>	Estación: <u>TGDH - E10</u>	
Municipio: <u>Villa del Rosario</u>	Este: <u>8 944 729</u>	Fecha: <u>28/09/2021</u>	
Barrio: <u>Salinas de Vista Hermosa</u>	Altura: <u>444 msnm</u>		
Dirección: _____			

MORFOLITOLÓGICA – MORFOLOGÍA – MORFOMETRÍA

Morfogénesis	Tipo de Roca	Grado de Meteorización	Tipo de Suelo	Tamaño de Grano	Tipo de Relieve (m)	Índice de Relieve (m)	Inclinación ladera (°)	Longitud de Ladera (m)	Forma de Ladera
Morfoestructural	Sed. Cementada	Fresca	Artrópico	Grueso	Montículo (<50)	Muy bajo (<50)	Plana (<3)	Muy corta (<50)	Rectilínea
Denudacional	Sed. Consolidada	Débil	Residual	Fino	Loma (50-200)	Bajo (50-250)	Suave (3-15)	Corta (50-250)	Dócil
Fluvial	Sed. Química	Moderada	Transportado		Colina (200-500)	Moderado (250-500)	Moderada (11-20)	Moderada (200-500)	Convexa
Antropogénica	<u>Sedimentos</u>	Alta	Coluvial		Montañoso (>500)	Alto (500-1000)	Abrupta (21-45)	Larga (500-1000)	Irregular
			Talus			Muy Alto (1000-2500)	Escarpada (>45)	Muy larga (1000-2500)	Compleja
			Flujo					Extremadamente larga (>2500)	

COBERTURA Y USO DE SUELO – DRENAJE

MORFODINÁMICA

COBERTURA Y USO DE SUELO – DRENAJE			MORFODINÁMICA					
			EROSIÓN			MOVIMIENTO EN MASA		
Cobertura	Uso del Suelo	Patrón de drenaje	Tipo de Erosión	Espaciamiento de canales	Intensidad de Erosión	Tipo de MM	Tipo de material	Estado
Pastos	Ganadería	Dendrílico	Laminar	(<5 m)	Suave	Cediz	Fino	Inactiva: No presenta MM
Bosques	Explot. Forestal	Subdendrílico	Surcos	(5 – 15 m)	Moderada	Volcaniéntico	Arena	Poco activa: Presenta poco MM
Cultivos	Agricultura	Paralelo	Barrancos	(15 – 50 m)	Severa	Desliz. Rotacional	Grava	Activa: Presenta varios MM
Canters	Explot. Minera	Subparalelo	Cárcavas	(50 – 100 m)		Desliz. Translacional	Gujos	
Urbana			Tiemas Malas	(150 – 500 m)		Reptación	Bloques	
Otro: <u>Industria</u>	Otro: <u>Minería</u>	Otro: _____		(>500 m)		Fijo		
						Compuesto		
						Complejo		

ANEXOS DEL FORMATO

FOTOGRAFÍAS	DESCRIPCIÓN	OBSERVACIONES
FOTO		<u>Las calles y algunas infraestructuras presentan agrietamientos y daños</u>
FOTO		
FOTO		
FOTO		

Fuente: Tomado y Modificado de la Guía Metodológica para estudios de amenaza, vulnerabilidad y riesgo por movimientos en masa a escala detallada del Servicio Geológico Colombiano, 2016.

CARACTERIZACIÓN DE GEOFORMAS – GEOMORFOLOGÍA APLICADA MAPAS DE ELEMENTOS GEOMORFOLÓGICOS FORMATO DE CAMPO

INFORMACIÓN GENERAL

PROYECTO: Caracterización e identificación geomorfológica aplicada a MMA

Departamento: Norte de Santander Norte: 1 361 008 Estación: TGDH-E-11

Municipio: Villa del Rosario Este: 244 638 Fecha: 28/09/2021

Barrio: Colinas de Vista Hermosa Altura: 461 m

Dirección: _____

MORFOLOGÍA – MORFOLOGÍA – MORFOMETRÍA

Morfogénesis	Tipo de Roca	Grado de Meteorización	Tipo de Suelo	Tamaño de Grano	Tipo de Relieve (m)	Índice de Relieve (m)	Inclinación lateral (°)	Longitud de Ladera (m)	Forma de Ladera
Morfoestructural	Sed. Cementada	Fresca	Antropico	Grueso	Montículo (<50)	Muy bajo (<50)	Plana (<3)	Muy corta (<50)	Rectilínea
Denudacional	Sed. Consolidada	Débil	Residual	Fino	Loma (50-200)	Bajo (50-200)	Suave (3-10)	Corta (50-250)	Cóncava
Fluvial	Sed. Químicas	Moderada	Transportado		Colina (200-500)	Moderado (250-500)	Moderada (11-20)	Moderada (250-500)	Convexa
Antropogénico	<u>sedimentos</u>	Alta	Coluvial		Montaña (>100)	Alto (500-1000)	Abrupta (21-45)	Larga (500-1000)	Irregular
			Talus			Muy Alto (1000-2500)	Escarpada (>45)	Muy larga (1000-2500)	Compleja
			Flujo					Extremadamente (>1500)	

COBERTURA Y USO DE SUELO – DRENAJE

COBERTURA Y USO DE SUELO – DRENAJE			MORFODINÁMICA					
Cobertura	Uso del Suelo	Patrón de drenaje	EROSIÓN			MOVIMIENTO EN MASA		
			Tipo de Erosión	Espaciamiento de canales	Intensidad de Erosión	Tipo de MM	Tipo de material	Estado
Pastos	Ganadería	Dendrílico	Laminar	<5 m	Suave	Caídas	Fino	Inactivo: No presenta MM
Boques	Explot. Forestal	Subdendrílico	Surcos	5 – 15 m	Moderada	Volcamientos	Arena	Poco activa: Presenta poco MM
Cultivos	Agricultura	Paralelo	Sariancos	15 – 50 m	Severa	Desliz. Rotacional	Grava	Activa: Presenta venas MM
Cerreros	Explot. Minera	Subparalelo	Cárcavas	80 – 100 m		Desliz. Tradicional	Gujos	
Urbana			Tierras Malas	150 – 500 m		Reptación	Bloques	
Otro: <u>urbanos</u>	Otro: <u>agricultura</u>	Otro: _____		>500 m		Flujo		
						Flujo		
						Compuesto		
						Complejo		

ANEXOS DEL FORMATO

FOTOGRAFÍAS	DESCRIPCIÓN	OBSERVACIONES
FOTO		Suelos residuales, tamaño de grano finos (arcilla)
FOTO		
FOTO		
FOTO		

Fuente: Tomado y Modificado de la Guía Metodológica para estudios de amenaza, vulnerabilidad y riesgo por movimientos en masa a escala detallada del Servicio Geológico Colombiano, 2016.

CARACTERIZACIÓN DE GEOFORMAS – GEOMORFOLOGÍA APLICADA MAPAS DE ELEMENTOS GEOMORFOLÓGICOS FORMATO DE CAMPO

INFORMACIÓN GENERAL

PROYECTO: Caracterización e identificación geomorfológica

Departamento: Norte de Santander Norte: 1 360 907 Estación: TGDHE-12

Municipio: Villa del Rosario Este: 894 725 Fecha: 29/04/2021

Barrio: Ambio Navarro udg Altura: 436 m

Dirección: _____

MORFOLITOLOGÍA – MORFOLOGÍA – MORFOMETRÍA

Morfogénesis	Tipo de Roca	Grado de Meteorización	Tipo de Suelo	Tamaño de Grano	Tipo de Relieve (m)	Índice de Relieve (m)	Inclinación ladera (°)	Longitud de Ladera (m)	Forma de Ladera
Morfoestructural	Sed. Cementada	Fresca	Antropico	Grueso	Montículo (<50)	Muy bajo (<50)	Plana (<3)	Muy corta (<50)	Rectilínea
Denudacional	Sed. Consolidada	Débil	Residual	Fino	Loma (50-200)	Bajo (50-250)	Suave (3-13)	Corta (50-250)	Cóncava
Fluvial	Sed. Química	Moderada	Transportado		Colina (200-300)	Moderado (250-500)	Moderada (11-20)	Moderada (250-500)	Convexa
Antropogénica	<u>Sedimentos</u>	Alta	Coluvial		Montañoso (>500)	Alto (500-1000)	Abrupta (21-45)	Larga (500-1000)	Irregular
			Talud			Muy Alto (1000-2500)	Escarpada (>45)	Muy larga (1000-2500)	Compleja
			Flujo					Escarpada (>200)	

COBERTURA Y USO DE SUELO – DRENAJE

COBERTURA Y USO DE SUELO – DRENAJE			MORFODINÁMICA					
Cobertura	Uso del Suelo	Patrón de drenaje	EROSIÓN			MOVIMIENTO EN MASA		
			Tipo de Erosión	Espaciamiento de canales	Intensidad de Erosión	Tipo de MM	Tipo de material	Estado
Pastos	Ganadería	Dendríptico	Laminar	(<5 m)	Suave	Caidas	Finos	Inactiva: No presenta MM
Boques	Explot. Forestal	Subdendríptico	Surcos	(5 – 15 m)	Moderada	Volcanientos	Arena	Poco activa: Presenta poco MM
Cultivos	Agricultura	Paralelo	Barrancos	(15 – 50 m)	Severa	Desliz. Rotacional	Grava	Activa: Presenta varios MM
Carrera	Explot. Minera	Subparalelo	Cárcavas	(50 – 150 m)		Desliz. Tradicional	Gujos	
Urbana			Tierras Malas	(150 – 500 m)		Reptación	Bloques	
Otro: <u>carreteras</u>	Otro: <u>siembra</u>	Otro: _____		(>500 m)		Flujo		
						Compuesto		
						Complejo		

ANEXOS DEL FORMATO

FOTOGRAFÍAS	DESCRIPCIÓN	OBSERVACIONES
FOTO		

Fuente: Tomado y Modificado de la Guía Metodológica para estudios de amenaza, vulnerabilidad y riesgo por movimientos en masa a escala detallada del Servicio Geológico Colombiano, 2016.

PUNTO	COORDENADAS			DESCRIPCIÓN
	X	Y	Z	
1	844.456	1.361.010	468	Estación 1 - Punto de Control. Se puede observar erosión pluvial lo cual ha sido intensa ya que esta ha llegado a surcos, se logra observar transporte de sedimentos y meteorización (oxidación)
2	845.337	1.360.486	429	Estación 2 – Ladera estructural cóncava
3	845.271	1'360.443	441	Estación 3 – Ladera contrapendiente
4	845.181	1'360.244	490	Estación 4 – Ladera estructural convexa
5	845.158	1'360.697	405	Estación 5 – Ladera estructural convexa
6	845.138	1'360.277	494	Estación 6 – Ladera estructural convexa
7	845.083	1'360.310	485	Estación 7 – Ladera estructural convexa
8	845.028	1'360.443	448	Estación 8 – Ladera contrapendiente
9	845.181	1'360.244	405	Estación 9 – Ladera Erosiva
10	844.769	1'361.116	444	Estación 10 – Ladera denudada
11	844.638	1'361.008	461	Estación 11 – Planicie colinada denudada
12	844.725	1'360.907	436	Estación 12 – Planicie colinada denudada
13	845.327	1'360.801	397	MM - Deslizamiento traslacional planar 1
14	845.535	1'360.530	413	MM - Deslizamiento traslacional planar 2
15	845.116	1'360.531	423	MM - Flujo de lodo presente en el barrio Montevideo II
16	845.191	1'360.768	404	MM - Flujo de lodo presente en el barrio Montevideo II
17	845.128	1'360.764	407	MM - Flujo de lodo Montevideo II