

**Estudio geomorfológico de la parte Noroeste del municipio de Distracción, La Guajira,  
Colombia, definiendo las subunidades geomorfológicas presentes en la zona a escala  
1:25.000.**

**Jheison Dair Pinto Movil**

**1120749488**

**UNIVERSIDAD DE PAMPLONA  
FACULTAD DE CIENCIAS BASICAS  
PROGRAMA DE GEOLOGIA**

**2022**

**Estudio geomorfológico de la parte Noroeste del municipio de Distracción, La Guajira,  
Colombia, definiendo las subunidades geomorfológicas presentes en la zona a escala  
1:25.000.**

**Jheison Dair Pinto Movil**

**Trabajo de grado modalidad práctica empresarial para optar por el título de Geólogo**

**Director académico**

**Doc. OSCAR MAURICIO CASTELLANOS ALARCÓN**

**Docente de planta Universidad de Pamplona**

**Director empresarial**

**LUIS GUSTAVO DAZA**

**Secretario de planeación Municipal**

**UNIVERSIDAD DE PAMPLONA  
FACULTAD DE CIENCIAS BASICAS  
PROGRAMA DE GEOLOGIA**

**2022**

## Dedicatoria

En primer lugar, dedico a Dios este trabajo, porque es él la fuente inagotable de mis fuerzas y el pilar fundamental de mi vida, con él todo, sin él nada.

A mi esposa Irma Quintero, por su amor y apoyo incondicional, su fuerza, valentía, paciencia, por no abandonar nunca la esperanza de un futuro prometedor para mí.

A mis hijos Jheison Jacob y Juan José, porque desde que llegaron a mi vida han sido la energía que he necesitado cuando he sentido desfallecer.

A mis padres Nérida y Arístides, por la paciencia, apoyo y motivación, por ser ancla y polo a tierra, ustedes han sido parte esencial de todo este recorrido.

A mis hermanos Lanneys, Víctor Darío y Jheiner David, que han estado siempre alentándome a seguir adelante, a cumplir mis sueños, y esta meta de ser Geólogo.

## Agradecimientos

Agradezco infinitamente a Dios por darme esta vida, por poner ángeles en mi camino que me han guiado y formado como el hombre que soy hoy, y también, por no abandonarme ni un instante, Él es todo para mí.

Gracias a mi esposa y mis hijos, por darme la fuerza, la motivación, todo su amor y paciencia para continuar sin desfallecer.

A mis padres y hermanos, por ser incondicionales y tener tanta paciencia, esto es por ustedes y para ustedes.

A mis amigos, compañeros que iniciaron la carrera conmigo, en especial a José Manuel Rinconez, Jeisis Peralta y Andrés Díaz Parodi, quienes me han acompañado durante mi proceso de formación y han sido una guía importante para la culminación de esta investigación.

A mi director de trabajo de grado, Oscar Mauricio Castellanos, quien ha sido pieza fundamental en la estructuración de esta investigación, sus consejos y amplios conocimientos me permitieron abordar esta investigación como yo esperaba. Profe, sus conocimientos los llevo conmigo a donde vaya.

A todos mis docentes del programa de Geología, por aquellos consejos, sonrisas, y ratos amenos en clase, sin duda alguna, todos ustedes han hecho parte de este proyecto.

A la Universidad de Pamplona, mi alma mater por procurar y garantizar el cumplimiento de mis derechos como estudiante de su campus, estoy seguro de que podemos seguir construyendo ciudadanos integrales y en paz.

A la alcaldía de Distracción, La Guajira, por brindarme la oportunidad, el espacio y las herramientas para desarrollar este proyecto de investigación.

## Tabla de contenido

<b>1. Introducción</b>	<b>12</b>
<b>2. Objetivos</b>	<b>13</b>
<b>2.1. Objetivo General</b>	<b>13</b>
<b>2.2. Objetivos Específicos</b>	<b>13</b>
<b>3. Generalidades</b>	<b>13</b>
<b>3.1. Localización</b>	<b>13</b>
<b>3.2. Vías de acceso</b>	<b>14</b>
<b>3.3. Alcances y limitaciones</b>	<b>15</b>
<b>4. Marco teórico</b>	<b>15</b>
<b>4.1. Geomorfología</b>	<b>16</b>
<b>4.2. Jerarquización geomorfológica</b>	<b>18</b>
<b>4.3. Mapa geomorfológico</b>	<b>20</b>
<b>4.3.1. Atributos del mapa geomorfológico</b>	<b>21</b>
<b>4.4. Procesos Morfodinámicos</b>	<b>24</b>
<b>4.4.1. Tipos de movimientos en masa</b>	<b>25</b>
<b>5. Marco geológico</b>	<b>27</b>
<b>5.1. Geología regional</b>	<b>27</b>
<b>5.2. Geología local</b>	<b>28</b>
<b>5.3. Geología estructural</b>	<b>30</b>
<b>6. Antecedentes</b>	<b>32</b>
<b>7. Metodología</b>	<b>33</b>
<b>7.1. Fase inicial</b>	<b>33</b>
<b>7.2. Fase analítica</b>	<b>34</b>
<b>7.2.1. Fotografías aéreas</b>	<b>34</b>
<b>7.2.2. Obtención de atributos</b>	<b>35</b>
<b>7.3. Fase interpretativa</b>	<b>35</b>
<b>7.3.1. Recopilación de datos</b>	<b>36</b>
<b>7.3.2. Estructuración del mapa de campo</b>	<b>36</b>

<b>7.4.Informe final .....</b>	<b>37</b>
<b>8. Resultados .....</b>	<b>37</b>
<b>8.1.Subunidades geomorfológicas.....</b>	<b>38</b>
<b>8.1.1. Subunidades de ambiente estructural.....</b>	<b>38</b>
<b>8.1.2. Subunidades de ambiente denudacional.....</b>	<b>40</b>
<b>8.1.3. Subunidades de ambiente fluvial.....</b>	<b>44</b>
<b>9. Conclusiones.....</b>	<b>47</b>
<b>10. Recomendaciones.....</b>	<b>48</b>
<b>11. Bibliografía.....</b>	<b>49</b>

## Lista de Figuras

<b>Figura 1.</b> Ubicación geográfica del área de estudio ubicada al Noroeste del municipio de Distracción, La Guajira, Colombia. ....	14
<b>Figura 2.</b> Vías de acceso a la zona de estudio. Tomado y modificado de Google Earth. ....	15
<b>Figura 3.</b> Fuerzas endógenas y exógenas en el relieve terrestre. Tomado y modificado de Sala y Batalla, (1996). ....	16
<b>Figura 4.</b> Esquema de Jerarquización geomorfológico. Carvajal et al 2012. ....	19
<b>Figura 5.</b> Tipos de mapas en el sistema I.T.C. (Formato de Carvajal et al., 2012). ....	20
<b>Figura 6.</b> Patrones de drenaje (Tomado de Huggett R.J., 2007). ....	23
<b>Figura 7.</b> a). Caídas de roca, (Tomando de USGS, 2004). b). Esquema del vuelco en bloque (De Freitas y Waters, 1973 en Varnes, 1976). ....	25
<b>Figura 8.</b> a). Esquema de un deslizamiento rotacional (tomado de USGS, 2004). b). Esquema de deslizamiento traslacional (Tomado de USGS, 2004). ....	25
<b>Figura 9a-b-c.</b> Esquema de propagaciones laterales (Tomado de Varnes, 1978). ....	26
<b>Figura 10.</b> Esquema de flujos (Tomado de Proyecto Multinacional Andino. 2007). ....	27
<b>Figura 11.</b> Mapa geológico local de la zona de estudio, tomado y modificado de las planchas 20-21 del IGAC a escala 1:25000. ....	30
<b>Figura 12.</b> Ambiente tectónico regional, IGEO MINAS 2002. ....	31
<b>Figura 13.</b> Metodología utilizada. Fuente (Autor). ....	33
<b>Figura 14.</b> Mapa de subunidades geomorfológicas presentes en la parte noroeste del municipio de Distracción, departamento de La Guajira. ....	38
<b>Figura 15.</b> Espolon (Ses) Tomado y modificado de Google Earth. Autor. ....	39
<b>Figura 16.</b> Ladera estructural (Sle) Fotografía tomada en campo. Autor. ....	39
<b>Figura 17.</b> Contra pendiente (Slep) fotografía tomada en campo. Autor. ....	40

<b>Figura 18.</b> Colina residual (Der) fotografía tomada en campo. Autor. ....	41
<b>Figura 19.</b> Loma desnuda (Dld) fotografía tomada en campo. Autor. ....	41
<b>Figura 20.</b> Lomerío poco diceptado (Dlpd) fotografía tomada en campo. Autor. ....	42
<b>Figura 21.</b> Sierra desnuda (Dsd) fotografía tomada en campo. Autor. ....	42
<b>Figura 22.</b> Sierra residual (Dsr) Fotografía tomada en campo. Autor. ....	43
<b>Figura 23.</b> Escarpe de erosión menor (Deeme) Tomado y modificado de Google Earth. ....	44
<b>Figura 24.</b> Planicie de inundación (Fpi) Fotografía tomada en campo. Autor. ....	45
<b>Figura 25.</b> Terraza de acumulación (Fta) Tomado y modificado de Google Earth. ....	45
<b>Figura 26.</b> Cauce aluvial (Fca) Fotografía tomada en campo. Autor. ....	46

## Lista de Tablas

<b>Tabla 1.</b> Rangos de intervalos de altura o relieve relativo. ....	21
<b>Tabla 2.</b> Rangos de inclinación de la ladera. ....	22
<b>Tabla 3.</b> Rangos de longitud de la ladera. ....	22
<b>Tabla 4.</b> Rangos de la forma de la ladera. ....	22
<b>Tabla 5.</b> Formas de cresta y valle. ....	24
<b>Tabla 6.</b> Relación de ambientes morfogenéticos. ....	37

## Resumen

Este proyecto tiene como objetivo Definir las subunidades presentes en la parte Noroeste del municipio de Distracción, La Guajira, Colombia, a escala 1:25.000 a partir de los rasgos morfológicos, morfométricos y de los procesos morfodinámicos. Para el cual se implementó una metodología que permitió la identificación, el análisis y la interpretación de cada una de las subunidades presentes en la zona determinada para realizar este estudio (zona otorgada por la Alcaldía Municipal de Distracción). Esta metodología comprende cuatro (4) fases para las cuales, en la primera fase se determinaron los límites de la zona y la temática que sería estudiada, se hizo una recopilación bibliográfica de otros trabajos realizados y relacionados a la temática de este estudio donde se descargaron algunos de los insumos (DEM, Imagen satelital y bases cartográficas) para la realización del mapa geomorfológico. Una segunda fase donde se realizó el análisis detallado de la información recopilada y a su vez se realizó con los insumos descargados un mapa preliminar de la zona escogida para empezar a entender el comportamiento que revelan las geoformas presentes en esta zona. Una tercera donde se realizó una interpretación en campo de las subunidades presentes en la zona y se hizo una comparación con las subunidades plasmadas en el mapa preliminar. Por último, la cuarta fase consistió en la organización de toda la información de las fases anteriores para obtener como resultado el informe final de este proyecto obteniendo el mapa geomorfológico en donde se definen las subunidades presentes en esta parte del municipio de Distracción, a escala 1:25000.

La zona de estudio está caracterizada por tres (3) ambientes geomorfológicos (Denudacional, Estructural y fluvial) los cuales tienen una sumatoria total de doce (12) subunidades geomorfológicas en donde el ambiente con mayor presencia en la zona es el Denudacional con un 56% y el ambiente con menor presencia en la zona es el fluvial con un 20%.

**Palabras clave:** Morfológicos, Morfométricos, Morfodinámicos, Geoforma, Mapa Geomorfológico, Subunidades geomorfológicas.

## Abstract

This project aims to define the subunits present in the northwestern part of the municipality of Distracción, La Guajira, Colombia, at a scale of 1:25,000 based on morphological and morphometric features and morphodynamic processes. For which a methodology was implemented that allowed the identification, analysis and interpretation of each of the subunits present in the area determined to carry out this study (area granted by the Municipal Mayor's Office of Distracción). This methodology comprises four (4) phases for which, in the first phase, the limits of the area and the theme that would be studied were determined, a bibliographical compilation of other works carried out and related to the theme of this study was made where they were downloaded some of the inputs (DEM, satellite image and cartographic bases) for the realization of the geomorphological map. A second phase where the detailed analysis of the information collected was carried out and, in turn, a preliminary map of the chosen area was made with the downloaded inputs to begin to understand the behavior revealed by the geoforms present in this area. A third where a field interpretation of the subunits present in the area was carried out and a comparison was made with the subunits reflected in the preliminary map. Finally, the fourth phase consisted of organizing all the information from the previous phases to obtain the final report of this project as a result, obtaining the geomorphological map where the subunits present in this part of the municipality of Distracción are defined, at scale 1:25000.

The study area is characterized by three (3) geomorphological environments (Denudational, Structural and fluvial) which have a total sum of twelve (12) geomorphological subunits where the environment with the greatest presence in the area is Denudational with 56%. And the environment with the least presence in the area is the river with 20%.

**Key Words:** Morphology, Morphometric, Morphodynamic, Geoform, Geomorphological Map Geomorphological Subunits.

## 1. Introducción

La Colombia física que conocemos hoy ofrece un alto grado de complejidad y diversidad, resultado no solo de una larga historia geológica, bioclimática y geomorfológica en la que han interactuando diversos procesos y agentes tanto internos terrestres como externos que han dado como resultado el actual relieve que hoy apreciamos: alrededor de 15 volcanes activos y varias decenas de inactivos, sismos recurrentes como producto de nuestra posición tectónica en el planeta (choque de placas tectónicas), dos litorales diferentes con playas, manglares y acantilados; condiciones climáticas ecuatoriales, cordilleras en crecimiento con fuertes derrumbes y deslizamientos, comportamientos hidrológicos particulares con áreas inundables extensas, geosistemas que varían altitudinalmente, glaciares ecuatoriales únicos en el mundo y herencias paleoclimáticas y morfodinámicas. **IDEAM.**

Se considera que gracias a la gran actividad tectónica que presenta el país y junto con otros factores como el clima y los diferentes tipos de erosión, han sido los modeladores del paisaje en nuestro país. Por su parte en el departamento de La Guajira existe una gran diversidad en cuanto a estos paisajes formados a partir de estos factores, para lo cual un estudio geomorfológico permitirá entender y comprender el proceso de formación y evolución de estos paisajes.

Para esto la Alcaldía Municipal de Distracción y la universidad de pamplona por medio del programa de Geología celebraron un convenio con el fin de aunar esfuerzos para la realización de este tipo de estudios que beneficien tanto a la comunidad del municipio como a la comunidad universitaria y científica en general.

Este trabajo se realizó con el objetivo de identificar e interpretar los rasgos morfológicos, morfométricos y morfodinámicos, para el cual se desarrolló un mapa geomorfológico identificando las subunidades presentes en la zona de estudio a escala 1:25.000, que está determinado a ser uno de los insumos más importantes para la realización del Esquema de Ordenamiento Territorial (EOT) del municipio de Distracción, en el departamento de La Guajira.

El logro y cumplimiento de los objetivos que se presentan en este trabajo fue posible gracias a la metodología que se utilizó para la realización de este, que será detallada más adelante, esta metodología se abordó realizando un mapa preliminar como medida de análisis en la oficina por medio de la obtención de diferentes artículos e información con el fin de conocer los

antecedentes que presentaba la zona seleccionada, de igual manera se procedió hacer la obtención de diferentes insumos como mapas topográficos, fotografías aéreas y modelos de elevación (DEM) con el propósito de conocer un modelo del comportamiento geomorfológico que luego se confirmaría en campo y de ser necesario se le harían correcciones al mapa final.

## 2. OBJETIVOS

### 2.1. Objetivo General

Definir las subunidades presentes en la parte Noroeste del municipio de Distracción, La Guajira, Colombia, a escala 1:25.000 a partir de los rasgos morfológicos, morfométricos y de los procesos morfodinámicos.

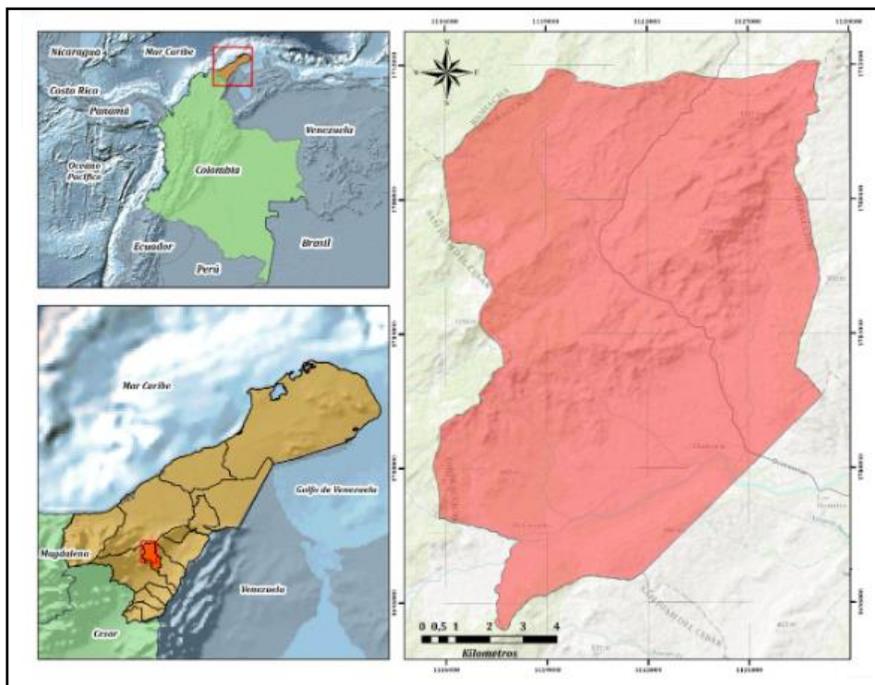
### 2.2. Objetivos Específicos

- Realizar el mapa geomorfológico de la parte Noroeste del municipio de Distracción, La Guajira, a escala 1:25.000.
- Identificar las subunidades geomorfológicas que hacen presencia en la zona de estudio a escala 1:25.000. a partir del análisis e interpretación de fotografías aéreas, bases topográficas, modelos digitales y salidas de campo
- Determinar los ambientes morfogenéticos de las subunidades presentes en el área de estudio.
- Identificar los procesos morfodinámicos de la zona de estudio.

## 3. Generalidades

### 3.1. Localización

La zona de estudio se encuentra ubicada al Noroeste del municipio de Distracción en el departamento de la Guajira y abarca un área de aproximadamente 138 Km<sup>2</sup>. Esta área goza de un relieve montañoso considerando la ubicación geográfica del departamento ya que es una zona costera, esto no significa que en su totalidad el terreno de este departamento sea completamente plano. El municipio de Distracción colinda hacia el Sur con el municipio de San Juan del Cesar, al Norte y al Este con el municipio de Fonseca y al Oeste con la capital del departamento Riohacha. Así como se muestra en la **Figura 1**.



**Figura 1.** Ubicación geográfica del área de estudio ubicada al Noroeste del municipio de Distracción, La Guajira, Colombia.

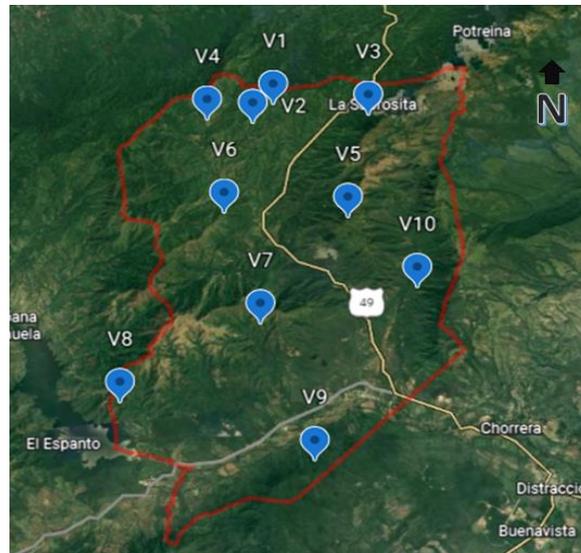
### 3.2. Vías de acceso

El recorrido de la zona se hizo de Norte a Sur permitiendo identificar y describir las subunidades geomorfológicas presentes en el área de estudio. Hacia la parte Norte el ingreso fue por la vía (sin pavimento) que del corregimiento de Chorrera conduce a Los Gorros (sierra). Toda la zona de estudio es zona de fincas y haciendas por lo que una vez en la zona norte se procede a caminar hacia la parte más alta tanto en el NW como en el NE, para visualizar las geoformas.

Hacia el Centro de la zona se encuentran otros caminos que se han hecho para comunicar las fincas con “la carretera principal” a la altura de Dos Caminos el vehículo puede abarcar más área lo cual permite que se pueda llegar más a las partes Este y Oeste de la parte céntrica sin la necesidad de hacer largos recorridos caminando como en la parte norte, de igual manera que se identificaron las subunidades en la parte norte se procede a buscar el punto más alto para realizar la descripción de cada una de las subunidades presentes hacia esta parte de la zona de estudio.

Para finalizar en la parte Sur de la zona de estudio se pudo hacer la descripción de las subunidades desde el corregimiento de los Hornitos ahí está el cerro “el silencio” el cual es un punto alto que permitió describir gran parte de las subunidades presente en esta parte de la zona,

también se realizó una descripción desde el corregimiento de Caracolí perteneciente al municipio de San Juan del Cesar, es un punto alto y desde allí se pudieron identificar las subunidades presentes en la parte Suroeste de la zona de estudio.



**Figura 2.** Vías de acceso a la zona de estudio. Tomado y modificado de Google Earth.

### 3.3. Alcances y limitaciones

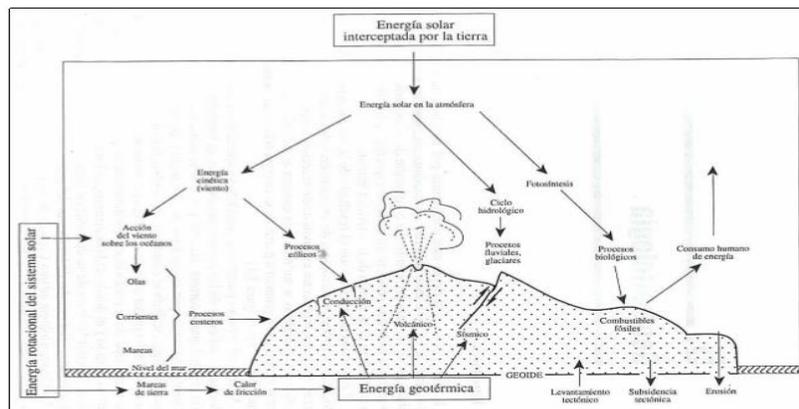
Para lograr abarcar gran parte del área total de la zona de estudio se contó con un permiso otorgado por la secretaria de planeación de la Alcaldía Municipal el cual expresaba la necesidad de realizar el estudio en estas áreas del municipio, este permiso permitió acceder a gran parte de la zona de estudio, no obstante es importante tener en cuenta que en algunas fincas no se permitía el ingreso si no estaba presente el propietario y cabe recalcar que para otras zonas que hacían parte del área a estudiar fue imposible llegar por diferentes factores como la vegetación, la presencia de grupos armados que fue quizá el factor más importante.

## 4. Marco Teórico

Con el fin de realizar una buena interpretación en la zona de estudio es necesario tener en cuenta algunos conceptos claves para obtener buenos resultados a la hora de realizar un mapa geomorfológico, dicho esto se hace importante consultar e incluir conceptos e información que permita conocer las características y los detalles que se deben emplear a la hora de desarrollar mapas geomorfológicos.

### 4.1. Geomorfología

El nombre deriva de tres palabras griegas, geo (tierra), morfé (forma), logos (estudio). De esta forma, la geomorfología es el estudio de las formas del relieve terrestre y sus procesos de formación. Las formas del terreno son el resultado de la interacción entre fuerzas endógenas, o procesos tectónicos de creación de volúmenes montañosos, y fuerzas exógenas como se muestra en la **Figura 3**, o procesos erosivos de destrucción y modelado de relieves. 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. J. 2004**).



**Figura 3.** Fuerzas endógenas y exógenas en el relieve terrestre. Tomado y modificado de Sala y Batalla, (1996).

El concepto básico para la clasificación geomorfológica está dado en el concepto de geoforma “Land Forms”, lo que significa: unidad morfológica – territorial y que es equivalente a una unidad geomorfológica, en un sentido amplio (**SGC, 2012**). Estas son agrupadas en ambientes morfogenéticos. Un ambiente morfogenético alude a las condiciones físicas, químicas, bióticas y climáticas en las cuales se generaron las geoformas. Se determina con base en la interpretación de los procesos geomorfológicos registrados (origen tanto endógeno como exógeno), que dieron lugar a la formación, evolución y modificación de éstas (**Carvajal, 2012**). Estos ambientes morfogenéticos se agrupan en:

- **Ambiente morfoestructural (S):** Corresponde a las geoformas generadas por la dinámica interna de la tierra, especialmente la asociada a plegamientos y fallamientos (**Carvajal, 2012**).
- **Ambiente volcánico (V):** Definido para las geoformas generadas, tanto por la intrusión como por la extrusión de materiales fundidos procedentes del interior de la tierra (**Carvajal, 2012**).

- **Ambiente denudacional (D):** Determinado por la actividad de los procesos erosivos hídricos y pluviales, y producto principalmente de procesos de meteorización, erosión y remoción en masa, sobre geoformas preexistentes (**Carvajal, 2012**).
- **Ambiente fluvial y lagunar (F):** Corresponde a las geoformas producidas por procesos (erosión-sedimentación), generadas por corrientes de agua tales como ríos y arroyos, y lagos y lagunas, respectivamente (**Carvajal, 2012**).
- **Ambiente marino y costero (M):** Determinado por las geoformas construidas y esculpidas por la actividad de las corrientes y procesos del mar. Se incluyen los deltas (**Carvajal, 2012**).
- **Ambiente glacial y periglacial (G):** Definido por las geoformas originadas por los glaciares tanto continentales (casquetes polares) como de alta montaña (**Carvajal, 2012**).
- **Ambiente eólico (E):** Corresponde a las geoformas erosivas y de acumulación sedimentaria, formadas por la acción de los vientos en climas desérticos, principalmente (**Carvajal, 2012**).
- **Ambiente kárstico (K):** Definidos por las formas del terreno, producto de meteorización y dilución de rocas y materiales de fácil disolución (calizas y sal), en ambientes tropicales húmedos (**Carvajal, 2012**).
- **Ambiente antropogénico (A):** Corresponde a las formas del terreno, producto de la actividad del hombre que modifica la superficie terrestre (**Carvajal, 2012**).

Según (**Verstappen, 1987**) la geomorfología involucra los siguientes conceptos, que en orden cronológico han marcado la evolución y desarrollo de esta disciplina:

- **La Forma Del Terreno:** Es la descripción cualitativa y cuantitativa de las formas del terreno (Geomorfología estática). Prevalece antes del siglo XVII.
- **Procesos:** Se refiere a los cambios de las geoformas a corto plazo (Geomorfología dinámica). Concepto aplicado a finales del siglo XVII y comienzos del XVIII.
- **Genesis:** Es el desarrollo a largo plazo de las geoformas (Geomorfología genética). Concepción prevaleciente desde mitad del siglo XIX.
- **Medio Ambiente:** Involucra la relación entre el paisaje y la ecología (Geomorfología ambiental). Concepto aplicado desde mitad del siglo XX hasta la actualidad.

De acuerdo con **Van Zuidam, 1985** la geomorfología involucra los siguientes conceptos:

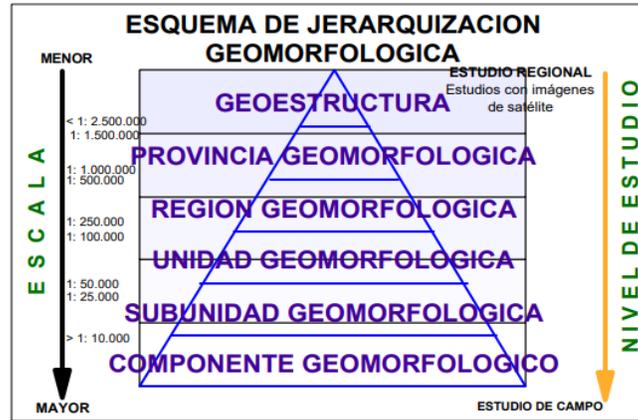
- **Morfología:** Trata de la apariencia y forma del relieve en general.
- **Morfografía:** Descripción cualitativa de las geoformas.
- **Morfometría:** Trata de los aspectos cuantitativos de las geoformas. Medidas, dimensiones y valores.
- **Morfogénesis:** Estudia el origen y evolución de las formas del terreno.
- **Morfoestructura:** Referida a la disposición, composición y dinámica interna de la tierra. Pasiva cuando trata de las características de los materiales involucrados y su disposición estructural, y activa cuando está relacionada con la dinámica endógena (volcanismo, plegamientos, tectonismo fallado).
- **Morfodinámica:** 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.
- **Morfocronología:** La morfocronología trata de la edad relativa o absoluta de cada una de las geoformas del terreno y la cual puede ser del tiempo de su formación o de los procesos que marcaron su desarrollo posterior (**BLOOM, 1998**).
- **Morfoclimatología:** El clima determina regiones geomorfológicas con características distintivas y con procesos geomorfológicos particulares, lo cual permite diferenciarlas de otras regiones desarrolladas bajo condiciones climáticas diferentes (**Thornbury, 1960**).

#### **4.2. Jerarquización Geomorfológica.**

La jerarquización está relacionada con la escala de trabajo (de menor a mayor escala) y según el nivel de detalle del estudio (**figura 4**). En este sentido considera varios niveles desde lo regional a lo local, conservando siempre el siguiente orden: Geomorfoestructura, Provincia, Región, Unidad, Subunidad y componente, donde la base regional está fundamentada en la génesis geológica de las geoformas y los ambientes morfogenéticos, y el detalle basado en los ambientes morfogenéticos, expresión morfológica, litología y procesos morfodinámico (**Carvajal, 2012**).

**Zona Geoestructural:** Está referido a grandes áreas o amplios espacios continentales o intracontinentales caracterizados por estructuras geológicas y topográficas regionales tales como las cordilleras, escudos y geosinclinales. Corresponde a escalas de trabajo menores de 1: 2.500.000 (**Carvajal, 2012**).

**Provincias Geomorfológicas:** Se definen en términos tales como cinturones montañosos, serranías, plataformas continentales, llanuras, cuencas sedimentarias, y se definen para escalas entre 1: 1.000.000 – 1.500.000 (Carvajal, 2012).



**Figura 4.** Esquema de jerarquizacion geomorfológico Carvajal et al. 2012.

**Región Geomorfológica:** Es la agrupación de paisajes y geoformas relacionadas genética y geográficamente. Están definidas por los ambientes morfogenéticos y geológicos afectados por procesos morfogenéticos parecidos. La escala de trabajo está definida entre 1: 250.000 y 1: 500.000 (Carvajal, 2012).

**Unidad Geomorfológica:** Se refiere a las geoformas definidas por un proceso geomorfológico en un ambiente morfogenético en particular. Escala de trabajo de 1: 50.000 a 1:100.000 (Carvajal, 2012).

**Subunidad Geomorfológica:** Esta categoría está determinada fundamentalmente a contrastes morfométricos que relacionan el tipo de roca y la correspondiente topografía del terreno. Igualmente está relacionada con el contraste de las formaciones superficiales asociadas a procesos morfodinámicos erosivos o de acumulación bien definidos o determinados. La escala de trabajo está definida entre 1: 10.000 y 1: 25.000 (Carvajal, 2012).

**Componente O Elemento Geomorfológico:** Estas subdivisiones corresponden a los rasgos del relieve determinados por la morfometría del terreno en sitios puntuales (Formas de ladera, pendientes, escarpes. Este tipo de división geomorfológica se utiliza en trabajos de detalle en escalas mayores de 1: 10.000) (Carvajal et al., 2012).

### 4.3. Mapa Geomorfológico

Según (Verstappen & Van Zuidam, 1992), la elaboración de Cartografía geomorfológica está orientada a proporcionar información concisa y sistemática sobre las formas del terreno y los procesos geomorfológicos que actúan sobre ellas. Así mismo, la información geomorfológica se representa en mapas generalmente, que contienen elementos de convenciones y símbolos acompañados de un cuidadoso análisis que permite reconstruir eventos que afectaron, modificaron y establecieron paisajes en un terreno. Esta cartografía tiene como fin proporcionar información sobre las formas del terreno, su origen, procesos naturales ocurridos y fenómenos naturales activos, siendo así herramientas útiles para evaluar el comportamiento de los terrenos e inventariar movimientos en masa y sus aplicaciones en la elaboración de amenazas naturales y así contribuir en el desarrollo de Planes de Ordenamiento Territorial o Esquemas de Ordenamiento Territorial (Carvajal et al., 2012).

Teniendo en cuenta y de acuerdo con la metodología del I.T.C (Figura 5) se han considerado 3 tipos de mapas. Un mapa analítico, donde se consigna la información básica y de orden natural; un mapa sintético, donde se relaciona la información complementaria e interdisciplinaria; por último y no menos importante un mapa pragmático, que comprende la unión o superposición de información obtenida en los mapas anteriores (Verstappen & Van Zuidam, 1992).

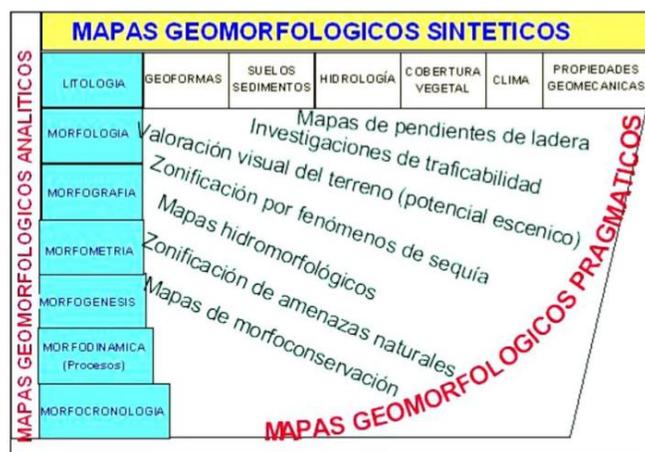


Figura 5. Tipos de mapas en el sistema I.T.C. (Tomado de Carvajal et al., 2012).

#### 4.3.1. Atributos del mapa geomorfológico.

Con la realización de mapas geomorfológicos analíticos, este trabajo se complementó y es justificado en la caracterización de los atributos cuantificables:

**Morfología:** está relacionado con los aspectos de la geometría e incluye fundamentalmente los gradientes topográficos y las formas relativas.

**Morfometría:** Trata de aspectos cuantitativos en términos de medidas de longitud, área, forma y pendiente. También se incluye la comparación según la relación geométrica entre las diferentes posiciones espaciales. Los componentes del terreno para su descripción son:

- **Contraste de relieve o relieve relativo:** Hace referencia a la diferencia de altitud de la geoforma entre la parte más alta y más baja de ésta, independiente de la altura absoluta o el nivel del mar. Es un atributo (**Tabla 1.**) que indica la energía potencial de un sistema de drenaje y los materiales constitutivos de la geoforma (**Carvajal et al., 2012**).

**Tabla 1.** Rangos de intervalos de altura o relieve relativo.

	DESCRIPCION DEL RELIEVE	RESISTENCIA RELATIVA DEL MATERIAL
< 50 m	Muy bajo	Materiales muy blandos y erosivos
50-250 m	Bajo	Blando erosionable
250-500 m	Moderado	Moderadamente blando y erosión alta
500-1000 m	Alto	Resistente y erosión moderada
1000-2500 m	Muy alto	Muy resistente y erosión baja
> 2500 m	Exageradamente alto	Extremadamente resistente y erosión muy baja

**Fuente:** Tomado de Carvajal, et al., 2012.

- **Inclinación de la ladera:** Es el ángulo que forma una ladera o terreno respecto a un plano horizontal (**Tabla 2.**). La inclinación de la ladera está relacionada con el tipo de material que conforma la unidad morfológica y con la susceptibilidad de dicha unidad a la formación de movimientos en masa (**Carvajal et al., 2012**).

**Tabla 2.** Rangos de inclinación de la ladera.

INCLINACIÓN (GRADOS)	DESCRIPCIÓN	CARACTERÍSTICAS DEL MATERIAL
< 5	Plana a suavemente inclinada	Muy blanda y muy baja susceptibilidad a movimientos en masa (MM)
6-10	Inclinada	Blanda y baja
11-15	Muy inclinada	Moderadamente blanda y moderada susceptibilidad a MM
16-20	Abrupta	Moderadamente resistente y moderada susceptibilidad a MM
21-31	Muy abrupta	Resistente y alta susceptibilidad a MM
31-45	Escarpada	Muy resistente y alta susceptibilidad a MM
>45	Muy escarpada	Extremadamente resistente, baja susceptibilidad a MM

**Fuente:** Tomado de Carvajal, et al., 2012.

- **Longitud de la ladera:** Es un indicador de la homogeneidad del material constitutivo de las geoformas (**Tabla 3**). Puede determinar una mayor superficie para el desarrollo de los procesos morfodinámicos (**Carvajal et al., 2012**).

**Tabla 3.** Rangos de longitud de la ladera.

LONGITUD (metros)	DESCRIPCIÓN
< 50m	Muy corta
50-250 m	Corta
250-500 m	Moderadamente larga
500-1000 m	Larga
1000-2500 m	Muy larga
> 2500 m	Extremadamente larga

**Fuente:** Tomado de Carvajal, et al., 2012.

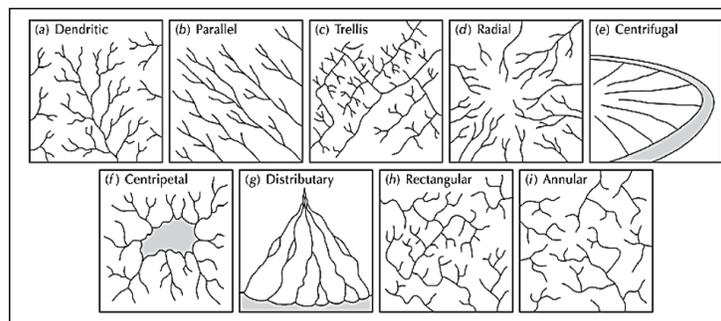
- **Forma de la ladera:** Refleja la homogeneidad en la resistencia de los materiales, y la presencia o control de estructuras geológicas (**Tabla 4**). También condiciona los tipos de movimientos en masa que pueden desarrollarse en una ladera. Es común relacionar movimientos planares a pendientes rectas controladas estructuralmente o movimientos complejos a pendientes irregulares (**Carvajal et al., 2012**).

**Tabla 4.** Rangos de la forma de la ladera.

CLASE	CARACTERÍSTICAS DEL MATERIAL	MOVIMIENTOS EN MASA ASOCIADOS
RECTA	Alta resistencia y disposición estructural a favor de la pendiente	Movimiento traslacional
CONCAVA	Material blando y disposición estructural no definida	Deslizamiento rotacional
CONVEXA	Materiales blandos y disposición estructural casi horizontal	Predomina meteorización y erosión. Deslizamientos rotacionales
IRREGULAR ESCALONADA	A Materiales con resistencia variada. Disposición estructural en contra de la pendiente	Caída de bloques. Erosión diferencial
COMPLEJA	Mezcla de materiales. Disposición estructural no definida	Deslizamientos complejos

Fuente: Tomado de Carvajal, et al., 2012.

- **Patrón de drenaje:** Se refiere a la red de cursos de agua, la cual ayuda a realizar la configuración y el diseño de los contornos de las geoformas (**Figura 6**). El patrón de drenaje está controlado por la inclinación del terreno, tipo y estructura geológica de la roca subyacente, densidad de vegetación y las condiciones climáticas (**Carvajal et al., 2012**).



**Figura 6.** Patrones de drenajes (Tomado de Huggett R.J., 2007).

- **Forma de crestas y valles:** Las divergencias entre las formas características que presenta el relieve se consideran como parámetro de agrupamiento establecido en la apariencia superficial de la geoforma (**Tabla 5**). Este parámetro adquiere relevancia en las observaciones realizadas en campo para la caracterización de unidades geomorfológicas a escalas detalladas y escalas medias (**Carvajal et al., 2012**).

**Tabla 5.** Formas de cresta y valle.

FORMAS DE CRESTA	FORMAS DE VALLE
AGUJA	Artesa
REDONDEADA	Forma de V
CONVEXA AMPLIA	Forma de U
CONVEXA PLANA	
PLANA	
PLANA DISECTADA	

**Fuente:** Tomado de Carvajal, et al., 2012.

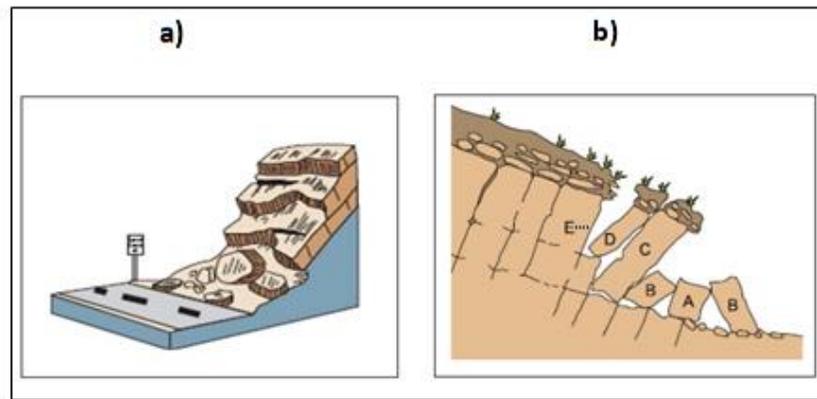
#### 4.4. Procesos Morfodinámicos

Los procesos geomorfológicos 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 y la atmósfera (fuerzas externas), 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, mientras que los procesos endógenos son los encargados de desgastar el material por medio de procesos como meteorización, erosión y transporte de material junto con fenómenos de remoción en masa (Carvajal, et al., 2012).

##### 4.4.1. Tipos de movimientos en masa

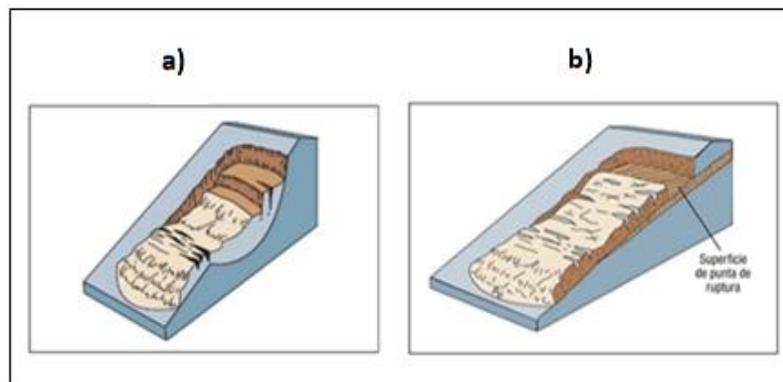
**Caídas:** Todas las caídas se inician con un desprendimiento de suelo o roca de una ladera muy empinada, a lo largo de una superficie en la que poco o ningún desplazamiento cortante se desarrolla (Cruden & Varnes, 1996) (**Figura 7a**). El material desciende en caída libre, saltando o rodando. Solo cuando la masa desplazada es socavada, las caídas son precedidas por pequeños deslizamientos o movimientos de basculamiento que separan el material de la masa no perturbada (Cruden & Varnes, 1996).

**Volcamiento:** Es la rotación hacia adelante (afuera) de una masa de suelo o roca, alrededor de un punto o eje bajo el centro de gravedad de la masa desplazada (Cruden & Varnes, 1996) (**Figura 7b**). El material desplazado puede deslizarse más allá de la punta de la superficie de ruptura, cubriendo la superficie original del terreno, la cual, a su vez, se convierte en superficie de separación (Cruden & Varnes, 1996).



**Figura 7.** a) Caídas de roca, (Tomado de USGS, 2004). b) Esquema del vuelco en bloque (De Freitas y Waters, 1973 en Varnes, 1976).

**Deslizamiento de roca o suelo:** Son movimientos ladera debajo de masas de suelo o roca sobre una o varias superficies de rotura, en los que se preserva a grandes rasgos la forma de masa desplazada (Potes E., Carlos E., & Duque E., 2017). Inicialmente, el movimiento no ocurre simultáneamente a lo largo de lo que, será la superficie de ruptura; el volumen de material desplazado se incrementa a partir de un área de falla local (Cruden & Varnes, 1996). **Figura 8.**



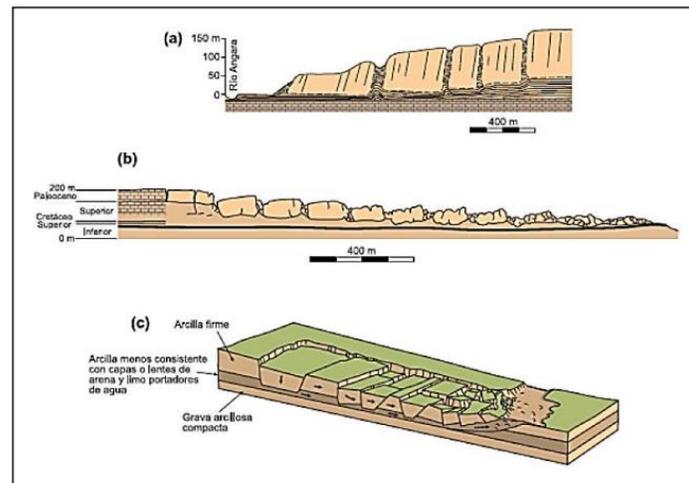
**Figura 8.** a) Esquema de un deslizamiento rotacional (tomado de USGS, 2004). b) Esquema de deslizamiento traslacional (Tomado de USGS, 2004).

**Deslizamientos rotacionales:** Estos deslizamientos se mueven a lo largo de superficies de ruptura curvas y cóncavas, con poca deformación interna del material (Cruden & Varnes, 1996). La cabeza del material desplazado se mueve verticalmente hacia abajo, mientras que la parte superior del material desplazado se bascula hacia él. El escarpe principal es prácticamente

vertical y carente de soporte, por lo que se pueden esperar movimientos posteriores que causen retrogresión del deslizamiento a la altura de la corona (**Cruden & Varnes, 1996**) (**Figura 8a**).

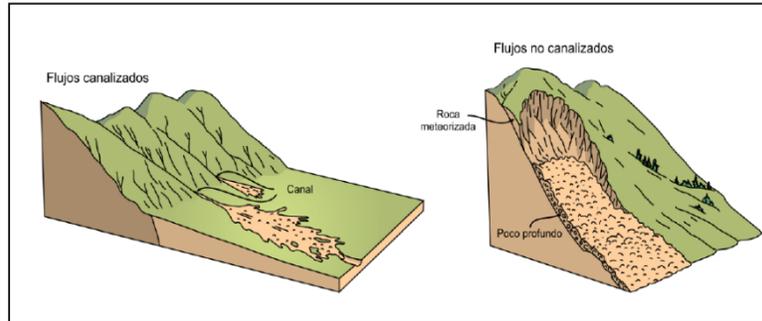
**Deslizamientos traslacionales:** La masa se desplaza a lo largo de una superficie de ruptura plana o suavemente ondulada y superponiéndose a la superficie original del terreno (**Cruden & Varnes, 1996**) (**Figura 8b**).

**Propagación lateral:** La separación lateral se define como una extensión de una masa cohesiva de suelo o roca, combinada con la subsidencia del material fracturado en un material subyacente más blando (**Cruden & Varnes, 1996**) (**Figura 9a**). La superficie de ruptura no es una superficie de corte intenso y el proceso es el producto de la licuefacción o flujo (extrusión) del material más blando (**Cruden & Varnes, 1996**) (**Figuras. 9b y 9c**).



**Figura 9a-b-c.** Esquema de propagaciones laterales (Tomado de Varnes, 1978).

**Flujos:** Es un movimiento continuo (**Figura 10**) en el cual las superficies de corte son efímeras (short-lived), estrechamente espaciada y por lo general no preservadas. La distribución de las velocidades en la masa desplazada se asemeja a la de un líquido viscoso. El límite superior de la masa que se desplaza puede corresponder a una superficie a lo largo de la cual ha ocurrido un movimiento diferencial apreciable o una zona densa diferencial de corte" (Cruden y Varnes, 1996).



**Figura 10.** Esquemas de Flujos (Tomado de Proyecto Multinacional Andino, 2007).

**Reptación:** la reptación son movimiento de tipo viscoso sumamente lento (unos pocos centímetros por año), asociado a una deformación continua de terrenos no consolidados o relativamente sueltos; frecuentemente presenta terracetas debidas a pisadas de ganado (**Potes E., Carlos E., & Duque E., 2017**).

## 5. Marco Geológico

### 5.1. Geología regional

La Sierra Nevada de Santa Marta está limitada por grandes fallas como lo son la falla de Bucaramanga-Santa Marta que es una falla de rumbo, la falla de Oca que también es una falla de rumbo y el lineamiento del cesar que le dan un aspecto triangular a toda la SNSM y el borde curvado por el mar caribe. Estos procesos activos han modificado en paisaje evidenciando grandes montañas y planicies que hacen de esta una zona con una dinámica variable en cuanto a los aspectos geomorfológicos que hacen de este un paisaje atractivo. Teniendo en cuenta la gran actividad tectónica que presenta toda el área es de suponer la gran variabilidad de litologías que alberga este gran bloque montañoso, desde rocas sedimentarias, ígneas a rocas metamórficas de grados variables. Se habla de una exhumación entre los 65-40 Ma son eventos prácticamente recientes en comparación con los eventos formacionales de los tipos de rocas que se encuentran en toda la zona de la SNSM. Basado en **Spikings et, al. 2015**

En la sierra nevada de santa marta hay tres grandes provincias las cuales explican la formación de este gran bloque montañoso. Estas provincias son:

- Provincia Sierra Nevada que data del Proterozoico, con una litología Dominada por granulitas de edades proterozoicas, depósitos vulcanoclasticos jurásicos no deformados, las cuales fueron generadas por un evento orogénico de tipo Grenville entre 1.1 y 0.9 Ma, este

evento está directamente relacionado y es correlacionable con un evento registrado en la parte oriental de Norte América. Basado en **Spikings et, al. 2015**

- Provincia Sevilla que data del Paleozoico con una litología dominada por Rocas metamórficas de edades paleozoico, intrusiones de granitos pérmicos y jurásico tardío, Representan la corteza oceánica acumulada durante el jurásico. Un sistema imbricado de empuje que está transportando el gneis paleozoico tardío y rocas metamórficas de alto grado precámbricas. Basado en **Spikings et, al. 2015**
- Provincia Santa Marta que data del Cretácico con una litología dominada por Rocas metamórficas de bajo grado del cretácico superior intruidas por los granitos del paleógeno (Batolito de Santa Marta). Esta es acrecentada durante el cretácico tardío al paleoceno, luego de este proceso se presentó la intrusión del batolito de santa marta durante el paleocenoeceno. Basado en **Spikings et, al. 2015**.

## 5.2. Geología local

Localmente en la zona de estudio se encuentran presente las siguientes unidades:

**Aluviones recientes (Qal):** Constituidos principalmente por dos franjas regionales que se ubican, una en la parte occidental de la SNSM, entre el piedemonte y el litoral Caribe, comprendiendo desde el municipio de Bosconia hasta Santa Marta, con aporte de sedimentos de los ríos Fundación, Ariguaní, Sevilla, Orihueca, Frío y Córdoba; y la segunda paralela al flanco norte de la sierra, comprendiendo desde el municipio de Guachaca hasta las inmediaciones de los caseríos de Monguí y Villa Martin, con aporte de sedimentos de los ríos Piedras, Mendiguaca, Guachaca, Buritaca, Don Diego y Palomino. **INGEOMINAS 2007**.

**Calizas Y Shales Cretácicos Sin Diferenciar (Kcs):** Tschanz et al. (1969), mencionan que la unidad de “Calizas y shales cretácicas indiferenciadas”, es una caliza con un nivel de shale intermedio, que consiste de rocas equivalentes a la parte superior del Grupo Cogollo y a la Formación La Luna que incluye todas las rocas del Aptiano al Coniaciano medio. Estos autores señalan, además, que el Grupo Cogollo incluye a las Formaciones Lagunitas y Aguas Blancas, las cuales son unidades informales denominadas por geólogos del petróleo en el Área de la cuenca Ranchería. Cáceres et al. (1980) dividen la secuencia estratigráfica situada entre la Formación Río Negro y la Formación Hato Nuevo, en las Formaciones Lagunita, Aguas Blancas y La Luna, pero con base en interpretaciones geológicas y tectónicas, y en información de otros estudios. Tschanz et al. (1969) describió a la

unidad de “Calizas y shales cretácicas indiferenciadas” como una unidad que tiene origen netamente marino. **INGEOMINAS 2007.**

Autor: Tschanz et al. (op. cit.), en el área de los Valles de Cesar y Ranchería, dividieron la considerada por ellos secuencia cretácica miogeosinclinal en dos unidades cartografiables, basados en un cambio abrupto topográfico natural en el tope de las rocas equivalentes a la Formación La Luna. A la unidad inferior la llamaron “Calizas y shales cretácicas indiferenciadas” -K1-, y a la unidad superior -K2- Shale (Formación) Molino (Colón) (Umir). Para la unidad inferior (Kcsi) estos autores dan un espesor de 1800 a 2150 pies (550 a 655 m) en el Valle del Ranchería a cerca de 2300 pies (700 m) en el Valle del Cesar. **INGEOMINAS 2007.**

**Riolita De Golero (Jg):** La unidad “Riolita de Golero” (Jg) de este informe corresponde a una sucesión de rocas volcánicas de composición ácida; agrupa lo que Tschanz et al. (1969) describieron originalmente bajo este término, además de las secuencias denominadas por estos autores como “Rocas Volcánicas Indiferenciadas” (KJv) y “Vitrófiro Riolítico” (Jvr); también se incluye en esta unidad la secuencia volcánica extrusiva que aflora en el Cerro El Alguacil, estas rocas fueron incluidas inicialmente por Tschanz et al. (1969), en la unidad “Granito Porfirítico Antiguo” (KJp), pero en este estudio se considera que no corresponden a estos cuerpos. **INGEOMINAS 2007.**

Autor: Descrita originalmente por Tschanz et al. (1969), quienes utilizaron este término para designar las rocas volcánicas encontradas en la Cuchilla Golero, en el Cerro Ajigible y en la Cuchilla de Pesquería. **INGEOMINAS 2007.**

**Ignimbrita De Los Clavos (Jlc):** La “Ignimbrita de Los Clavos” (Jlc) corresponde a la secuencia de rocas vulcanoclásticas (tobas e ignimbritas) de composición félsica a intermedia (traquítica a andesítica), que cubre los intrusivos de edad Jurásica, en los sectores sur y oriental de la SNSM. **INGEOMINAS 2007.**

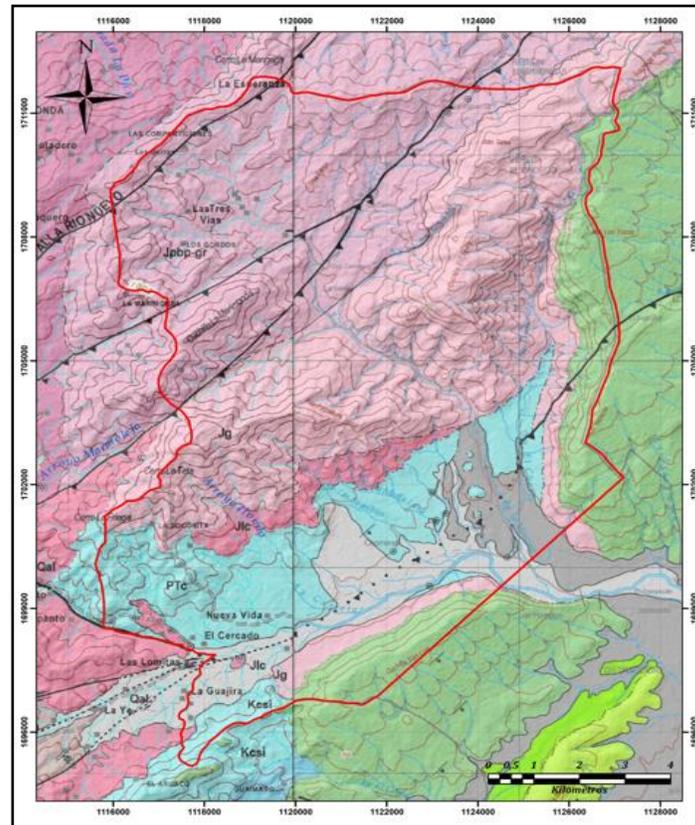
Autor: Descrita originalmente por Tschanz et al. (1969), quienes utilizaron este término para designar la secuencia vulcanoclástica que aflora en el Río Los Clavos; posteriormente MacDonald y Opdyke (1984) la denominaron como “Formación los Clavos”; finalmente INGEOMINAS (2002), agrupó las ignimbritas de Los Clavos, La Paila, Caja de Ahorros y La Piña, bajo el término informal “Volcánico Ignimbrítico” (Jvi). **INGEOMINAS 2007.**

**FACIES GRANITO GRANOFIRICO (Jpbp-Gr):** Esta facies corresponde a rocas plutónicas, de textura fanerítica, heterogranular, grano fino y medio, color gris y rosado, compuestas por QAP (30-

30-40), los minerales máficos son anfíbol y biotita. Se observan enclaves máficos angulares y elongados, de 2-12 cm, con abundante anfíbol, contactos netos, en la roca caja se genera una aureola de plagioclasas teñidas de rosado alrededor de los enclaves; localmente se reconocen diques félsicos de textura fanerítica, de grano fino, QAP (15-45-40), color rosado, de 6cm de espesor, generalmente de composición traquítica y latítica. **INGEOMINAS 2007.**

**Formación Corual (Ptc):** Con el nombre de Formación Corual se han denominado las rocas sedimentarias, volcánicas y vulcanoclásticas, que se encuentran entre las sedimentitas del Carbonífero y la secuencia vulcano - sedimentaria de la Formación Guatapurí (TJg). **INGEOMINAS 2007.**

Autor: Unidad denominada por Tschanz et al. (1969) como Formación Corual (TRPc), para describir las rocas aflorantes en el Río Corual en el sector nororiental de la Sierra Nevada de Santa Marta, al sur del Caserío de Pelechua (Departamento de la Guajira). **INGEOMINAS 2007.**



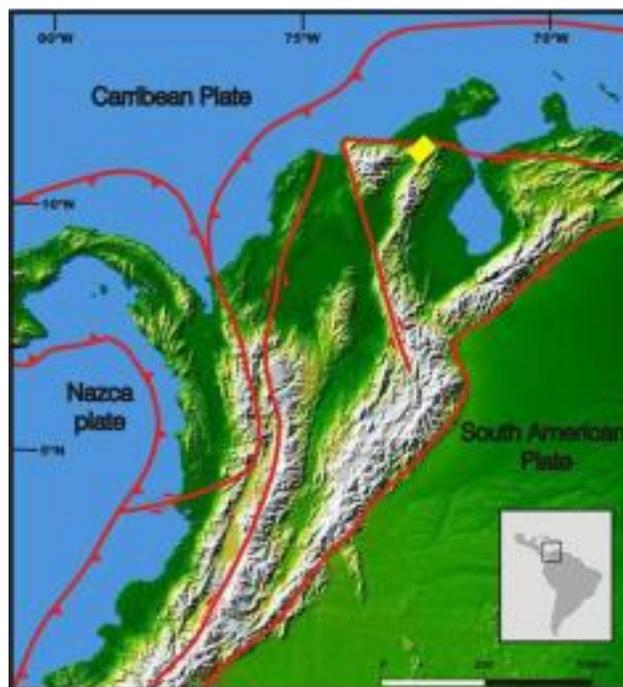
**Figura 11.** Mapa geológico local de la zona de estudio, tomado y modificado de las planchas 20-21 del IGAC a escala 1:25000.

### 5.3. Geología Estructural

La configuración estructural del extremo norte de Colombia es el resultado de la interacción de las placas Caribe y sur América y de los eventos orogénicos que han afectado esta zona (**figura 14**). El área de estudio se encuentra incluida un bloque triangular limitado al norte por la Falla de Oca y hacia el suroeste por la falla de rumbo sinestral Santa Marta-Bucaramanga. En la cuenca del Cesar-Ranchería se encuentran las rocas altamente plegadas y falladas con rumbo noreste y con una vergencia hacia el noroeste, donde la expresión fisiográfica es el resultado del levantamiento Terciario (Neógeno) ocurrido en la región (Case et al 1990). La tectónica regional en esta zona es dominada por dos trenes estructurales.

El primero corresponde al tren con rumbo noreste que se presenta a lo largo de los andes y que se es generado por un ambiente compresivo.

El segundo tren estructural orientado E-W a NW-SE compuesto por fallas de movimiento dextral con una importante componente vertical, se caracteriza por cortar y desplazar el tren regional N-NE al NE, y la estructura más importante de este sistema es la Falla Oca que representa el límite sur del sistema en Colombia.



**Figura 12.** Ambiente tectónico regional, INGEOMINAS 2002.

La influencia de los esfuerzos que generaron este tren estructural se extiende hacia el sur a lo largo de la Falla Santa Marta - Bucaramanga. Este tren tuvo gran actividad durante el Eoceno temprano

Oligoceno, y probablemente se formó como resultado del rozamiento y del choque de la Placa Caribe contra la Placa Suramericana (INGEOMINAS 2002).

## 6. Antecedentes

El interés por realizar este trabajo nace de la información brindada por otros trabajos similares que se han llevado a cabo en otras partes del mundo, en el conocimiento y la explicación de la geomorfología y la incidencia que el hombre tiene sobre ella. A continuación, se presenta una recopilación de estudios realizados en distintas partes del país relacionados a la temática de este proyecto.

**Rueda Pacheco F. 2004.** Aporto la “Elaboración del mapa hidrogeológico del valle medio del Rio Ranchería a escala 1:25.000, entre los municipios de Fonseca y Albania, departamento de La Guajira”. Donde describió la metodología utilizada para la realización del mapa hidrogeológico, mapa isopaco, mapa base de aluvión y el mapa de isopiezas, iniciando con la interpretación de los registros de pozos que se han corrido dentro del área que se estudió, tales como registros de rayos Gamma, Resistividad y Densidad principalmente; continuando con la identificación de la unidades hidrogeológicas (Aluviones y Formaciones terciarias) de acuerdo con los rasgos topográficos, contactos que fueron corroborados en campo, realizando una descripción de los afloramientos con el fin de confrontar y precisar el límite entre la unidades. Además, Rueda Pacheco describió el uso de los sistemas de información utilizados para la realización del mapa hidrogeológico del Valle medio del Rio Ranchería, el cual fue el Software MINEX 4.0.

**Rangel, N., y Posada, B. 2005.** Realizaron un trabajo para conocer la geomorfología y los procesos erosivos en la costa norte del departamento de Córdoba, en lo cual pudieron concluir que las características geomorfológicas en esta zona muestran que las terrazas fluvio-marinas, que están limitadas por acantilados de hasta 15 m de altura, son la unidad más frecuente y a la vez más afectada por los diferentes procesos erosivos.

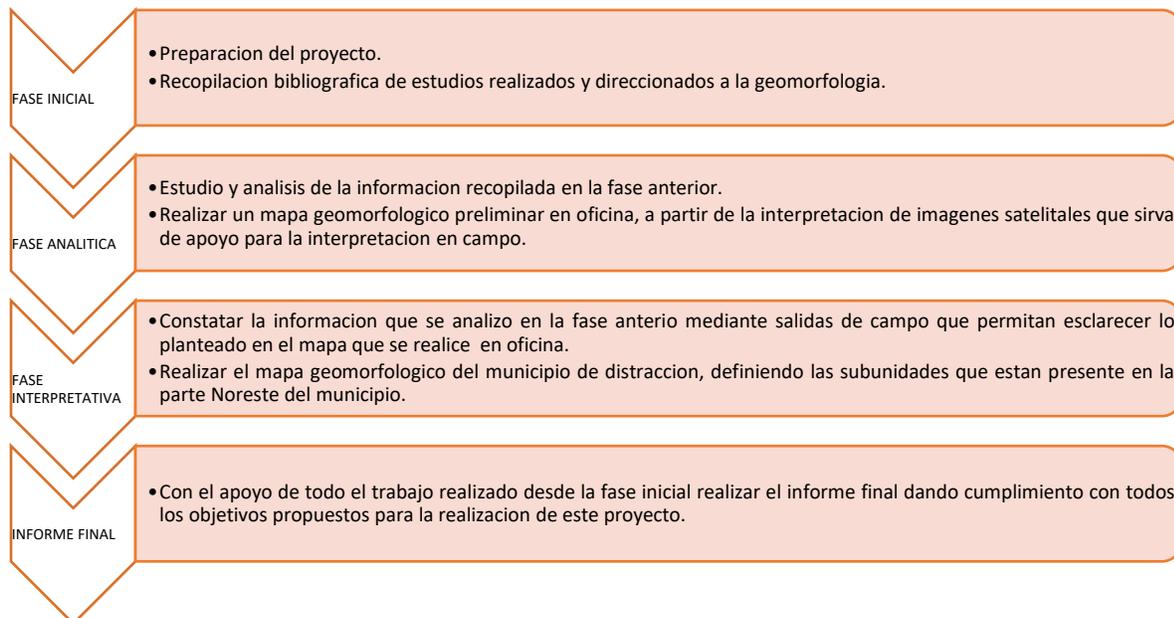
**Wuandurra Baron C. M. 2017.** Realizo la “Caracterización geológica, hidrogeológica, geomorfológica, geotécnica y de amenazas naturales del predio Puerto La Cruz, ubicado en la Vereda Sogamoso, municipio de Girón (Santander)”. Donde se investigaron los terrenos que conforman el predio Puerto La Cruz aledaño a la represa de Topocoro, analizando integralmente los aspectos geológicos, hidrogeológicos, geomorfológicos, geotécnicos básicos (con el análisis de estabilidad) y de amenazas naturales, soportados con cartografía detallada y exploraciones del subsuelo.

**Naranjo Diaz A. M. 2019.** Realizo una “Caracterización geológica y geomorfológica mediante imágenes aéreas y procesamiento SIG de un área aproximada de 450 hectáreas, en las Veredas Vijagual y San Cayetano del municipio de Bucaramanga”.

**Peralta Silva J.D. 2019.** Realizo la “Caracterización de las diferentes subunidades geomorfológicas presentes en la parte norte del municipio del Zulia, norte de Santander (Colombia), a escala 1:25.000”. Quien a partir de la foto interpretación de imágenes satelitales, salidas de campo y la ayuda de herramientas SIG, definió las subunidades presentes en la parte Norte del municipio del Zulia en el departamento de Norte de Santander

## 7. Metodología

Para la realización de este estudio se llevó a cabo una metodología que permitio cumplir con el cronograma de actividades y con los objetivos propuestos en este trabajo, esta se dividió en cuatro (4) fases como se muestra en la **figura 13**, no obstante se tuvo en cuenta como guía la metodología utilizada por **Carvajal, et al. 2012** en la propuesta de estandarización de la cartografía geomorfológica en Colombia.



**Figura 13.** Metodología utilizada. Fuente (autor).

### 7.1. Fase Inicial.

En esta primera fase nace la idea de realizar este estudio que gracias a las investigaciones que se hicieron sobre otros trabajos relacionados a la geomorfología y llevados a cabo en otras partes de

nuestro país, con esto se procedió a organizar la información recopilada para previamente generar una propuesta que diera lugar a un estudio como este. Luego de tener claro el tipo de estudio que se realizaría se procedió a hacer la elección del área que iba a ser estudiada con base a las necesidades de la Alcaldía municipal de Distracción en el departamento de La Guajira y cumpliendo con unos de los requisitos más importantes como lo es Trabajo de Grado (TG) para poder optar al título de Geólogo en la Universidad de Pamplona (UP). Para esto se consultaron fuentes electrónicas como la base de datos del Servicio Geológico Colombiano (SGC): SIMMA y estado de la cartografía, además se tuvo en cuenta la base de datos del Instituto Geográfico Agustín Codazzi (IGAC), todo con el fin de poder obtener antecedentes que mostraran información sobre las características geológicas, descripción de unidades geomorfológicas y movimientos en masa (procesos morfodinámicos); Logrando así generar un aporte a la comunidad colindante a la zona de estudio y a la comunidad científica en general con respecto a la geomorfología y además de esto poder contar con uno de los insumos más importantes para la realización del esquema de ordenamiento territorial en el municipio de Distracción situado en el departamento de La Guajira.

## **7.2.Fase Analítica.**

Teniendo en cuenta la organización de los datos bibliográficos en la primera fase, en esta fase se realizó el análisis geomorfológico de la zona de estudio por medio de la interpretación de fotografías aéreas, modelos de elevación y mapas topográficos, con lo que se pudo conocer los rasgos morfológicos, morfométricos y definir procesos morfodinámicos, lo cual permitió identificar y delimitar cada una de las subunidades geomorfológicas, también se pudieron definir los rasgos estructurales, los patrones de drenaje, tonos y texturas. Con toda esta información se pudo realizar un mapa preliminar donde se plasmaron la mayor parte de las subunidades geomorfológicas de la zona de estudio. A continuación, se hace mención y una breve descripción de cada uno de los insumos que se utilizaron en la realización de este estudio.

### **7.2.1. Fotografías Aéreas.**

Con este insumo se realizó una foto interpretación utilizando imágenes satelitales descargadas desde SasPlanet y fue de gran ayuda el mapa base del programa de Arcgis 10.5 (Licencia de la Universidad de Pamplona), junto a esto se hizo también la interpretación por medio de Google Earth. Mediante la interpretación de las imágenes satelitales se pudieron establecer las relaciones

espaciales entre los rasgos topográficos lo cual ayudo a identificar y diferenciar cada una de los ambientes morfogenético y junto a esto definir los rasgos morfológicos y morfométricos los cuales contribuyeron a la identificación de cada una de las diferentes subunidades geomorfológicas presentes en la zona; de igual manera fue de ayuda para definir las zonas pobladas y las zonas inestables.

### **7.2.2. Obtención De Atributos**

Para la obtención de los atributos cuantitativos se tuvo en cuenta como insumo el modelo digital de elevación (DEM) a una resolución de 12,5 metros, este fue adquirido de forma gratuita por medio de la página Alaska SaTelliTE FaCILITY, en donde se utilizó el satélite Alos Palser. Por medio de este se realizó un mapa de pendientes, en el cual se buscaba obtener la información morfológica regional y local como primer acercamiento, por medio de este también se buscó obtener información morfométrica la cual se encuentra relacionada con los aspectos cuantitativos, es decir: datos de pendientes, perfiles de terreno y ladera. Este tipo de mapa corresponde a una variable cuantitativa y continua, el cual se desarrolló por medio del software ArcGIS 10.5, para realizar el procesamiento de este insumo primero se montó el DEM obtenido del satélite, posterior a eso se pasó a cortar el área de interés haciendo uso de la herramienta Extraction la cual se encuentra ubicada en la parte de Spatial Analyst Tools, después de haber seleccionado dicha herramienta se pasó a utilizar la opción de Extact By Mask, para de esta manera pasar a montar el polígono y poder cortar y trabajar sobre el área de interés. Como siguiente paso luego de haber hecho la extracción del DEM de la zona de estudio se utilizó la herramienta ArcToolbox que está ubicada en la parte de Spatial Analyst Tools donde se seleccionó la opción Surface-Slope; para de esta manera ya poder obtener el mapa de pendiente de la zona, por medio de este mapa se pudo determinar las propiedades y características cuantitativas como la inclinación de la pendiente, para esta interpretación se tomarán los rangos de inclinación de ladera propuestos por Carvajal (Tabla 2); De igual manera este elemento facilito la digitalización.

### **7.3. Fase Interpretativa.**

Esta es la fase de campo la cual sirvió para obtener y validar la información obtenida en las fases anteriores, se tomaron datos relacionados con las geoformas, formas de relieve, inclinaciones de ladera, datos estructurales, tipos de material, procesos morfodinámicos, entre

otros. Para llevar a cabo esta fase se dividió en 2 partes; la primera consta en la recopilación de datos y la segunda en la estructura del mapa de campo.

### **7.3.1. Recopilación De Datos.**

Esta primera parte tuvo una duración de 10 días en los cuales se recorrió un área de aproximadamente 138 Km<sup>2</sup> que corresponden a la parte Noroeste del municipio de Distracción; donde se recolectó información referente al parámetro morfodinámico (Datos de movimientos en masa) y al parámetro de la morfogénesis (definición de ambientes y sus subunidades geomorfológicas). Esta información se recolectó teniendo en cuenta formatos adquiridos por el Servicio Geológico Colombiano y por la Universidad Industrial de Santander. Para el desarrollo del atributo morfodinámico se realizó un catálogo e inventario de movimientos en masa, en donde se tuvo en cuenta información de las características más relevantes como (Datos de registro; Localización; Actividad del movimiento; Tipo de erosión; Litología; Estructura; Clasificación; Morfometría; Causa del movimiento; Cobertura y Uso del suelo; Población afectada; Daños; Notas; Apreciación de riesgo; Registro fotográfico; Esquema e importancia del evento); formato adquirido por el Servicio Geológico Colombiano. Por otro lado, para la toma de datos referentes al atributo de la morfogénesis se realizó una recopilación de datos y un control de las diferentes subunidades geomorfológicas por medio de un formato único elaborado y modificado por la Universidad Industrial de Santander (UIS), en el cual quedaron registrados datos referentes a la morfometría para la cartografía geomorfológica. La información que se plasmó en el formato fue la siguiente: (Datos de registro; Localización; Morfogénesis; Morfología-Morfometría; Cobertura y uso del suelo; Características de drenaje; Grado de meteorización; Tipo de material; Movimientos en masa; Patrón de drenaje; Tipo de roca; Tipo de suelo; Tipo erosión; Espaciamiento de canales; Intensidad de erosión; Notas; Esquemas; Catalogo fotográfico).

### **7.3.2. Estructuración Del Mapa De Campo.**

Esta actividad tuvo una duración de 5 días los cuales sirvieron para plasmar toda la información obtenida en la recopilación de datos con el fin de general un mapa preliminar de campo el cual se encontraría estructurado por todas las características descritas y el trazo de las subunidades geomorfológicas, esto con el fin de realizar la comparación con el mapa que se estructuró en la fase anterior y así poder modificar, validar y complementar la información.

#### 7.4. Informe Final.

En esta última fase se procedió a agregar toda la información adquirida de las etapas anteriormente descritas en donde se plasmaron todos estos datos en un mapa con la nomenclatura y la simbología de los mapas geomorfológicos sugerida por la propuesta de estandarización de la cartografía geomorfológica en Colombia (Carvajal, et al., 2012), con el fin de generar un mapa de subunidades geomorfológica a escala 1:25.000; además de esto se procedió a redactar el informe donde se muestra cada una de las fases, las actividades realizadas y los resultados obtenidos durante la ejecución de este proyecto.

#### 8. Resultados.

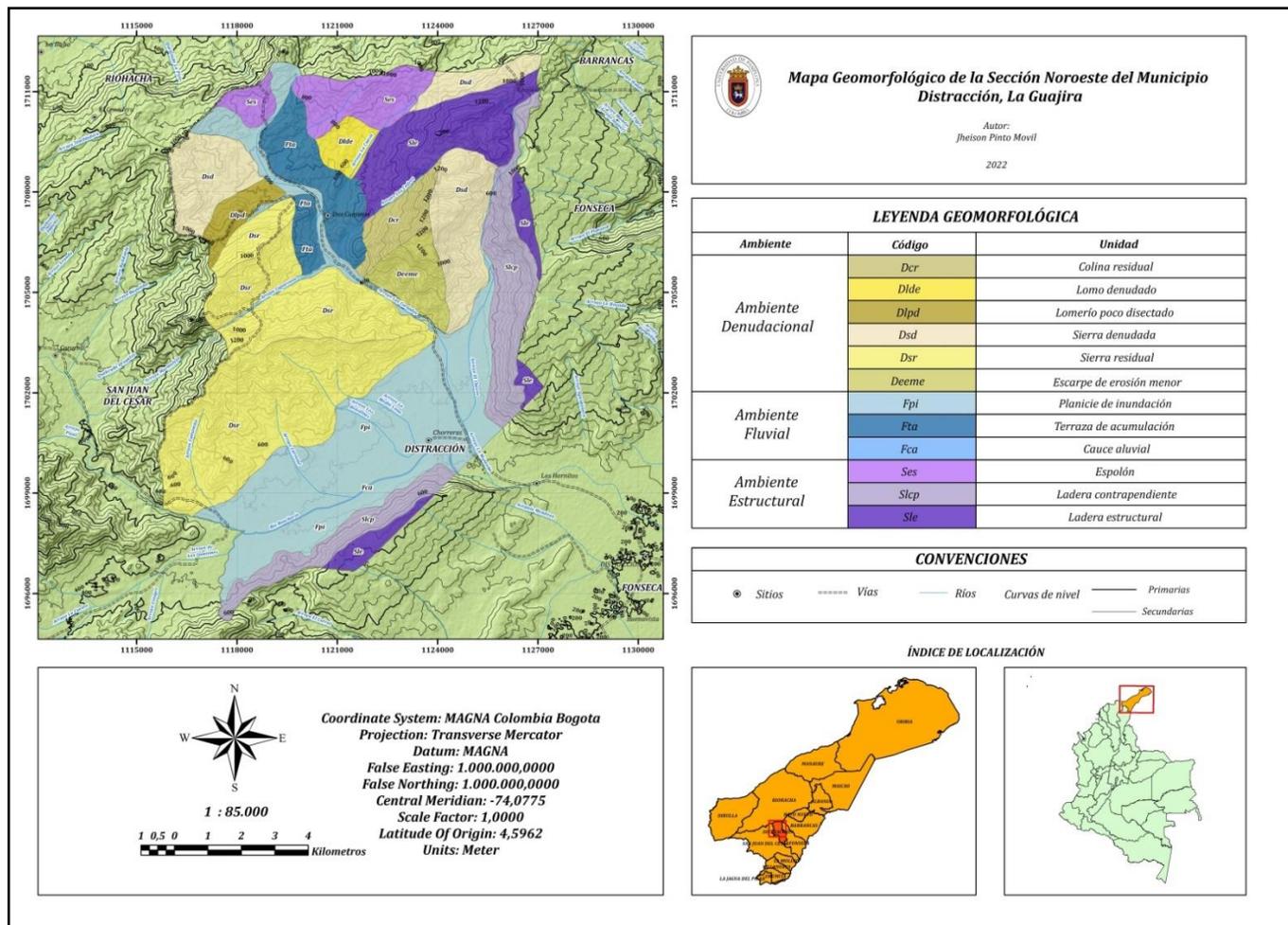
La interpretación geomorfológica realizada en la parte noroeste del municipio permitió identificar tres ambientes morfogenéticos (**Tabla 6**): con estos ambientes se pudieron clasificar geoformas de origen estructural dominados por procesos tectónicos, las cuales están presentes en la parte noreste y suroeste de la zona, representando el 24,1% de las subunidades encontradas. También se pudieron identificar geoformas de origen denudacionales hacia la parte noreste y noroeste Del área, ocupando el 54,6% de las geoformas encontradas, este tipo de geoformas se encontraban afectadas por distintos procesos erosivos y por la meteorización. Finalmente se identificó un tercer ambiente donde se clasificaron geoformas de origen fluvial las cuales están plasmadas en la parte norte y sur de la zona de estudio, ocupando el 21,3% del total de las geoformas, estas están asociadas a la red hídrica que posee la zona la cual se distribuye hasta desembocar en el Río Ranchería.

**Tabla 6.** Relación de ambientes morfogenéticos.

AMBIENTE	AREA (Km <sup>2</sup> )	%
Estructural	33,15	24,1
Denudacional	75,21	54,6
Fluvial	29,31	21,3
<b>Total</b>	<b>137,67</b>	<b>100</b>

**Fuente:** Autor.

Gracias a la evolución y la transformación que ha sufrido el paisaje, junto con las condiciones que han dado lugar a estos eventos se pudieron identificar 12 subunidades geomorfológicas las cuales se plasman en la **figura 14**.



**Figura 14.** Mapa de subunidades geomorfológicas presentes en la parte noroeste del municipio de Distracción, departamento de La Guajira.

## 8.1.Subunidades Geomorfológicas.

### 8.1.1. Subunidades De Ambiente Estructural.

Son geformas que se originan por procesos relacionados con la dinámica interna de la tierra. En Distracción, La Guajira, la expresión morfológica de estas subunidades se encuentra definida por la litología y la disposición estructural de las mismas, al plegamiento de las rocas superiores de la corteza terrestre y que aún conservan rasgos reconocibles de las estructuras originales a pesar de haber sido afectadas en diverso grado por los procesos denudativos.

Espolón (Ses): esta geforma se encuentra ubicada hacia la parte más norte (techo) del área de estudio está caracterizada por rocas plutónicas de la FACIES GRANITO GRANOFIRICO (Jpbgp-gr), son rocas de textura fanerítica, heterogranular, grano fino y medio, color gris y rosado,

compuestas por QAP (30-30-40). **Carvajal et, al 2012** define esta geoforma de la siguiente manera. Saliente de morfología alomada, dispuesta perpendicularmente a la tendencia estructural general de la región, desarrollados sobre rocas ígneas, metamórficas o sedimentarias y limitado por drenajes paralelos a subparalelos. **Figura 15.**



**Figura 15.** Espolon (Ses) tomado y modificado de Google Earth. Autor

Ladera estructural (Sle): esta geoforma consta de una superficie plana con una inclinación de aproximadamente  $50^\circ$  la cual es característica de un plano de estratificación, está ubicada hacia la parte sur en la base de la zona de estudio y está dominada por rocas sedimentarias de la formación CALIZAS Y SHALES CRETÁVICOS SIN DIFERENCIAR (Kcs). **Carvajal et, al 2012** define esta geoforma de la siguiente manera. Superficie en declive, de morfología regular a irregular, definida por planos preferentes (estratos, foliación, diaclasamiento entre otros) a favor de la pendiente del terreno. **Figura 16.**



**Figura 16.** Ladera estructural (Sle) fotografía tomada en campo. Autor

Contra pendiente (Slcp): esta geoforma está ubicada en la parte sur de la zona de estudio (base) y se caracteriza por tener una pendiente muy escarpada en contacto con la ladera estructural (Sle) con una longitud muy larga está asociada directamente a los planos de estratificación de las rocas sedimentaria de tipo caliza de la formación CALIZAS Y SHALES CRETÁDICOS SIN DIFERENCIAR (Kcs). **Carvajal et, al 2012** define esta geoforma de la siguiente manera. Superficie en declive, de morfología regular a irregular, definida por planos (estratos, foliación, diaclasamiento entre otros) dispuestos en sentido contrario a la inclinación del terreno. **Figura 17.**



**Figura 17.** Contra pendiente (Slcp) fotografía tomada en campo. Autor

### **8.1.2. Subunidades De Ambiente Denudacional.**

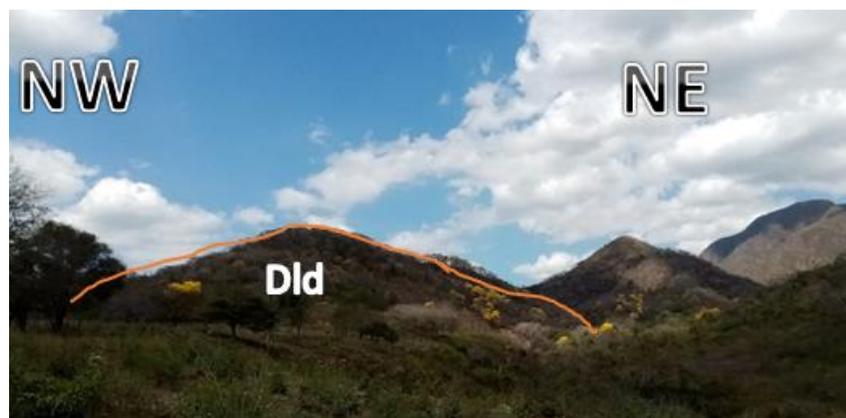
Incluye las geoformas cuya expresión morfológica está definida por la acción combinada de procesos moderados a intensos de meteorización, erosión y transporte de origen gravitacional y pluvial que remodelan y dejan remanentes de las unidades preexistentes y de igual manera, crean nuevas por la acumulación de sedimentos.

Colina residual (Dcr): se nota como una elevación de unos 350m desde la base con una cima redondeada y amplia, con laderas inclinadas de forma casi recta a convexa y con un relieve no tan prominente. **Carvajal et, al 2012** define esta geoforma de la siguiente manera. Elevación del terreno entre 200 y 399 metros sobre su nivel de base local, que presenta una cima redondeada y amplia limitadas por laderas cortas a moderadamente largas de forma convexa a recta y pendiente inclinada a abrupta, con un índice de relieve bajo a moderado. **Figura 18.**



**Figura 18.** Colina residual (Dcr) fotografía tomada en campo. Autor

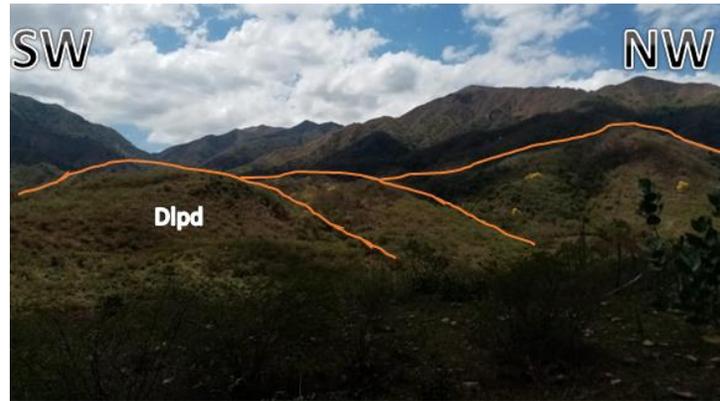
Loma denudada (Dld): en esta geoforma se evidencia la forma alomada con pendientes inclinadas, está ubicada en la parte Noroeste de la zona de estudio sobre rocas plutónicas, de textura fanerítica, heterogranular, grano fino y medio, color gris y rosado, compuestas por QAP (30-30-40), pertenecientes a FACIES GRANITO GRANOFIRICO (Jpbp-gr). **Carvajal et, al 2012** define esta geoforma de la siguiente manera. Prominencia topográfica con una altura menor de 200 metros sobre su nivel de base local, con una morfología alomada y elongada, laderas cortas a muy cortas, convexas y pendientes muy inclinadas a muy abruptas. **Figura 19.**



**Figura 19.** Loma denudada (Dld) fotografía tomada en campo. Autor

Lomerío poco diceptado (Dlpd): se nota como la cima de estas colinas esta redondeada a plana con unas laderas cortas y con pendientes inclinadas, están asociadas a rocas plutónicas de la FACIES GRANITO GRANOFIRICO (Jpbp-gr), de textura fanerítica, heterogranular, grano fino y medio, color gris y rosado, compuestas por QAP (30-30-40), los minerales máficos son anfíbol y biotita. **Carvajal et, al 2012** define esta geoforma de la siguiente manera. Prominencias

topográficas de morfología alomada o colinada, con cimas planas amplias y eventualmente redondeadas, de laderas muy cortas a cortas, de forma rectas, y eventualmente cóncavas y convexas, con pendientes inclinadas a muy abruptas, e índice de relieve muy bajo a bajo. **Figura 20.**



**Figura 20.** Lomerío poco diceptado (Dlpd) fotografía tomada en campo. Autor

Sierra desnuda (Dsd): esta geoforma está ubicada en la parte norte de la zona de estudio la cual está caracterizada por rocas plutónicas de textura fanerítica, heterogranular, grano fino y medio, color gris y rosado, compuestas por QAP (30-30-40) pertenecientes a la FACIES GRANITO GRANOFIRICO (Jpbp-gr). **Carvajal et, al 2012** define esta geoforma de la siguiente manera. Prominencia topográfica de morfología montañosa y elongada de laderas largas a extremadamente largas, cóncavas a convexas, con pendientes muy inclinadas a abruptas, donde prevalecen procesos de erosión o de movimientos en masa acentuados. **Figura 21.**



**Figura 21.** Sierra desnuda (Dsd) fotografía tomada en campo. Autor

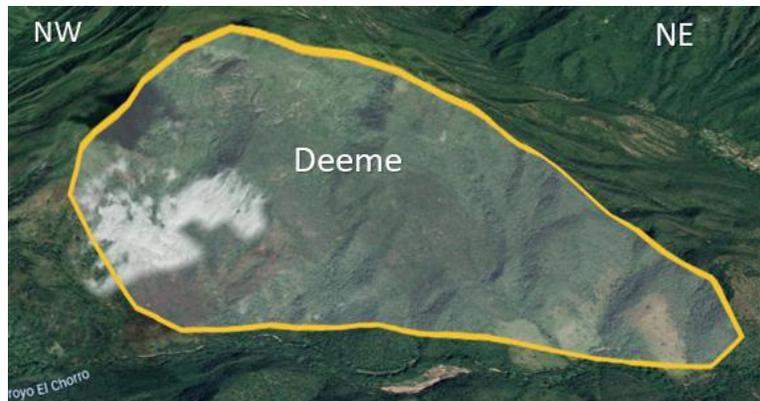
Sierra residual (Dsr): Esta geoforma está ubicada en gran parte de la zona de estudio en la parte central al oeste. En la cual se notan las laderas de longitudes largas a muy largas con una

morfología montañosa caracterizada por rocas plutónicas de textura fanerítica, heterogranular, grano fino y medio, color gris y rosado, compuestas por QAP (30-30-40) pertenecientes a la **FACIES GRANITO GRANOFIRICO** (Jpbp-gr) y por una sucesión de rocas volcánicas de composición ácida pertenecientes a La unidad “Riolita de Golero” (Jg). **Carvajal et, al 2012** define esta geoforma de la siguiente manera. Geomorfológicamente esta geoforma se evidencia como una prominencia topográfica de morfología montañosa y elongada de laderas largas a extremadamente largas, cóncavas a convexas, con pendientes muy inclinadas a abruptas, donde prevalecen los procesos de meteorización intensa en unidades generalmente ígneas, asociada con suelos residuales con espesores mayores a 3 metros. **Figura 22.**



**Figura 22.** Sierra residual (Dsr) Fotografía tomada en campo. Autor

Escarpe de erosión menor (Deeme): esta subunidad está dominada por los procesos de socavación lateral ocasionada por el arroyo el chorro además de los procesos erosivos presentes en la zona y se evidencia como la ladera tiene una pendiente abrupta con una longitud corta y con una forma suavemente a curvada a recta. **Carvajal et, al 2012** define esta geoforma de la siguiente manera. Ladera abrupta o a desplome de longitud corta a larga, de forma cóncavo convexa y eventualmente recta, con pendiente escarpada a muy escarpada, originado por socavación fluvial lateral o por procesos de erosión y movimientos en masa remontantes a lo largo de un drenaje. **Figura 23.**



**Figura 23.** Escarpe de erosión menor (Deeme) tomado y modificado de Google Earth.

### 8.1.3. Subunidades De Ambiente Fluvial.

Estas subunidades son originadas por el efecto combinado de procesos de erosión producidos por corrientes de aguas superficiales pertenecientes al río Ranchería, así como también a los diferentes drenajes que fluyen por todo el municipio. Estos drenajes son los que se encargan del transporte de los materiales erosionados hacia zonas bajas o de poca pendiente, para de esta manera formar depósitos de tipo aluvial y por lo tanto geoformas de ambiente fluvial.

Planicie o llanura de inundación (Fpi): está caracterizada por presentar una gran planicie por donde también pasa el caudal del río Ranchería lo cual hace que se determine la llanura con facilidad, también los cambios en la topografía fueron un gran indicio para la determinación de esta geoforma. **Carvajal et, al 2012** define esta geoforma de la siguiente manera. Superficie de morfología plana, baja a ondulada, eventualmente inundable. Se localiza bordeando los cauces fluviales, donde es limitado localmente por escarpes de terraza. Incluye los planos fluviales menores en formas de “U” o “V”, al igual que a los conos coluviales menores de los flancos de los valles intramontañosos. **Figura 24.**



**Figura 24.** Planicie de inundación (Fpi) fotografía tomada en campo. Autor

Terraza de acumulación (Fta): se nota como la superficie es suavemente elongada a plana la cual se presenta a lo largo del cauce del arroyo el chorro el cual transporta todos los sedimentos provenientes de las rocas ígneas que han sufrido el proceso de la erosión dejando esta terraza de acumulación. **Carvajal et, al 2012** define esta geoforma de la siguiente manera. Superficie elongada, plana a suavemente ondulada, modelada sobre sedimentos aluviales, que se presenta en forma pareada, limitada por escarpes de diferente altura a lo largo del cauce de un rio. Su origen es relacionado a procesos de erosión y acumulación aluvial, dentro de antiguas llanuras de inundación. Su formación incluye fases de acumulación, incisión y erosión vertical. **Figura 25.**



**Figura 25.** Terraza de acumulación (Fta) tomado y modificado de Google Earth.

Cauce aluvial (Fca): esta geoforma está conformada por la red hídrica principal de la zona y es el canal del rio Ranchería el cual nace en la Sierra Nevada de Santa Marta (SNSM) y abastece las fincas y los municipios que están a su paso. **Carvajal et, al 2012** define esta geoforma de la siguiente manera. Canal de forma irregular excavado por erosión de las corrientes perennes o

estacionales, dentro de macizos rocosos y/o sedimentos aluviales. Dependiendo de factores como pendiente, resistencia del lecho, carga de sedimentos y caudal, pueden persistir por grandes distancias. Los cauces rectos se restringen a valles estrechos en forma de V, generalmente relacionados al control estructural de fallas o diaclasas. Estos cauces cuando recorren grandes distancias pueden formar lagunas y rápidos. **Figura 26.**



**Figura 26.** Cauce aluvial (Fca) fotografía tomada en campo. Autor

## 9. Conclusiones

- Gracias a la interpretación realizada en este proyecto se puede concluir que la zona de estudio cuenta con una gran variedad en cuanto a los aspectos geomorfológicos los cuales se evidencian en el comportamiento variable que presenta el relieve. Estos cambios permitieron identificar tres (3) ambientes morfogenéticos los cuales fueron dispuestos porcentualmente de la siguiente manera: con el mayor porcentaje de área tenemos el ambiente Denudacional (56%), este ambiente es dominado por los procesos de erosión y de meteorización que afectan el área de estudio; en segundo orden encontramos al ambiente Estructural (24%), este está relacionado directamente con los procesos tectónicos que ha sufrido la zona de estudio y en tercer orden tenemos al ambiente Fluvial (20%), definido por la extensa red hídrica que presenta el área de estudio.
- Las subunidades predominantes en la zona de estudio son las pertenecientes al ambiente Denudacional abarcando un 56% del área total de la zona, estas geoformas son dominadas por los procesos de erosión y meteorización presentes en la zona. Dentro de este ambiente la subunidad que es más frecuente, es la Sierra residual (Dsr) con una presencia del 55% de las subunidades de este ambiente, esto representa un área aproximada de 38 Km<sup>2</sup>.
- Las subunidades de menor presencia en la zona de estudios son las pertenecientes al ambiente fluvial abarcando un 20% del área total de la zona, estas geoformas son dominadas por la red hídrica que presenta la zona, en este ambiente la subunidad más frecuente es la planicie o llanura de inundación (Fpi) con una presencia de 78% de las subunidades de este ambiente, representando un área aproximada de 31 Km<sup>2</sup>.
- En la zona de estudio no se registró ningún proceso morfodinámico, pese al barrido que se realizó en campo no se encontró ninguna evidencia de deslizamiento o movimientos en masa.

## 10. Recomendaciones

- Se sugiere que este trabajo sea incluido en la planificación de ordenamiento territorial de la parte noroeste del municipio de distracción.
- Se aconseja realizar un estudio similar hacia la otra parte del municipio a la misma escala de detalle.
- Se recomienda que se realice la actualización de la geología de la zona con una escala más detallada (1:25000).
- Se recomienda tener más en cuenta las vías que comunican a la zona rural montañosa con la zona urbana.

## 11. Bibliografía

- Carvajal, 2012. CARACTERIZACION DE LA METODOLOGIA GEOMORFOLOGICA ADAPTADA POR INGEOMINAS.
- CARVAJAL, J. Propuesta de estandarización de la cartografía geomorfológica en Colombia. Bogotá: Imprenta Nacional de Colombia; 2012. 83 (PA).
- FALLAS, J. Modelos digitales de elevación: Teoría, métodos de interpolación y aplicaciones. Bogotá D.C.; 2007. 86 (PA).
- GONZALEZ, C., ITURRALDE, J., PICARD, X. Geología de Venezuela y de sus cuencas petrográficas. Ediciones Foninves, Caracas. 1980.
- KELLOGG, J. N. Cenozoic tectonic history of the Sierra de Perija, Venezuela-Colombia, and adjacent basins. Geological Society of America Memoir, 162, 1984. 239-261 (PA).
- OVIEDO, J. Geomorfología Tectónica del Sistema de Fallas del Zulia en el flanco occidental del Sinclinal del Zulia, Norte de Santander –Colombia. Bogotá D. C.; Universidad Nacional de Colombia; 2015.
- NOTESTEIN, F. B., HUBMAN, C. W. & BOWLER, J. W. 1944. Geology of the Barco Concession, Republic of Colombia, South America. New York: Geological Society of America. 55:1165-1216.
- PARIS, G., Machette, M. N., Dart, R. L., & Haller K. M. Map and database of Quaternary faults and folds in Colombia and its offshore regions. USGS, USGS Open-file report 00-0284, Map at 2,500,000 scale and report, 66 pp. 2000.
- PLANCHA 20 - San Juan del Cesar. REPÚBLICA DE COLOMBIA - Departamentos de La Guajira y Cesar.
- PLANCHA 21 – Fonseca. REPÚBLICA DE COLOMBIA - Departamento de La Guajira.
- Naranjo Diaz A. M. 2019. Caracterización geológica y geomorfológica mediante imágenes aéreas y procesamiento SIG de un área aproximada de 450 hectáreas, en las Veredas Vijagual y San Cayetano del municipio de Bucaramanga.
- Acosta Torres J.D. & Trujillo Amaya D.P. 2019. Evaluación geomorfológica y temporal de procesos asociados a un ambiente fluvial, glacial y periglacial en los cuadrángulos de Oxia Palus y Hellas, Marte.

- Wuandurra Baron C. M. 2017. Caracterización geológica, hidrogeológica, geomorfológica, geotécnica y de amenazas naturales del predio Puerto La Cruz, ubicado en la Vereda Sogamoso, municipio de Girón (Santander).
- Rueda Pacheco F. 2004. Elaboración del mapa hidrogeológico del valle medio del Rio Ranchería a escala 1:25.000, entre los municipios de Fonseca y Albania, departamento de La Guajira.
- Bejarano Arias I.B. 2013. Geomorfología y análisis morfoestructural de los depósitos cuaternarios de la plancha 216-1 departamento del Vichada.
- Benavidez Gomez J.M. 2010. Módulo de apoyo a la docencia para la asignatura geomorfología del programa de geología, orientado a la implementación del modelo pedagógico basado en competencias para la educación superior y soportado en TIC'S y SIG
- SALA, María. y BATTALLAA, Ramón. Teoría y métodos en geografía física. España: Síntesis S.A., 1996.
- MEMORIA EXPLICATIVA DEL MAPA GEOMORFOLÓGICO APLICADO A MOVIMIENTOS EN MASA ESC 1:100.000 PLANCHA 208 – VILLETA. 2018.
- MEMORIA EXPLICATIVA DEL MAPA GEOMORFOLÓGICO APLICADO A MOVIMIENTOS EN MASA ESCALA 1:100.000 PLANCHA 064 – PINILLOS. 2015.
- GUÍA METODOLÓGICA PARA LA ELABORACIÓN DE MAPAS GEOMORFOLÓGICOS A ESCALA 1:100.000. 2013.
- GUTIÉRREZ, Julián. Guía teórica de geomorfología 2004.
- MUÑOZ J., Julio. Geomorfología general. Madrid, España: Síntesis S.A., 2000.
- The geological history of northwestern South America: from Pangaea to the early collision of the Caribbean Large Igneous Province (290–75 Ma). 2015