

Estudio de la amenaza por movimientos en masa aplicando el método estadístico bivariado a  
escala 1:25.000 caso de estudio: San Vicente de Chucurí, Santander.

María Alejandra Ardila Sánchez

Manuel Alejandro Jaimes Báez

Trabajo de grado para optar al título de geólogo

Director

Joaquín Andrés Valencia Ortiz

Ms. C. Geología Ambiental y Aplicada

Universidad Industrial de Santander

Facultad de Ingenierías Físico Químicas

Escuela de Geología

Bucaramanga

2019

**Dedicatorio**

*A Dios y mi nonita en el cielo*

*A mi hermosa madre por su infinito amor y a mi gran padre por su confianza*

*A mis hermanos por ser mi inspiración y ejemplo a seguir*

*A mis sobrinos Migue, Tebi, Rafa y Gabi mi fuente de alegría*

*A Raúl por su amor incondicional*

*Gracias por ser mi mayor motivación, para ustedes todos mis triunfos*

***María Alejandra***

*A mi mamá, a mi papá, a mi hermana y a Tanguito que con su apoyo fueron un pilar fundamental en mi formación y durante esta etapa de mi vida, los amo. A Paola Andrea por su compañía ayuda y comprensión. Finalmente, a mis amigos que de una u otra manera pusieron su granito de arena durante mi formación como geólogo.*

***Alejandro Jaimes***

### **Agradecimientos**

Damos nuestros más sinceros agradecimientos a nuestro tutor Joaquín Andrés; gracias Joaco por tu amistad, consejos y paciencia durante la toda la carrera. Eres una gran persona y un gran geólogo.

A nuestros compañeros Wilson Sandoval y Carlos Tavera por su apoyo y compañía durante el desarrollo de este proyecto.

A la familia de nuestra compañera María Fernando Gómez, gracias por su amabilidad durante nuestra visita a San Vicente de Chucurí.

A todos nuestros amigos, por su apoyo y palabras de aliento con los cuales compartimos la gran pasión de ser geólogos.

A la escuela de Geología de la Universidad Industrial de Santander y al semillero de Cartografía y geomorfología aplicada a amenaza geológicas.

Al Batallón de infantería No. 40 Coronel Luciano Delhuyar por el material fotográfico...

Y a todos los que de una u otra manera contribuyeron a que culminar con éxito esta gran aventura de formarnos como geólogos.

## Tabla De Contenido

|                                                                                     | <b>Pág.</b> |
|-------------------------------------------------------------------------------------|-------------|
| Introducción .....                                                                  | 17          |
| 1. Objetivos .....                                                                  | 20          |
| 1.1. Objetivo General .....                                                         | 20          |
| 1.2. Objetivos Específicos .....                                                    | 20          |
| 2. Planteamiento Del Problema.....                                                  | 21          |
| 3. Justificación .....                                                              | 22          |
| 4. Localización.....                                                                | 23          |
| 5. Marco Geológico .....                                                            | 24          |
| 5.1. Geología regional.....                                                         | 25          |
| 5.2. Estratigrafía .....                                                            | 27          |
| 5.3. Geología estructural.....                                                      | 29          |
| 6. Marco Teórico.....                                                               | 30          |
| 7. Metodología .....                                                                | 42          |
| 7.1. Antecedentes.....                                                              | 42          |
| 7.2. Generación de insumos para el análisis estadístico bivariado .....             | 46          |
| 7.2.1. Geomorfología .....                                                          | 46          |
| 7.2.2. Cobertura de la tierra.....                                                  | 59          |
| 7.2.3. Usos del suelo.....                                                          | 60          |
| 7.2.4. Geología .....                                                               | 61          |
| 7.3. Campaña de campo.....                                                          | 62          |
| 7.4. Aplicación del método estadístico bivariado por pesos de evidencia (WoE). .... | 64          |

|        |                                                           |    |
|--------|-----------------------------------------------------------|----|
| 8.     | Resultados de Susceptibilidad .....                       | 64 |
| 8.1.   | Mapa final de susceptibilidad a movimientos en masa ..... | 65 |
| 8.1.1. | Susceptibilidad Muy Baja .....                            | 66 |
| 8.1.2. | Susceptibilidad Baja.....                                 | 67 |
| 8.1.3. | Susceptibilidad Media.....                                | 68 |
| 8.1.4. | Susceptibilidad Alta .....                                | 68 |
| 8.1.5. | Susceptibilidad Muy Alta.....                             | 69 |
| 8.2.   | Validación del mapa de susceptibilidad.....               | 69 |
| 9.     | Factores Detonantes .....                                 | 71 |
| 9.1.   | Detonante lluvia.....                                     | 72 |
| 9.2.   | Detonante sismo .....                                     | 74 |
| 10.    | Amenaza por Movimientos En Masa .....                     | 76 |
| 10.1.  | Amenaza Baja.....                                         | 78 |
| 10.2.  | Amenaza Media.....                                        | 78 |
| 10.3.  | Amenaza Alta .....                                        | 79 |
| 10.4.  | Amenaza Muy Alta .....                                    | 80 |
| 11.    | Modelo alternativo de susceptibilidad y amenaza .....     | 81 |
| 12.    | Conclusiones.....                                         | 84 |
| 13.    | Recomendaciones .....                                     | 87 |
|        | Referencias Bibliográficas .....                          | 88 |
|        | Apéndices.....                                            | 97 |

## Lista De Figuras

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | <b>Pág.</b> |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------|
| <b>Figura 1.</b> Mapa de localización del área de estudio sobre el casco urbano del municipio de San Vicente de Chucurí. ....                                                                                                                                                                                                                                                                  | 24          |
| <b>Figura 2.</b> Mapa geológico y corte estructural generalizado del flanco occidental de la Cordillera Oriental, el punto rojo indica la zona de estudio. Modificado de López y Jaimes (2015). ....                                                                                                                                                                                           | 26          |
| <b>Figura 3.</b> Línea de tiempo sobre los estudios de susceptibilidad y aplicación de métodos estadísticos. ....                                                                                                                                                                                                                                                                              | 43          |
| <b>Figura 4.</b> Diagrama de flujo de la metodología para obtener el mapa de amenaza a movimientos en masa.....                                                                                                                                                                                                                                                                                | 45          |
| <b>Figura 5.</b> Mapa de Unidades Geomorfológicas a escala 1:25.000 del area de estudio. (Apéndice B).....                                                                                                                                                                                                                                                                                     | 47          |
| <b>Figura 6.</b> Mapas temáticos clasificados como variables morfométricas. a) Altura. b) Curvatura. c) Distancia a vías. d) TWI. ....                                                                                                                                                                                                                                                         | 50          |
| <b>Figura 7.</b> Mapas temáticos clasificados como variables morfométricas. e) SPI. f) Orientación. g). Pendiente. h) UGS. i) Densidad de Fracturamiento.....                                                                                                                                                                                                                                  | 52          |
| <b>Figura 8.</b> Ambientes morfogenéticos Denudacional y Fluvial. En los cuales se pueden diferenciar Lomo denudado moderado de longitud larga ( <b>Dldeml</b> ), Lomo denudado ( <b>Dlde</b> ), Cono o lóbulo de deslizamiento rotacional ( <b>Ddrt</b> ), Terraza de acumulación ( <b>Fta</b> ), Plano de inundación ( <b>Fpi</b> ) y Cauce aluvial activo ( <b>Fca</b> ). SGC (2013b). .... | 53          |
| <b>Figura 9.</b> Geomorfa de origen Estructural, Ladera estructural de espinazo ( <b>Sele</b> ) de la Formación Rosa Blanca ( <b>Kir</b> ); las líneas blancas representan el techo de un estrato de la formación Rosablanca usando la clasificación del SGC (2013b). ....                                                                                                                     | 55          |

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |    |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| <b>Figura 10.</b> Ambientes morfogenéticos Fluvial y Denudacional. En la que se encuentran geofomas de Plano o llanura de inundación ( <b>Fpi</b> ), Escarpe de terraza de acumulación ( <b>Ftae</b> ), Cauce aluvial activo ( <b>Fca</b> ), Terraza de acumulación ( <b>Fta</b> ), Escarpe de erosión mayor ( <b>Deem</b> ), Ladera ondulada muy abrupta ( <b>Dloma</b> ). SGC (2013b). ..... | 56 |
| <b>Figura 11.</b> Identificación de movimientos en masa por foto geología y digitalización del polígono. ....                                                                                                                                                                                                                                                                                  | 58 |
| <b>Figura 12.</b> Puntos donde se identificaron movimientos en masa.....                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | 58 |
| <b>Figura 13.</b> Mapa de susceptibilidad por cobertura de la tierra para el área de estudio con los pesos de evidencia.....                                                                                                                                                                                                                                                                   | 59 |
| <b>Figura 14.</b> Mapa de susceptibilidad por Uso del Suelo para el área de estudio con los pesos de evidencia. ....                                                                                                                                                                                                                                                                           | 60 |
| <b>Figura 15.</b> Mapa de las unidades litológicas a escala 1:25.000 realizado para el área de estudio. Modificado de Monroy & Sandoval (2015). (Apéndice A).....                                                                                                                                                                                                                              | 62 |
| <b>Figura 16.</b> Caída de roca y deslizamiento traslacional sobre la vía San Vicente de Chucurí-Zapatoca.....                                                                                                                                                                                                                                                                                 | 63 |
| <b>Figura 17.</b> Deslizamiento traslacional cerca de la cabecera municipal y flujo de detritos ubicado en la vereda Mérida.....                                                                                                                                                                                                                                                               | 63 |
| <b>Figura 18.</b> Deslizamiento compuesto en el sector Peña de Oro. La imagen de la derecha las líneas rojas indican surcos formados sobre un cono de deslizamiento antiguo. ....                                                                                                                                                                                                              | 64 |
| <b>Figura 19.</b> Mapa de susceptibilidad por movimientos en masa a escala 1:25.000. de la zona de estudio. (Apéndice C) .....                                                                                                                                                                                                                                                                 | 65 |
| <b>Figura 20.</b> Porcentaje en área de cada categoría de susceptibilidad. ....                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | 66 |

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |    |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| <b>Figura 21.</b> Porcentajes del área asociada a los movimientos en masa para cada categoría de susceptibilidad.....                                                                                                                                                                              | 70 |
| <b>Figura 22.</b> Curva de validación ROC con resultados altamente aceptable 0,959 AUC. ....                                                                                                                                                                                                       | 71 |
| <b>Figura 23.</b> Años con registro de datos para cada estación; 1) Palogordo. 2) La Fuente. 3) San Vicente. 4) La Laguna. 5) La Putana. 6), El Pantano. 7) El Remolino. 8) Puente La Paz. 9) Dos Bocas. El recuadro rojo indica el rango de 25 años tomado para realizar la lluvia de diseño..... | 73 |
| <b>Figura 24.</b> Mapa de Detonante Lluvia para la zona de estudio con un periodo de retorno de 50 años. ....                                                                                                                                                                                      | 74 |
| <b>Figura 25.</b> Detonante Sismo para la zona de estudio con un periodo de retorno de 475 años. ...                                                                                                                                                                                               | 76 |
| <b>Figura 26.</b> Mapa de amenaza por movimientos en masa de la zona de estudio a escala 1:25.000. (Apéndice D).....                                                                                                                                                                               | 77 |
| <b>Figura 27.</b> Porcentajes del área asociada a los movimientos en masa para cada categoría de amenaza a movimientos en masa.....                                                                                                                                                                | 77 |
| <b>Figura 28.</b> Mapa de geología. Autores Gobernación de Santander .....                                                                                                                                                                                                                         | 81 |
| <b>Figura 29.</b> Mapa de geomorfología. Gobernación de Santander .....                                                                                                                                                                                                                            | 82 |
| <b>Figura 30.</b> Mapa de Unidades Geológicas Superficiales. Gobernación de Santander.....                                                                                                                                                                                                         | 82 |
| <b>Figura 31.</b> Mapa de susceptibilidad modelo alternativo. ....                                                                                                                                                                                                                                 | 83 |
| <b>Figura 32.</b> Mapa de Amenaza modelo alternativo.....                                                                                                                                                                                                                                          | 83 |

### Lista De Tablas

#### Pág.

|                                                                                                                                |    |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| <b>Tabla 1.</b> Unidades litológicas del área de estudio. Modificado de Monroy & Sandoval (2015).                              | 28 |
| <b>Tabla 2.</b> Clasificación de movimientos en masa según Varnes (1978). .....                                                | 31 |
| <b>Tabla 3.</b> Definición de los principales movimientos en masa. Fuente United States Geological Survey [USGS] (2004). ..... | 32 |
| <b>Tabla 4.</b> Matriz de relación de los factores condicionantes y los pixeles. Modificada Van Westen, (1993). .....          | 35 |
| <b>Tabla 5.</b> Tipo de Suelo. Hermelin (1987) .....                                                                           | 52 |
| <b>Tabla 6.</b> Geoformas de ambiente morfogenético Denudacional. SGC (2013b). .....                                           | 54 |
| <b>Tabla 7.</b> Geoformas de ambiente morfogenético Estructural. SGC (2013b). .....                                            | 55 |
| <b>Tabla 8.</b> Geoformas de ambiente morfogenético Fluvial. SGC (2013b). .....                                                | 56 |
| <b>Tabla 9.</b> Numero de pixeles para cada categoría de susceptibilidad.....                                                  | 71 |
| <b>Tabla 10.</b> Estaciones pluviométricas de la zona de estudio. ....                                                         | 72 |
| <b>Tabla 11.</b> Fuentes sismogénicas corticales y de subducción. ....                                                         | 75 |

## Lista De Apéndices

|                                                                                                                                                                                          | <b>Pág.</b> |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------|
| <b>Apéndice A.</b> Mapa de las unidades litológicas a escala 1:25.000 realizado para el área de estudio. Modificado de Monroy & Sandoval (2015).....                                     | 98          |
| <b>Apéndice B.</b> Mapa de Unidades Geomorfológicas a escala 1:25.000 del área de estudio.....                                                                                           | 99          |
| <b>Apéndice C.</b> Mapa de susceptibilidad por movimientos en masa escala 1:25.000. de la zona de estudio. ....                                                                          | 100         |
| <b>Apéndice D.</b> Mapa de amenaza por movimientos en masa de la zona de estudio. ....                                                                                                   | 101         |
| <b>Apéndice E.</b> Mapa de uso del suelo a escala 1:25.000 del área de estudio.....                                                                                                      | 102         |
| <b>Apéndice F.</b> Mapa de cobertura de la tierra a escala 1:25.000 del área de estudio. ....                                                                                            | 103         |
| <b>Apéndice G.</b> <i>Mapa de susceptibilidad altura a escala 1:25.000 del área de estudio.</i> ....                                                                                     | 104         |
| <b>Apéndice H.</b> Mapa de susceptibilidad pendiente a escala 1:25.000 del área de estudio ....                                                                                          | 105         |
| <b>Apéndice I.</b> Valores de peso final para cada clasificación y factor condicionante en la elaboración del mapa de susceptibilidad por medio del análisis estadístico bivariado. .... | 106         |
| <b>Apéndice J.</b> Inventario de movimientos en masa. ....                                                                                                                               | 111         |
| <b>Apéndice K.</b> Formato de información movimientos en masa.....                                                                                                                       | 112         |

## RESUMEN

**TÍTULO:** ESTUDIO DE LA AMENAZA POR MOVIMIENTOS EN MASA APLICANDO EL MÉTODO ESTADÍSTICO BIVARIADO A ESCALA 1:25.000. CASO DE ESTUDIO: SAN VICENTE DE CHUCURÍ, SANTANDER. \*

**AUTORES:** Manuel Alejandro Jaimes Báez, María Alejandra Ardila Sánchez. \*\*

**PALABRAS CLAVES:** Pesos de evidencia, susceptibilidad, geomorfología, amenaza, San Vicente de Chucurí, SIG.

### DESCRIPCIÓN:

El trabajo de investigación se localiza en el municipio de San Vicente de Chucurí, en la zona centro del departamento de Santander y presenta un área de 90 km<sup>2</sup>. Dadas las condiciones geológicas, geomorfológicas y antrópicas del terreno, se presenta una zona propensa a movimientos en masa. Partiendo con la necesidad de una identificación precisa y objetiva que se pueda obtener frente a la zonificación de movimientos en masa, el presente trabajo tiene como objetivo generar un mapa de susceptibilidad a movimientos en masa del municipio, realizado a partir del método estadístico bivariado llamado ‘Pesos de evidencia’ (WoE) evaluando 12 atributos y variables: Geología, Geomorfología, Uso del Suelo, Cobertura de la tierra, Altura, Curvatura, Distancia a vías, Orientación, Pendiente, Índice de poder erosivo (SPI), Índice de humedad topográfica (TWI) y Unidades geológicas superficiales (UGS) considerados como condicionantes en la generación de movimientos en masa; y un mapa de amenaza a movimientos en masa realizado a partir de un análisis jerárquico (AHP), los cuales se podrán usar como un insumo para la delimitación de zonas de inestabilidad del terreno en el municipio. El método fue evaluado y validado usando la curva de éxito ROC con valores de 0.95 de área bajo la curva (AUC) altamente aceptables y un porcentaje de predicción a movimientos en masa del 93%, demostrando la fiabilidad del método aplicado. A partir del resultado de susceptibilidad y amenaza por movimientos en masa se concluyó que el casco urbano del municipio se encuentra principalmente sobre condiciones de susceptibilidad media; los rangos de amenaza alta y muy alta están ubicados en la región norte asociado principalmente a las condiciones geológicas y estructurales del terreno, lo cual puede generar problemas a la población a futuro.

---

\* Trabajo de grado

\*\* Facultad de Ingenierías Físico-Químicas. Escuela de Geología. Director: Joaquín Andrés Valencia Ortiz, Msc en geología ambiental.

**ABSTRACT**

**TITLE:** LANDSLIDE HAZARD STUDY APPLYING BIVARIATE STATISTICAL METHOD AT A SCALE 1:25.000. CASE: SAN VICENTE DE CHUCURÍ, SANTANDER. \*

**AUTHORS:** Manuel Alejandro Jaimes Báez, María Alejandra Ardila Sánchez. \*\*

**KEY WORDS:** Weight of evidence, susceptibility, geomorphology, hazard, San Vicente de Chucurí, GIS.

**DESCRIPTION:**

The project is located in San Vicente de Chucurí in the central zone of the department which covers a 90 km<sup>2</sup> area. Given the geological, geomorphological and anthropic conditions, the area is susceptible to landslides. Based on the need for a precise and objective identification that can be obtained against the zoning of landslide, this paper aims to generate a landslide susceptibility map of the town based on a bivariate statistical method called 'Weights of Evidence' (WoE), evaluated for 12 attributes and variables: Geology, Geomorphology, Land Use, Land Cover, Curvature, Distance to Roads, Orientation, Slope, Stream Power Index (SPI), Topographic Wetness Index (TWI) and Surface Geology Units (SGU) considered as conditioning factors to the generation of landslide; and a landslide hazard map where it was done by an Analytical Hierarchy Process (AHP), which can be used as an input for the delimitation of zones of instability of the municipality's ground. The method was evaluated and validated from the diagnostics ROC equals 0.959 and a percentage of prediction equals 93% indicating the reliability of the method. Based on the susceptibility determined the landslides susceptibility and hazard ranges. Where the urban settlement shows moderate susceptibility conditions; the high and very high landslide hazard conditions are located in the north and northeast of the study area associated to the geological and structural ground conditions.

---

\* Bachelor's thesis

\*\* Facultad de Ingenierías Físico-Químicas. Escuela de Geología. Director: Joaquín Andrés Valencia Ortíz, Msc en geología ambiental.

## Introducción

A lo largo del tiempo geológico la tierra ha estado expuesta a amenazas naturales que se pueden definir como todos los fenómenos climáticos, hidrológicos y geológicos, entre otros que, por su ubicación, severidad y frecuencia, tienen el potencial de afectar adversamente al ser humano, a sus estructuras y a sus actividades (Organización de los Estados Americanos [OEA], 1991). Cuando estas amenazas interactúan entre sí sobre una población vulnerable se convierten en desastres naturales que pueden significar daños económicos, sociales, deterioro del medio ambiente e incluso pérdida de vidas humanas.

Una de las principales amenazas naturales son los movimientos en masa que incluyen todos aquellos movimientos ladera abajo de una masa de roca, de detritos o de tierra por efectos de la gravedad (Servicio Geológico Colombiano [SGG], 2017a). En relación con otras amenazas, los deslizamientos de tierra y movimientos en masa representan “El 4.9% de todos los desastres naturales y el 1.3% de todas las muertes por desastres naturales entre 1990 y 2015 en el mundo” (Froude & Petly, 2018. P.2). Las zonas montañosas tropicales son los escenarios más susceptibles para sufrir amenazas naturales de este tipo, debido a que, generalmente se reúnen cuatro de los elementos más importantes para su ocurrencia tales como son, la topografía, sismicidad, meteorización y lluvias intensas (Suarez Diaz, 1998).

Hablando en el contexto geológico colombiano, dada la interacción de la Placa Sudamericana, la Placa de Nazca y la Placa del Caribe, el territorio se caracteriza por la presencia de cadenas montañosas activas y algunas jóvenes, que favorecen los movimientos en masa, potenciados por lluvias intensas, pendientes fuertes, materiales fracturados y meteorizados y en muchas ocasiones por el uso inadecuado del territorio (SGC, 2017b).

Debido a todos los impactos que han generado los desastres por movimientos en masa se ha incrementado el interés de los entes gubernamentales y no gubernamentales hacia las líneas de investigación que buscan reducir al máximo los daños que pueden ocasionar estos fenómenos, entre esas, la creación de muchas metodologías y estrategias para el riesgo ante estas amenazas. Dependiendo de la escala o resolución de la zonificación, existen varios métodos de análisis como: Heurísticos, Determinísticos y Estadísticos, que han ayudado a implementar estrategias de prevención a las amenazas naturales de este tipo.

Los primeros estudios realizados en el ámbito de susceptibilidad por movimientos en masa utilizando métodos estadísticos y el uso de **Sistemas de Información Geográficas (SIG)** aparecen a finales de los años setenta y principios de los ochenta, con importantes trabajos como el de Carrara *et al.*, (1977) en Italia y Brabb *et al.*, (1978) en Estados Unidos. Los métodos estadísticos generalmente se consideran los más apropiados para el mapeo de susceptibilidad a movimientos en masa a escalas regionales, porque son objetivos, reproducibles y fáciles de actualizar (Van Westen 1997; Van Westen *et al.*, 2006). Entre los métodos de análisis estadísticos se destacan la Regresión Logística Multivariada, el Análisis Bivariado, el Análisis Discriminante y las **Redes Neuronales Artificiales (RNA)**.

El presente trabajo de investigación realiza la zonificación de la amenaza a movimientos en masa sobre el casco urbano y zonas aledañas del municipio de San Vicente de Chuchurí en el departamento de Santander, cubriendo un área total de 90 km<sup>2</sup>. El análisis de susceptibilidad a partir de factores condicionantes como la Geomorfología, Geología, **Unidades Geológicas Superficiales (UGS)**, Uso de la tierra y Cobertura del Suelo, se realizó usando un Sistema de Información Geográfica (SIG) sumado al análisis del método estadístico bivariado por pesos de evidencia “**Weight of Evidence**” (**WoE**), que evalúa patrones de asociación entre los factores

condicionantes y las áreas inestables mediante sus pesos (SGC, 2017a). Los factores detonantes considerados para la amenaza son la precipitación evaluada por medio de valores máximos de Gumbel en un periodo de retorno de 50 años y la sismicidad regional analizada para las principales fuentes sismogénicas y registros históricos en el departamento de Santander; los cuales fueron procesados en el programa CRISIS 2015 en un periodo de retorno de 475 años. Los resultados, mostrados en una cartografía a escala 1:25.000 identifican las zonas propicias a generar movimientos en masa, contribuyendo al estudio ambiental dentro del **Plan Básico de Ordenamiento Territorial (PBOT)** siendo un instrumento para la toma de decisiones ante eventos de esta naturaleza en el municipio.

## **1. Objetivos**

### **1.1. Objetivo General**

Identificar las zonas de susceptibilidad y amenaza a movimientos en masa incluyendo el condicionante sísmico y de precipitación para el municipio de San Vicente de Chucurí, Santander mediante la aplicación del método estadístico bivariado.

### **1.2. Objetivos Específicos**

- Realizar la cartografía a escala 1:25.000 de la Geomorfología, Uso de Suelo, Cobertura de la Tierra, mediante la construcción por un Sistemas de Información Geográfica (SIG) y campaña de campo.
- Caracterizar y analizar las unidades morfodinámicas, morfogenéticas y morfométricas del casco urbano y área rural de San Vicente de Chucurí, Santander.
- Integración de variables para el análisis y creación del mapa de susceptibilidad a movimiento en masa a escala 1:25.000 a partir del método bivariado.
- Elaborar el mapa de detonante lluvia a partir de registro histórico a escala 1:25.000.
- Elaborar el mapa de detonante sismo a partir de registro histórico y fuentes sismogénicas a escala 1:25.000.
- Generar el mapa de amenaza a movimientos en masa a escala 1:25.000 integrando los mapas de susceptibilidad, detonante lluvia y detonante sismo.
- Zonificar la amenaza a movimientos en masa para la región de San Vicente de Chucurí.

## 2. Planteamiento Del Problema

Según la base de datos DesInventar durante el periodo de 1970 a 2011 los movimientos en masa provocaron el 10% de las casas destruidas y el 36% de las muertes causadas por desastres naturales en Colombia (Banco Mundial Colombia, 2012). Estas cifras también se ven reflejadas en los datos proporcionados por el Banco Mundial Colombia (2012) donde “El 18% del territorio nacional se encuentra localizado en zonas de amenaza muy alta y alta por movimientos en masa, principalmente en los departamentos de la región Andina que tienen gran porcentaje de su área expuesta a este fenómeno”. Entre estas zonas se localiza Santander, que según el estudio de “Las amenazas por movimientos en masa de Colombia, una visión a escala 1:100.000.” en el departamento existen cerca de 1029 casos de movimientos en masa reportados, además el 74% del territorio santandereano está bajo la clasificación de amenaza media, principalmente en los municipios de la franja occidental que hacen parte del valle medio del Magdalena. (SGC, 2017b)

Concretamente en el municipio de San Vicente de Chucurí se han presentado aproximadamente 53 movimientos en masa de tipo caída de roca, flujo de detritos, y principalmente deslizamientos desde 1966 de acuerdo a los registros del Sistema de Información de Movimientos en Masa (SIMMA). Uno de los episodios más trágicos, se presentó el 17 de mayo del 2011 en el cual, un deslizamiento obstruyó el cauce de la quebrada Las Cruces provocando una avenida torrencial y ocasionando la pérdida de 12 vidas humanas y cuantiosos daños materiales en el municipio (Suarez, 2011). Además, de las considerables pérdidas económicas que se registran producto de los múltiples deslizamientos sobre las vías que comunican al municipio con Barrancabermeja y Bucaramanga que se generaron durante la temporada invernal del año 2017 (Arias, 2017; RCN Radio, 2017).

A partir de estas cifras y considerando que los últimos aportes realizados al estudio de amenaza a movimientos en masa en el municipio de San Vicente de Chucurí son del año 2016 (Municipio de San Vicente de Chucurí, 2016), se ve la necesidad de realizar el estudio de la susceptibilidad por movimientos en masa para la zona por medio del análisis estadístico bivariado de pesos de evidencia (WoE) que posteriormente sumado a los factores detonantes (lluvia y sismo) se clasifican las zonas de amenaza a movimientos en masa en el municipio de San Vicente de Chucurí.

### **3. Justificación**

El municipio de San Vicente de Chucurí se encuentra dentro de los municipios en Colombia con la mayor cantidad de población expuesta a amenaza alta y muy alta a sufrir movimientos en masa (Banco Mundial Colombia, 2012). Estos fenómenos se observan en las zonas de ladera del municipio, y son favorecidos principalmente por acciones antrópicas como la deforestación y los asentamientos en zonas de alta pendiente y zonas ribereñas sobre suelos inestables que rompen el equilibrio entre el material, la vegetación, las dinámicas hídricas y el viento, ocasionando la desestabilización de taludes y la pérdida suelo, ya sea por erosión fluvial, deslizamientos o derrumbes (Municipio de San Vicente de Chucurí, 2012). Dicho esto, y en conjunto con algunos vacíos, como la inexistencia de un trabajo de amenaza a movimientos en masa a escala apropiada sobre el municipio y algunas fallas en los procesos de prevención e información del riesgo, hacen que las amenazas naturales intensifiquen su potencial destructivo sobre el municipio y sus habitantes.

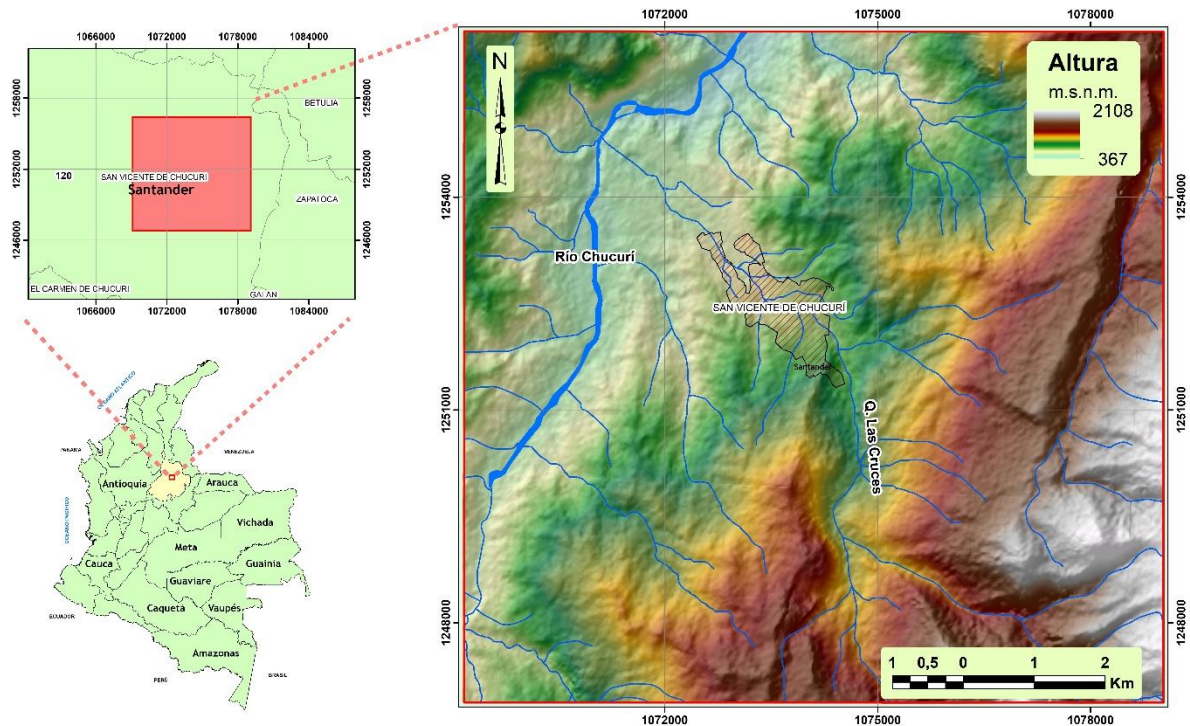
Por lo tanto, se plantea la importancia de realizar la susceptibilidad a movimientos en masa a escala 1:25.000 aplicando el método estadístico bivariado, el cual según Van Westen *et al.*, (2013) “Es una buena herramienta para determinar qué factores o combinación de factores desempeñan un papel en el inicio de los movimientos” y posteriormente realizar la amenaza y zonificación de la amenaza sobre el municipio de San Vicente de Chucurí, municipio que también se encuentra en fase de actualización de su Plan Básico de Ordenamiento Territorial (PBOT), lo que significa una oportunidad propicia para contribuir con recomendaciones y medidas adecuadas a la prevención y mitigación del riesgo a movimientos en masa.

#### 4. Localización

El área de estudio (Figura 1) se encuentra ubicado en el Centro-Occidente del departamento de Santander sobre el casco urbano del municipio de San Vicente de Chucurí y sus zonas aledañas. Presenta un área total de 90 km<sup>2</sup> y anexa a las planchas topográfica a escala 1:25.000 del Instituto Geográfico Agustín Codazzi (IGAC) número 120-III-A, 120-III-B, 120-III-C y 120-III-D y la plancha geológica 120 Bucaramanga escala 1:100.000 del Servicio Geológico Colombiano (SGC).

Según el DANE, San Vicente de Chucurí cuenta con 34,881 habitantes en el 2017, de los cuales 13,779 (40%) reside en la cabecera municipal y 21.102 (60%) de los habitantes en las zonas rurales. El municipio se ubica en la provincia de Yariguíes, a una distancia de 85 kilómetros de la ciudad de Bucaramanga, capital del departamento de Santander. Posee un área total de 1,195 Km<sup>2</sup>, en donde el 2% corresponden al casco urbano del municipio, conformado por 31 barrios que es

atravesado por la quebrada las Cruces en sentido Este-Oeste y rodeado por el río Chucurí en sentido Sur-Norte (Municipio de San Vicente de Chucurí, 2016).



**Figura 1.** Mapa de localización del área de estudio sobre el casco urbano del municipio de San Vicente de Chucurí.

## 5. Marco Geológico

La teoría de los terrenos en Colombia habla sobre el aloctonismo o suma de distintos cuerpos geológicos producto de la interacción de esfuerzos tectónicos originados por la colisión de las placas Sudamericana, del Caribe, de Nazca y la influencia del bloque Panamá-Baudó acrecionando estos terrenos a un terreno autóctono correspondiente al Escudo de la Guayana (Toussaint & Restrepo, 1988). Esta configuración geológica ha controlado diversos eventos tectónicos y sedimentarios desde el proterozoico hasta la actualidad. El basamento de la Cordillera Central y la Cordillera Oriental está compuesto por rocas plutónicas y metamórficas de alto grado provenientes

del Proterozoico y Paleozoico (Gómez, *et al.*, 2005) que posteriormente fueron cubiertas por sedimentos marinos del Paleozoico superior (Caballero, Parra & Mora, 2010). Durante el evento de rifting continental en el Mesozoico se produce la acumulación de sedimentos en la cuenca limitada por fallas normales junto con un volcanismo explosivo que se extendió desde el Jurásico temprano hasta el Jurásico medio. El aumento en la subsidencia asociada al rifting y un rápido ascenso del nivel del mar durante el Cretácico temprano produjo la acumulación de megasecuencias de rocas marinas principalmente lodolitas, calizas y arenitas sobre las subcuencas de Bogotá al sur, Tablazo al noroeste y Cocuy al noreste de lo que hoy es la Cordillera Oriental (Caballero, Parra & Mora, 2010) y en donde aún se preservan muchas de estas unidades cretácicas. El levantamiento por inversión tectónica de la Cordillera Oriental a partir del Eoceno tardío (Caballero, Parra & Mora, 2010) y la reactivación de fallas normales de las antiguas cuencas extensionales del Jurásico superior y Cretácico (Mora *et al.*, 2006) produjeron la depositación de unidades fluviales y fluvio-deltaicas y fueron junto con las unidades erosionadas del Cretácico la fuente de proveniencia de las unidades del Paleógeno y Neógeno en la cuenca del Valle Medio del Magdalena (Caballero, Parra & Mora, 2010).

### **5.1. Geología regional**

El área de estudio se localiza en el flanco occidental de la Cordillera Oriental sobre una estructura llamada el Anticlinal de Los Cobardes (Figura 2). Clavijo & Royero (2001) describen el anticlinal como una estructura con una longitud aproximada de 80 km, ligeramente asimétrica, con su flanco oriental más inclinado que el occidental y cuyo eje presenta una dirección aproximada N10°E; cabecea hacia el sur con cierre periclinal, mientras hacia el nororiente es truncado por la Falla Bucaramanga-Santa Marta. El Anticlinal de Los Cobardes posee en su núcleo

The figure consists of two panels. The top panel is a geological map of the study area, showing various geological units (Fm. Simón, Fm. Tumbazo, Fm. Paja, Fm. Rosablanca, Fm. Los Santos, Fm. Glori, Fm. Megrana, Fm. Esmeraldas, Fm. La Paz, Fm. Lizana, Fm. Umir, Fm. Real, Fm. Colorado) and structural features (Falla inversa, Falla de rumbo, Falla cohorte, Contacto, Área de Campo Escuela Colorado). The bottom panel is a cross-section A-A' showing the same geological units and structural features in a 3D perspective view, with a scale bar from 0 to 5 km.

**Figura 2.** Mapa geológico y corte estructural generalizado del flanco occidental de la Cordillera Oriental, el punto rojo indica la zona de estudio. Modificado de López y Jaimes (2015).

## 5.2. Estratigrafía

El marco estratigráfico está basado en el estudio de Monroy & Sandoval (2015) con una descripción de las rocas aflorantes en el área de estudio, así como de otros autores como Clavijo y Royero (2001). La secuencia estratigráfica del área involucra rocas con edades que van desde el Mesozoico hasta el Cenozoico depositadas en una cuenca que evoluciona a través del tiempo hasta formar parte de lo que hoy es el flanco occidental de la Cordillera Oriental.

Las unidades estratigráficas aflorantes en la zona comienzan con la Formación Los Santos (**Kita**) depositada en el Berriasiano del Cretácico inferior, la cual está constituida mayoritariamente por areniscas depositadas en un ambiente de tipo fluvial. Durante el intervalo del Valanginiano al Hauteriviano se depositó la Formación Rosa Blanca (**Kir**) en un ambiente somero de plataforma calcárea. Posteriormente durante el Hauteriviano hasta el Aptiano se acumuló en un ambiente de plataforma marina la Formación Paja (**Kip**). La Formación Tablazo (**Kit**) fue depositada durante el Albiano superior en un ambiente nerítico poco profundo y representa potentes bancos de calizas. Posterior a la depositación de la Formación Tablazo ocurre la acumulación de sedimentos de la Formación Simití (**Kis**) la cual se depositó en un ambiente de aguas intermedias a profundas durante el Albiano y el Cenomaniano superior. La Formación La Luna (**Kls**) fue depositada en un ambiente marino de aguas relativamente poco profundas durante el intervalo de tiempo compuesto por el Turoniano y Santoniano (Clavijo y Royero, 2001). Los depósitos Cuaternarios están compuestos por Depósitos Coluviales (**Qc**), Depósitos Aluviales (**Qal**) y Depósitos de Terraza Aluvial (**Qtf**). A continuación, se presenta la descripción litológica de las unidades aflorantes en la zona de estudio (Tabla 1).

**Tabla 1.***Unidades litológicas del área de estudio. Modificado de Monroy & Sandoval (2015).*

| <i>Era</i>       | <i>Período</i>            | <i>Unidad Litológica</i>           | <i>Descripción litológica</i>                                                                                                                                                                                                                                                           |
|------------------|---------------------------|------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Cenozoico</b> | <b>Cuaternario</b>        | <b>Terraza Aluvial (Qtf)</b>       | Depósitos de sedimentos arenosos, limosos y calcáreos, representa acumulación de sedimentos de corrientes antiguas que marcaron un nivel más elevado de depósito.                                                                                                                       |
|                  |                           | <b>Deposito Coluvial (Qd)</b>      | Bloques irregulares y angulares de arenitas de grano medio grueso y conglomeráticas, calizas y fragmentos de limolitas y shales embebidos dentro de matriz limoarenosa, dispuestos sobre la pendiente del terreno.                                                                      |
|                  |                           | <b>Deposito Aluvial (Qal)</b>      | Acumulaciones de material detrítico conformado por cantos rodados y gravas de arenitas, conglomerados, limolitas, calizas y chert transportados por las corrientes de aguas superficiales que se encuentran dispuestos a lo largo de los cauces.                                        |
| <b>Mesozoico</b> | <b>Cretácico Superior</b> | <b>Formación Luna (Ksl)</b>        | Unidad compuesta por lodolitas calcáreas y bancos de calizas donde se presenta grandes concreciones y nódulos discoidales, biomicríticos, capas delgadas de chert y rocas fosfóricas en la parte alta de la secuencia. Las calizas contienen amonitas, foraminíferos y restos de peces. |
|                  | <b>Cretácico Inferior</b> | <b>Formación Simití (Kis)</b>      | Capas delgadas a muy gruesas de lodolitas calcáreas de color gris oscuro, laminadas, intercaladas con capas de arenitas y bancos de caliza, presentan estratificación plano paralela continua; con alto contenido de concreciones calcáreas.                                            |
|                  |                           | <b>Formación Tablazo (Kit)</b>     | Bancos de caliza con pasta de color gris a amarillo, capas de arenitas amarillas a verdosas y capas delgadas de arcillolitas grises oscuras interestratificadas.                                                                                                                        |
|                  |                           | <b>Formación Paja (Kip)</b>        | Lodolitas de color gris a negro y arcillolitas de colores grises oscuros a azulosos, fosilíferos, con intercalaciones delgadas de arenita arcillosa de color gris amarillento, concreciones limolíticas; calizas grises, localmente arenosas y fosilíferas.                             |
|                  |                           | <b>Formación Rosa Blanca (Kir)</b> | Bancos de caliza, biomicríticas, de color gris oscuro a pardo; de consistencia dura, dentro de los cuales se hallan intercalaciones de limolita negra silíceas en capas delgadas intercaladas con arenita de grano muy fino en capas delgadas y medias.                                 |
|                  |                           | <b>Formación Los Santos (Kita)</b> | Arenitas conglomeráticas, lodolitas de color rojo grisáceas y cuarzo arenita gris amarillenta con estratificación cruzada en capas tabulares de espesores variables.                                                                                                                    |

### 5.3. Geología estructural

Las estructuras geológicas y sistema de fallamiento que se presentan en la parte occidental del departamento de Santander, son el resultado de una tectónica dinámica compresiva desarrollada producto del levantamiento de la cordillera Oriental, generando un sistema de fallas de cabalgamiento con dirección Norte-Noroeste y vergencia hacia el Oriente (Monroy & Sandoval, 2015). Las fallas descritas están basadas en el trabajo de Monroy & Sandoval (2015) y Royero & Clavijo. (2001).

**Falla San Vicente:** Con este nombre se conoce la Falla inversa que pasa por el límite noreste del municipio de San Vicente de Chucurí. Su plano tiene rumbo N16°E y buzamiento 51°SE. Se extiende en una distancia de 19 kilómetros, desde el sector sureste de dicho municipio hasta la parte norte en jurisdicción del municipio de Betulia, donde queda oculta por el embalse de la represa de Hidrosogamoso. Levantó las rocas de la Formación Paja y las puso en contacto con las rocas de la Formación Simití.

**Falla El Medio:** Se denomina así a la falla que sigue el trazo de la quebrada El Medio. Es una falla inversa, de alto ángulo, de vergencia Oeste y rumbo Norte-Noreste que afecta rocas de edad Jurásica poniendo en contacto la Formación Los Santos al Este con las Formaciones Tablazo al Norte y Paja más hacia el Sur. Es una falla de retrocabalgamiento derivada de la Falla San Vicente y junto con esta, hacen parte del límite Este del Anticlinal de los Cobardes.

**Falla Barro Amarillo:** Es una falla inversa cuyo plano tiene rumbo N9°E y se inclina 68°SE. Su nombre se debe a la vereda Barro Amarillo del municipio de San Vicente de Chucurí. Levanta las formaciones Simití y La Luna; colocando en contacto las rocas de la parte superior de ésta última formación con las rocas de la parte media de la Formación Umir. En el sector norte del área controla el curso del Río Chucurí.

**Falla Cantarranas:** Su plano se orienta en dirección N24°E y se inclina 76°SE. Es una falla inversa que al igual que la anterior, levanta las rocas de la parte superior de la Formación La Luna y las pone en contacto con las rocas de la parte media de la Formación Umir. Se llama así porque pasa por la vereda del mismo nombre en el municipio de San Vicente de Chucurí. Esta falla también limita al oriente el anticlinal Barro Amarillo; su plano intercepta a la falla Barro Amarillo en el Río Chucurí, cerca de la desembocadura de la quebrada Las Cruces.

**Falla primavera:** Se denomina así a la falla de rumbo que pasa por la vereda La Primavera en el extremo suroeste del área de estudio. Establece el límite entre las Formaciones Rosa Blanca y Paja. Su plano controla el curso de la quebrada Primavera e intercepta a la falla Barro Amarillo.

**Falla Circasia:** Esta falla de rumbo se localiza en el sector La Circasia de la vereda Santa Inés, Su plano tiene orientación SE – NW; se extiende hasta la traza de la falla San Vicente y trunca las rocas de la Formación Tablazo; se reconoce en el terreno por las ondulaciones y hundimientos de la vía San Vicente de Chucurí – Lisboa.

## 6. Marco Teórico

A continuación, se mencionan las principales definiciones y conceptos de algunos de los términos utilizados en este trabajo de investigación, como los movimientos en masa, su clasificación y significado de susceptibilidad, amenaza y detonantes de la amenaza; además los conceptos matemáticos más importantes del método estadístico bivariado utilizado en la metodología del presente trabajo, con el fin de tener una mejor comprensión de los resultados obtenidos.

A lo largo de los años se han desarrollado numerosas investigaciones sobre movimientos en masa con el fin de proporcionar una definición y clasificación más clara de estos eventos en áreas

como la ingeniería, la hidrogeología o la geomorfología, entre otras. Una de las primeras definiciones describe a los movimientos en masa como “Movimiento de materiales en pendiente que se producen bajo la influencia de la gravedad, pero sin la ayuda de un medio de transporte como agua, aire, hielo o nieve” (Penck, 1894). Aunque los conceptos más recientes demuestran la influencia de estos factores durante alguna etapa de desarrollo de los movimientos en masa (Goudie, 2004). Cruden (1991) describe el término como “Todos aquellos movimientos ladera abajo de una masa de roca, de detritos o de tierras por efecto de la gravedad”. Existen varias clasificaciones para los movimientos en masa basadas en criterios como los tipos de materiales, los mecanismos de movimientos, el grado de deformación del material, morfología del material, las propiedades geotécnicas, y el grado de saturación (Minería, 2007). Un buen ejemplo de una clasificación general para movimientos en masa es el desarrollado por Varnes (1978), el cual emplea como criterio principal el tipo de movimiento y el tipo de material, clasificando de esta manera los movimientos en caída, volcamiento, deslizamiento, propagación lateral, flujo y un sexto grupo que representa movimientos complejos, como se explica en la Tabla 2 y

Tabla 3. La clasificación realizada por Varnes (1978), ha ganado amplia aceptación y fue la clasificación más citada en la revista *Geomorphology* entre 1994 y 2005 (Doley & Julian, 2005).

**Tabla 2.**

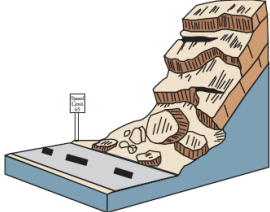
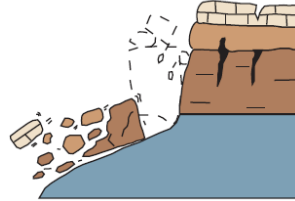
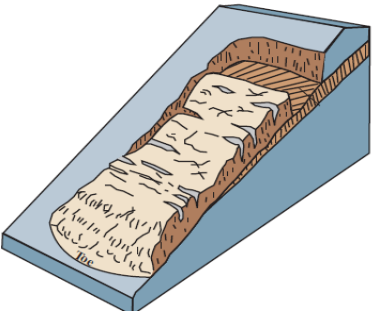
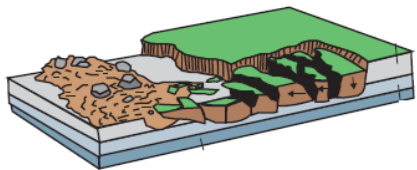
*Clasificación de movimientos en masa según Varnes (1978).*

| Tipo de movimiento  |              | Tipo de material       |                            |                        |
|---------------------|--------------|------------------------|----------------------------|------------------------|
|                     |              | Rocas                  | Suelos                     |                        |
|                     |              |                        | Grueso                     | Fino                   |
| Caída               |              | Caída de rocas         | Caída de escombros         | Caída de suelo         |
| Volcamiento         |              | Volcamiento de rocas   | Volcamiento de escombros   | Volcamiento de suelo   |
| Deslizamiento       | Traslacional | Deslizamiento de rocas | Deslizamiento de escombros | Deslizamiento de suelo |
|                     | Rotacional   |                        |                            |                        |
| Propagación lateral |              | Propagación de rocas   | Propagación de escombros   | Propagación de suelo   |

| Flujos                       | Flujos de rocas                      | Flujos de escombros | Flujo de suelo     |
|------------------------------|--------------------------------------|---------------------|--------------------|
|                              |                                      |                     | Reptación de suelo |
| <b>Movimientos complejos</b> | Combinación de dos o más movimientos |                     |                    |

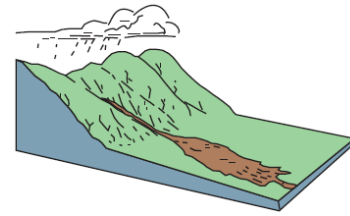
**Tabla 3.**

*Definición de los principales movimientos en masa. Fuente United States Geological Survey [USGS] (2004).*

| Tipo de movimiento  | Definición                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | Ilustración                                                                           |
|---------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|
| Caída               | Movimientos abruptos de material geológico como rocas o cantos que se desprenden de pendientes muy empinadas o acantilados. Este desprendimiento ocurre a lo largo de discontinuidades tales como fracturas o planos de separación de capas y el movimiento ocurre en caída libre o por rodamiento. Las caídas están fuertemente influenciadas por la gravedad, la meteorización mecánica y la presencia de agua intersticial. |    |
| Volcamiento         | Ocurren en un movimiento de rotación hacia delante de una o varias unidades de masa sobre un punto de pivote por acción de la gravedad y fuerzas ejercidas por unidades de rocas adyacentes o agua intersticial.                                                                                                                                                                                                               |   |
| Deslizamiento       | Movimientos en masa donde existe un plano de debilidad que separa el material que se desliza del material que se encuentra estable y fijo en la pendiente. Existen dos tipos de deslizamientos: Rotacionales donde la superficie de ruptura es cóncava y el movimiento es rotativo y traslacionales (donde el material se desliza a lo largo de una superficie plana con un ligero componente rotacional).                     |  |
| Propagación lateral | Ocurren en terrenos planos o de relieve bajo y el movimiento se encuentra acompañado de cizalla. La ruptura ocurre por procesos de licuefacción y desencadenado por movimientos rápidos del suelo como los experimentados durante un terremoto, pero también pueden ser inducidos artificialmente.                                                                                                                             |   |

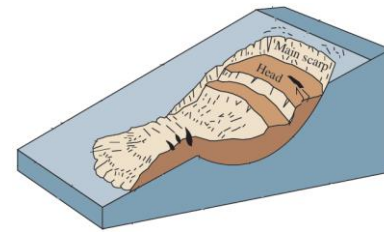
## Flujos

Ocurren por acción de la gravedad donde el material en movimiento se encuentra acompañado e influenciado por la acción de agentes como agua, aire, materia orgánica y suelo sin consolidar. Pueden diferenciarse varios tipos de flujos ya sea por el material de transporte o por la velocidad de su movimiento.



## Complejos

La mayoría de las veces, los movimientos de pendiente implican una combinación de uno o más de los principales tipos de movimiento descritos anteriormente, ya sea dentro de varias partes de la masa en movimiento o en diferentes etapas en el desarrollo de los movimientos. Estos se denominan movimientos de pendiente complejos.



El impacto que generan los movimientos en masa sobre poblaciones e infraestructura ha despertado la necesidad de evaluar la **susceptibilidad** la cual es definida por el SGC (2017a) como “Una medida cualitativa o cuantitativa de la magnitud y distribución espacial de movimientos en masa existentes o que potencialmente pueden ocurrir en un área. Su determinación se basa solamente en el análisis de factores intrínsecos o condicionantes y puede también incluir una descripción de la velocidad e intensidad de los movimientos en masa existentes o potenciales”.

Como ya se mencionó la susceptibilidad no implica la probabilidad temporal de ocurrencia, si no más apropiadamente su probabilidad espacial y se determina a partir del análisis estadístico entre los eventos históricos y los factores condicionantes. Los análisis estadísticos para la evaluación de susceptibilidad se popularizaron como resultado del desarrollo de los SIG y ayudaron a superar las limitaciones de subjetividad en la evaluación heurística de los expertos.

El método estadístico que se emplea para la evaluación de susceptibilidad en la zona es el **análisis estadístico bivariado**. Este análisis se basa en el teorema bayesiano que indica la probabilidad de que un evento **A** haya ocurrido debido a que ocurrió un evento **B**. Para susceptibilidad el método bivariado evalúa la relación entre el espacio, la distribución de las zonas

afectadas por movimientos en masa y la distribución de los factores condicionantes que causan los movimientos (Chen *et al.*, 2016); por medio de los “*pesos de evidencia (WoE)*” los cuales se obtienen a partir de la combinación de las densidades de ocurrencia de estos movimientos en masa y los mapas de cada uno de los factores condicionantes asociados a los movimientos (Van Westen, 1994).

El análisis estadístico bivariado utilizando los pesos de evidencia originalmente fue desarrollado para la búsqueda de mineralizaciones de oro, extendiéndose a través de los años en el campo de la evaluación de riesgo por movimientos en masa en trabajos como Bonham-Carter, Agterberg & Wright (1988) y Van Westen (1993). Según el desarrollo matemático en Bonham (1994) y modificada en SGC (2017a) para un determinado número de celdas  $n$  que contienen ocurrencias del fenómeno  $L$ , la probabilidad previa de ocurrencia  $P(L)$  sobre el número total de celdas o superficie total de estudio se expresa de la siguiente forma (Eq.1).

$$P(L) = \frac{n(L)}{q} = \frac{P}{q} \quad (1)$$

Donde  $n$  representa el número de veces que se repite  $L$ ; si  $w_i$  representa un factor condicionante donde se tienen clases de  $i = 1 \dots m$  (Eq.2).

$$P(L|w_i) = \frac{p(w_i \cap L)}{p(w_i)} \quad (2)$$

Si se expresa la Eq.2 en función de las proporciones se obtiene la Eq.3 y la Eq.4 en lugar de la probabilidad, se obtiene:

$$O(L) = \frac{P(L)}{P(L)} = \frac{p(L)}{1-P(L)} = \frac{p}{q-p} \quad (3)$$

$$O(L|wi) = \frac{p(L|wi)}{p(L|wi)} \quad (4)$$

Por tanto, se denomina “Pesos de evidencia” a las Eq.5 y la Eq.6.

$$Wi^+ = Ln \frac{p(wi|L)}{p(wi|\bar{L})} \quad (5)$$

$$Wi^- = Ln \frac{p(\bar{wi}|L)}{p(\bar{wi}|\bar{L})} \quad (6)$$

Van Westen (1993) plantea que en términos de píxeles el área  $q$  está compuesta por un número total de píxeles según la Eq.7.

$$N = Npix1 + Npix2 + Npix3 + Npix4 \quad (7)$$

Y los pesos de evidencia también expresados en término de píxeles según la Eq.8 y la Eq.9.

$$Wi^+ = Ln \frac{\frac{Npix1}{Npix1+Npix2}}{\frac{Npix3}{Npix3+Npix4}} \quad (8)$$

$$Wi^- = Ln \frac{\frac{Npix2}{Npix1+Npix2}}{\frac{Npix4}{Npix3+Npix4}} \quad (9)$$

**Tabla 4.**

*Matriz de relación de los factores condicionantes y los píxeles. Modificada Van Westen, (1993).*

| <i>Movimientos</i> | <i>Condicionantes</i> | <i>Presente</i> | <i>Ausente</i> |
|--------------------|-----------------------|-----------------|----------------|
|                    |                       |                 |                |
| <i>Presente</i>    |                       | Npix1           | Npix2          |
| <i>Ausente</i>     |                       | Npix3           | Npix4          |

Según SGC (2017a) la relación de lo anterior se puede interpretar de la siguiente manera:

- ***Npix1*** = Hay presencia del factor condicionante (*Npix3*) en el deslizamiento (*Npix2*).  
Lo cual es indicativo de una muy alta significancia de ese factor en el deslizamiento.
- ***Npix2*** = No hay presencia del factor condicionante (*Npix3*) en el deslizamiento (*Npix2*).  
Lo cual es indicativo de una significancia alta por efecto de la presencia del deslizamiento.
- ***Npix3*** = Factor condicionante. Lo cual es indicativo de una significancia media por efector del factor que alguna vez contribuyo al deslizamiento.
- ***Npix4*** = No hay deslizamiento ni factor condicionante. Lo cual es indicativo de una significancia baja.

Los métodos estadísticos bivariados son una buena herramienta para determinar qué factores o combinación de factores desempeñan un papel en el inicio de los movimientos (Van Westen *et al.*, 2013). Así pues, en el caso de obtener pesos positivos, el valor  $W^+$  indica que tan importante es la presencia del factor para favorecer los movimientos en masa (Van Westen, 2002).

$$W^+ \begin{cases} W^+ > 0, \text{ La presencia del factor contribuye a la presencia del movimiento} \\ W^+ = 0, \text{ El factor no es relevante en la generación del movimiento} \\ W^+ < 0, \text{ La presencia del factor contribuye a la ausencia del movimiento} \end{cases}$$

En el caso de obtener pesos negativos, el valor  $W^-$  indica que tan importante es la ausencia del factor para favorecer los movimientos en masa (Van Westen, 2002).

$$W^- \begin{cases} W^- > 0, \text{ La ausencia del factor contribuye a la presencia del movimiento} \\ W^- = 0, \text{ El factor no es relevante en la generación del movimiento} \\ W^- < 0, \text{ La ausencia del factor contribuye a la ausencia del movimiento} \end{cases}$$

De acuerdo con Van Westen *et al.*, (2013) para lograr un análisis estadístico efectivo es necesario un buen número de zonas inestables relacionadas con varios tipos de movimientos en masa y en lo posible con una información de edad con la más alta fiabilidad posible.

Para escala 1:25.000 es recomendado la combinación del método estadístico junto con el enfoque ponderado basado en criterio experto, dándole una característica de método híbrido. Los mapas de susceptibilidad contienen entonces información sobre el tipo de movimientos que pueden ocurrir y sobre su probabilidad espacial de ocurrencia en términos de identificar las áreas de inicio más probables basadas en una combinación de factores condicionantes (Van Westen *et al.*, 2013). La clasificación cualitativa de la susceptibilidad en este proyecto de investigación se realiza en las categorías de Muy Baja, Baja, Media, Alta y Muy Alta siguiendo las consideraciones de (Castellanos & Van Westen, 2001).

Cuando se realiza un análisis de susceptibilidad, es posible seguir con una fase superior que es la generación de la **amenaza** por movimientos en masa a escala 1:25.000.

Como se contempla en el artículo 4 de la ley 1523 de 2012, la amenaza es “El peligro latente de un evento físico de origen natural, o causado, o inducido por la acción humana de manera accidental, que se presenta con una severidad suficiente para causar pérdida de vidas, lesiones u otros impactos en la salud, así como también daños y pérdidas en los bienes, la infraestructura, los medios de sustento, la prestación de servicios y los recursos ambientales” (Congreso de la Republica, 2012). Las amenazas geológicas incluyen procesos tales como terremotos, actividades y emisiones volcánicas y procesos geofísicos afines como los movimientos en masas entre otros (Naciones Unidas, 2009).

Una vez realizado el análisis de susceptibilidad sobre el área de estudio, se integran los factores detonantes para obtener la amenaza a movimientos en masa utilizando el método heurístico de

Proceso de Análisis Jerárquico “**Analytic Hierarchy Process**” (AHP) que involucra una comparación por pares realizada por los expertos a partir de una matriz de atributos o variables que contribuyen a los movimientos en masa (SGC, 2017b). El método heurístico es considerado como indirecto, ya que los resultados se pueden extrapolar a zonas sin movimientos en masa, pero en las cuales se presenta una combinación similar de los factores condicionantes y detonantes (SGC, 2013a).

Los factores detonantes considerados para la amenaza son la lluvia (valores máximos mensuales de precipitación en 24 horas) y los sismos (determinado en un periodo de retorno de 475 años). La precipitación es cualquier forma de hidrometeoro que cae de la atmosfera y llega a la superficie terrestre. Este fenómeno incluye lluvia, llovizna, nieve, aguanieve y granizo. Las precipitaciones máximas se definen como la mayor cantidad de precipitación meteorológicamente posible correspondiente a una determinada duración, en una ubicación geográfica particular (World Meteorological Organization [WMO], 1986). Se ha confirmado que la mayoría de los movimientos en masa que se originan en laderas de zonas montañosas ocurren después de intensas lluvias, lo que hace necesario para cualquier estudio de amenazas por este tipo de procesos conocer la cantidad de lluvia para detonar los movimientos, a la que se suele llamar lluvia crítica (INGEOMINAS-CVC, 2001). La distribución de probabilidad de las precipitaciones máximas se realiza por medio de la distribución de probabilidad de Gumbel, la cual incluye variables como la media, la desviación estándar y la probabilidad de ocurrencia como se expresa en la Eq.10 donde la probabilidad de ocurrencia de un valor ‘ $X$ ’, menor que un valor ‘ $x$ ’, está dada por:

$$F(x) = e^{-e^{-(x-u)/\alpha}} \quad (10)$$

Siendo  $\alpha = s_x/\sigma_y$

$$u = \bar{x} - \mu_y * \alpha$$

$F(x)$  = Probabilidad de que se presente un valor igual o menos que  $x$ .

$\bar{x}$  = Media aritmética.

$S_x$  = Desviación estándar de la muestra.

$\sigma_y - \mu_y$  Numero de datos de la muestra.

La fórmula nombrada en honor a Emil Julius Gumbel (1891-1966) es una función de probabilidad utilizada usualmente para valores máximos aleatorios sacados de poblaciones suficientemente grandes (INVIAS, 2009).

Por otro lado, el detonante sismo se basa en las leyes de Gutenberg – Richter modificado la cual es la más utilizada en la caracterización sísmica de una fuente. El modelo de recurrencia supone considerar una relación logarítmica entre la tasa de terremotos grandes y pequeños que pueden ocurrir en una zona fuente o en una falla. La Eq.11 establece que:

$$\text{Log } N(m) = a - b * m \quad (11)$$

Donde  $N(m)$  es el número anual (tasa) de sismos de magnitud mayor o igual a  $m$ ;  $a$ ,  $b$  son los coeficientes (ambos números reales positivos) que se obtiene al ajustar la sísmica observada  $N(m)$  a una recta. En otras palabras, esta fórmula permite cuantificar la relación Frecuencia. Magnitud de la actividad sísmica de una región (Gutenberg & Richter, 1944).

Para describir la ocurrencia de los sismos y la relación entre su magnitud, la distancia a la fuente y la intensidad sísmica se han desarrollado algunas leyes llamadas leyes de atenuación.

La relación de atenuación es la ecuación que define la relación entre un parámetro de movimiento del terreno, la magnitud y la distancia de la fuente sísmica al sitio, estas ecuaciones son usualmente derivadas del análisis de registro sísmico (Asociación Colombiana de ingeniería

sísmica [AIS], 2010). La ley de atenuación en forma general (Eq.12) expresa que  $I$  es intensidad,  $M$  es la magnitud del sismo,  $r$  es la distancia hipocentral y  $T$  es el periodo natural de vibración.

$$I = f(M, r, t) \quad (12)$$

**Ley atenuación Campbell & Bozorgnia (2014):** Esta ley es una actualización de Campbell & Bozorgnia (2008); permite obtener aceleración máxima del terreno (**PGA**), velocidad máxima del terreno (**PGV**) y ordenadas espectrales de respuesta de aceleración pseudoabsolutas lineales (**PSA**) del 5%; este modelo es válido para estimar el movimiento horizontal del suelo desde poca profundidad terremotos continentales de la corteza en un dominio tectónico activo para distancias de ruptura desde 0 km hasta 300 km y magnitudes desde 3.3 hasta 7.5–8.5, dependiendo del mecanismo fuente (Campbell & Bozorgnia, 2014). En la Eq.13 se muestra y describe las variables de esta ley de atenuación.

$$\ln y_{ij} = \ln Y_{ij} + \eta_i + \varepsilon_{ij} \quad (13)$$

Donde  $\eta_i$  es el residuo entre eventos (inter-eventos) para el evento  $i$ , y  $y_{ij}$ ,  $Y_{ij}$ , y  $\varepsilon_{ij}$  son el valor observado, el valor estimado y el residuo dentro del evento (inter-eventos) para registrar  $j$  del evento  $i$ , respectivamente. Las variables independientes distribuidas normalmente  $\eta_i$  y  $\varepsilon_{ij}$  tienen medias cero y desviaciones estándar estimadas entre eventos y dentro del evento en la roca de referencia ( $V_{S30}=1100$  m/s) (Campbell & Bozorgnia, 2014).

**Ley de atenuación Chávez (2006):** Esta ley permite obtener las aceleraciones espectrales para fuentes asociadas a mecanismos de subducción en el Perú tales como sismos de interfase e intraplaca y fue determinada usando procedimientos propuestos en el trabajo desarrollado por Ordaz & Singh (1992). Los registros sísmicos, mediante los cuales se han estimado los coeficientes de atenuación para cada periodo estructural, han sido obtenidas de estaciones acelerográficas

ubicadas en suelos con características similares (Mendo Rodríguez, 2015; Chavez Obregón & Alva Hurtado, 2006). La ley de atenuación propuesta se expresa en la Eq.14.

$$\ln(Sa[T]) = \alpha_1 + \alpha_2(Mw - 6) + \alpha_3(Mw - 6)^2 + \alpha_4 \ln R + \alpha_5 R \quad (14)$$

Donde  $Sa [T]$  es aceleración espectral para el periodo  $T$  en  $[cm/seg^2]$ ,  $MW$  es la magnitud de momento y  $R$  es la distancia hipocentral o distancia más cercana al área de ruptura.

Para obtener la amenaza a movimientos en masa con los detonantes de lluvia y sismo se sigue el modelo aplicado en la zonificación de la amenaza por movimientos en masa en la Cuenca del Rio Combeima (INGEOMINAS, 2001b). La evaluación de la amenaza debida a los eventos detonados por factores climáticos se obtiene mediante la suma de los pesos que contiene cada celda para el detonante y la susceptibilidad (Eq.15).

$$Ac = S + Fc \quad (15)$$

Donde  $Ac$  es la amenaza por factores climáticos,  $S$  es la susceptibilidad del terreno a los movimientos en masa y  $Fc$  el Factor clima.

De forma similar, el cálculo de la amenaza por sismo se obtiene mediante la suma de los pesos que contiene cada celda para el detonante sismo y la susceptibilidad (Eq.16), así:

$$As = S + Fs \quad (16)$$

Donde  $As$  es Amenaza por detonante sismo,  $S$  es la susceptibilidad del terreno a los movimientos en masa,  $Fs$  el Factor sismo.

El cálculo de la amenaza total se obtiene mediante la suma de la amenaza por lluvia y la amenaza por sismo (Eq.17).

$$At = Ac + As \quad (17)$$

Donde  $AT$  es la amenaza total,  $Ac$  es la amenaza por detonante clima,  $As$  la Amenaza por detonante sismo.

Por último, se realiza la zonificación de la amenaza a movimientos en masa basados en cuatro rangos cualitativos (Muy Baja, Baja, Media, Alta y Muy Alta) que describen las regiones con mayor afectación ante un evento de inestabilidad del terreno.

## 7. Metodología

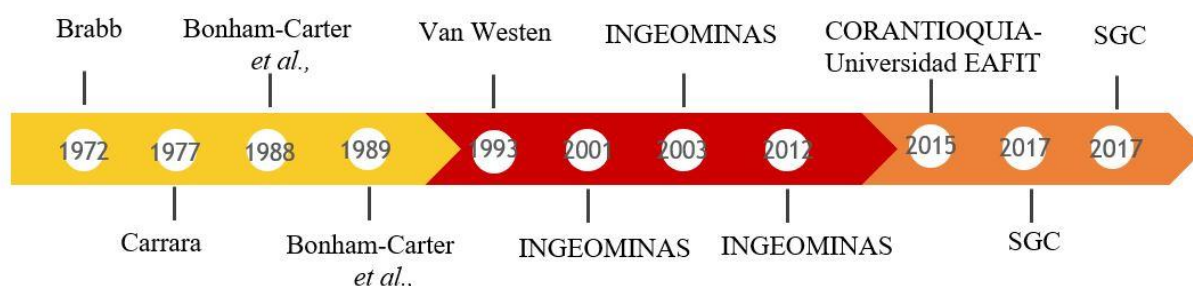
La metodología a seguir para obtener el mapa de susceptibilidad a movimientos en masa a escala 1:25.000 del área de estudio se describe el diagrama de flujo (Figura 4). La metodología se dividió en cuatro fases: Antecedentes, generación de insumos para el análisis estadístico bivariado, campaña de campo y por último aplicación del método estadístico bivariado por pesos de evidencia.

### 7.1. Antecedentes

Los primeros estudios realizados sobre los mapas de susceptibilidad y amenaza por movimientos en masa (Figura 3), se remontan a la década de los setenta, con el primer mapa de zonificación de susceptibilidad que fue el realizado por Brabb (1972) en colaboración con el Servicio Geológico Estadounidense (USGS) para el condado de San Mateo en California, Estados Unidos. Estos mapas se elaboraron superponiendo diferentes capas de distintos factores que tenían influencia en la ocurrencia de los movimientos en masa en donde el experto tenía la última palabra a la hora de determinar el grado susceptibilidad de la zona de estudio. En la década de los ochenta con el rápido

desarrollo de los Sistemas de Información Geográfica (SIG), diferentes tipos de métodos como los Estadísticos, Determinísticos y Estocásticos, se desarrollaron y modelaron en diferentes áreas de la ciencia; por ejemplo, Brabb (1978) en San Mateo, California donde los mapas de susceptibilidad obtenidos eran consistentes con los análisis estadísticos realizados.

El análisis bivariado por pesos de evidencia (WoE) perteneciente a los métodos estadísticos, en principio fue utilizado en trabajos pioneros de Bonham-Carter, Agterberg & Wright, (1988) para la industria minera en búsqueda de mineralizaciones de oro y finalmente ajustado a la geología ambiental para la zonificación de la susceptibilidad de movimientos en masa en Bonham-Carter & Agterberg (1989) a escalas 1:50.000 y 1:25.000.



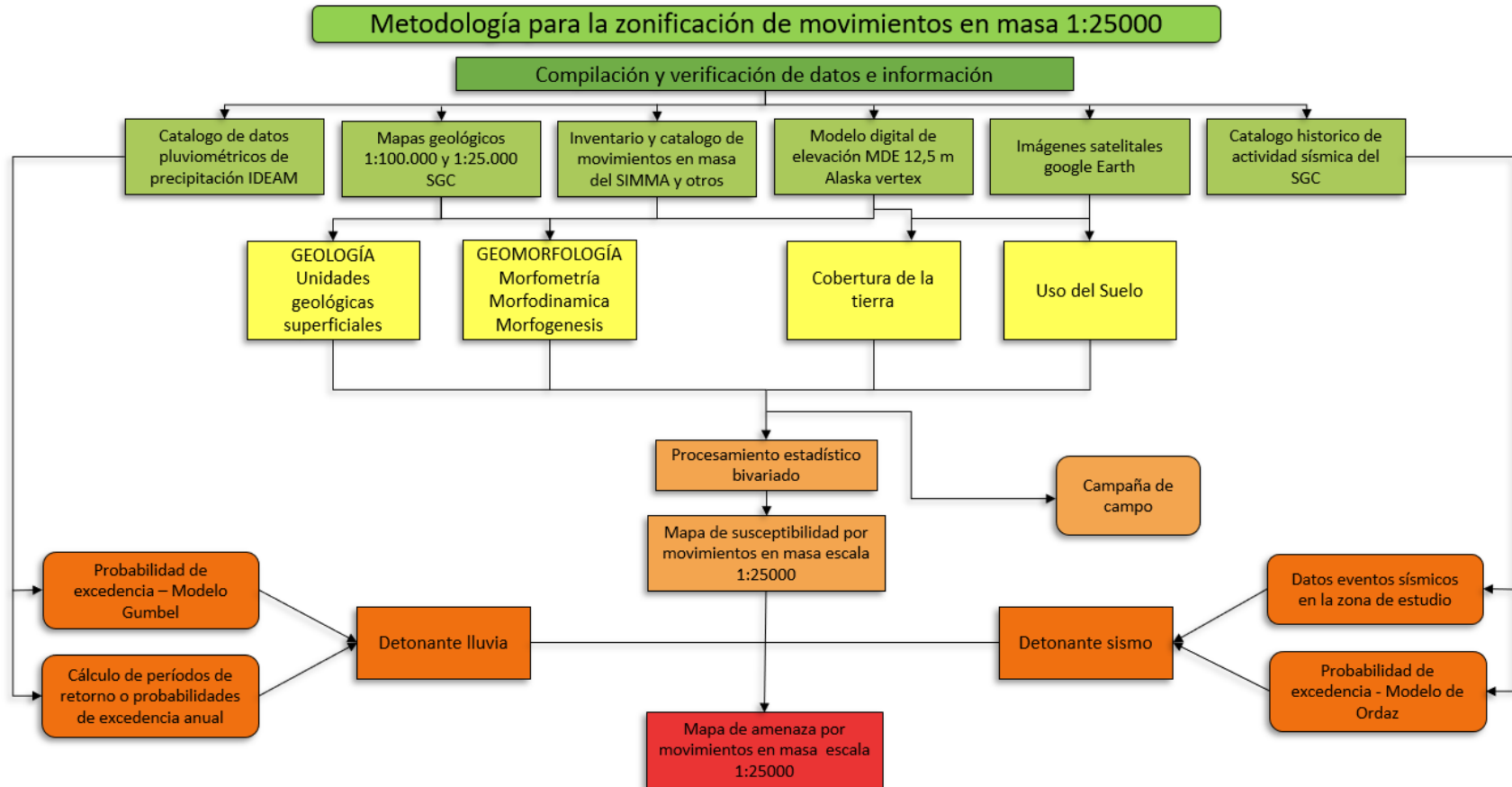
**Figura 3.** Línea de tiempo sobre los estudios de susceptibilidad y aplicación de métodos estadísticos.

En el país, el Servicio Geológico Colombiano llamado anteriormente INGEOMINAS ha realizado estudios de susceptibilidad y amenaza por movimientos en masa, presentado diferentes mapas de vulnerabilidad y amenaza relativa, el primero de estos fue el “Mapa de categorías de amenaza relativa por movimientos en masa de Colombia, escala 1:1.500.000” (INGEOMINAS, 2001a) el cual tiene una actualización en el año 2012 (INGEOMINAS, 2012) y otras versiones en los años 2015 y 2016 a escala 1:100.000. El mismo Servicio Geológico Colombiano, también ha diseñado algunas metodologías para el estudio tanto de amenaza como de vulnerabilidad relativas a diferentes escalas; uno de esos trabajos denominado “Documento metodológico de la zonificación de susceptibilidad y amenaza por movimientos en masa escala 1:100.000” y el más

reciente de estos documentos metodológicos SGC (2017a) con el nombre de “Guía Metodológica para la zonificación de amenaza por movimientos en masa escala 1:25.000”.

El análisis de susceptibilidad utilizando específicamente el método bivariado de pesos de evidencia ha sido aplicado en el territorio colombiano por Van Westen (1993) para su tesis doctoral, donde realizó la zonificación por movimientos en masa en un área de la Cordillera Central cerca de la ciudad de Manizales. Además, el “Mapa de zonificación de amenazas empleando un SIG y el método estadístico bivariado realizada para la ciudad de Villavicencio, Colombia” por INGEOMINAS (2003).

En el municipio de San Vicente de Chucurí, Santander no se han realizado estudios sobre movimientos en masa por medio de análisis estadístico bivariado, sin embargo, se han realizado estudios que incluyen un mapa de amenaza a movimientos en masa de tipo flujo de detritos, deslizamientos y avenidas torrenciales para el casco urbano del municipio, como queda constatado en el “Plan de Desarrollo Municipal 2016-2019 de San Vicente de Chucurí” por Municipio de San Vicente de Chucurí (2016).



**Figura 4.** Diagrama de flujo de la metodología para obtener el mapa de amenaza a movimientos en masa.

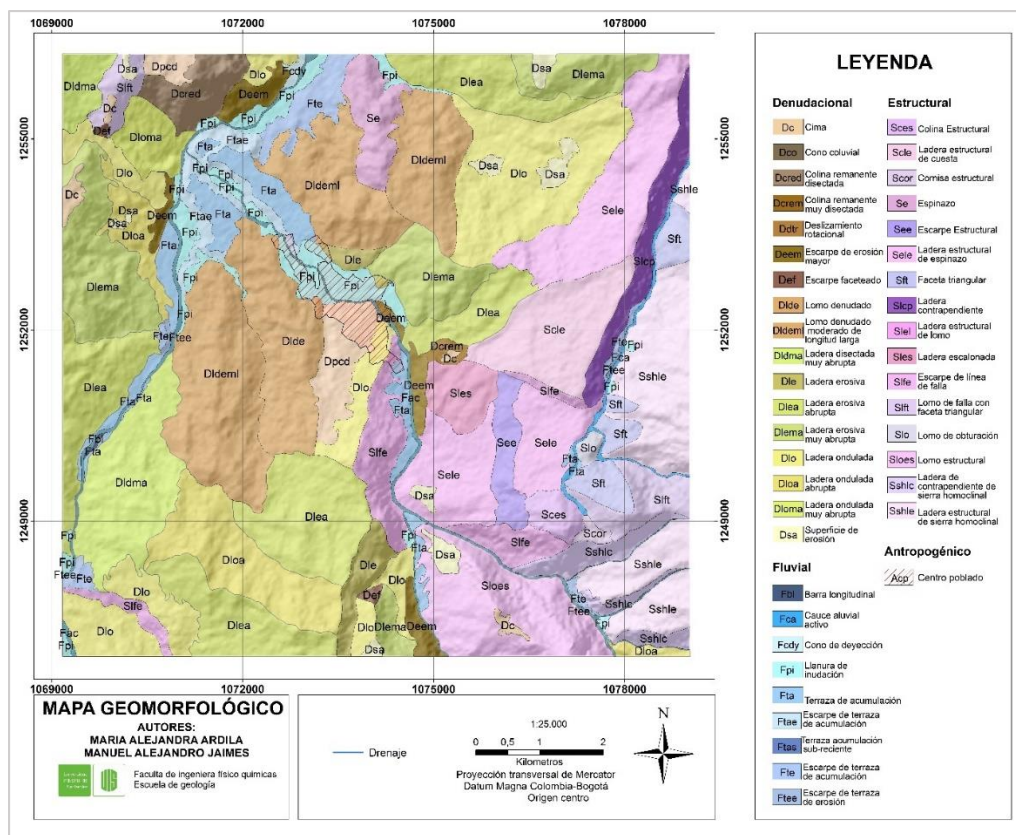
## 7.2. Generación de insumos para el análisis estadístico bivariado

Dentro de los factores condicionantes que pueden generar un movimiento en masa para la zona de estudio se evaluaron las Unidades Geomorfológicas, Geología, Unidades Geológicas Superficiales (UGS), Uso del Suelo y Cobertura de la Tierra. Los mapas de cada uno de estos insumos fueron elaborados a escala a 1:25.000 e incluyen la interpretación y tratamiento de los datos en un sistema de información geográficas (SIG) y Google Earth Pro, además uso de técnicas de teledetección y fotogeología.

**7.2.1. Geomorfología.** La geomorfología estudia la superficie terrestre y sus orígenes, en el cual sufre de procesos exógenos como endógenos y su finalidad es una descripción e interpretación de las características de la superficie y los procesos que experimentó (Soeters, 1976; Thornbury, 1960). El mapa de las unidades geomorfológicas a escala 1:25.000 (Figura 5) se realizó a partir de la interpretación del **Modelo Digital de Elevación (MDE)** AP\_27133\_FBS\_F0120\_RT1 el cual se encuentra disponible en el portal de la NASA, Alaska Satellite Facility (ASF, 2018) con una resolución espacial de 12,5 m x 12,5 m adecuada a la escala de trabajo, del sensor ALOS PALSAR. Además, fotointerpretación de las imágenes satelitales y fotografías aéreas de Google Earth Pro para complementar los atributos morfométricos, morfodinámicos y morfogenéticos del área de estudio.

**Morfometría:** La morfometría se dedica al análisis cuantitativo de la superficie del terreno en términos de medidas de longitud, área, forma y pendiente, con dos orientaciones o enfoques: una morfometría específica que analiza los rasgos discretos de la superficie y una morfometría general que trata los rasgos continuos (SGC, 2017a). Esta permite realizar una clasificación de los movimientos en masa basados en atributos geométricos y morfométricos (Malamud *et al.*, 2004);

además de la parametrización de los cambios en superficie y su asociación a los procesos, en términos de velocidades SGC (2013a). Los atributos morfométricos evaluados en el área de estudio a partir de MDE son: Altura, Curvatura, Distancia a Vías, Orientación, Pendiente, Unidades Geológicas Superficiales (UGS), Índice de Potencia del Cauce (**SPI**), Índice de Humedad Topografía (**TWI**), los cuales fueron calculados en un programa SIG y algunos reclasificados en diferentes rangos por medio de la herramienta de clasificación de datos “Natural Breaks” del programa pues este método de reclasificación es más consistente y con mayor potencial para la predicción de posibles movimientos en masa lo cual lo hace más eficiente y fiable para la zona de estudio (Baeza, Lantana & Amorim, 2016).



**Figura 5.** Mapa de Unidades Geomorfológicas a escala 1:25.000 del área de estudio. (Apéndice B).

**Altura o elevación:** Según Wang *et al.*, (2016) la altura es de gran importancia en la generación de susceptibilidad ya que a mayor altura hay más probabilidad de ocurrencia. También la altura ha sido relacionada con diferentes procesos geológicos y geomorfológicos como la erosión, infiltración a través de articulaciones, acumulación de detritos o lodo y deformaciones de ladera como caída de rocas, deslizamientos, entre otros (Youssef *et al.*, 2015). Esta variable fue dividida en 15 rangos por Natural Breaks (Apéndice I) a partir del Modelo Digital de Elevación (MDE) la zona de estudio (Figura 6a). En esta variable se logró apreciar que un elevado porcentaje de las áreas asociadas a movimientos en masa se encuentran en un rango de altura entre los 832 a los 948 m.s.n.m.

**Curvatura:** La curvatura determina el grado de convexidad o concavidad de la superficie en la dirección de la pendiente longitudinal; esta variable se relaciona con los movimientos en masa, en la medida en que indica el grado de concentración o dispersión del drenaje superficial (Londoño, 2006; CORANTIOQUIA, 2015). La capa de curvatura (Figura 6b) se calculó al determinar la relación entre la elevación de un punto central para cada celda y las celdas vecinas. La clasificación en 3 rangos (Apéndice I) se realiza al determinar si la curvatura es positiva indica que la superficie es cóncava, curva negativa indica superficies convexas y un valor de cero significa que la superficie es plana. Las áreas asociadas a movimientos en masa se encontraron en mayor cantidad en el rango donde la curvatura es plana.

**Distancia a vías:** La distancia a vías ha sido considerada como una de los condicionantes antropogénicos más importantes y con mayor influencia en la ocurrencia de movimientos en masa, debido a que cuando ocurre la construcción, la topología natural se ve afectada y esta afectación genera cambios en el talud natural (Pourghasemi *et al.*, 2012). Esta variable se calculó mediante el método de interpolación de distancia Euclidiana y posteriormente clasificado en 10 rango

(Apéndice I). Las áreas asociadas a movimientos en masa se encuentran en el rango de distancia entre los 154 m a 330 m de las vías del área del estudio, por eso se considera relevante la construcción de infraestructura vial en la incidencia de los movimientos en masa (Figura 6c).

**Índice de humedad topográfica (TWI):** Se ha definido como ‘El parámetro que describe la tendencia de una celda a acumular agua’ (Gruber & Peckham, 2009). El índice de humedad topográfica combina la contribución al escurrimiento de un área local drenada y la pendiente de esta, y es comúnmente usado para cuantificar el control topográfico sobre los procesos hidrológicos (Pourghasemi *et al.*, 2012) y está definido en la Eq.18.

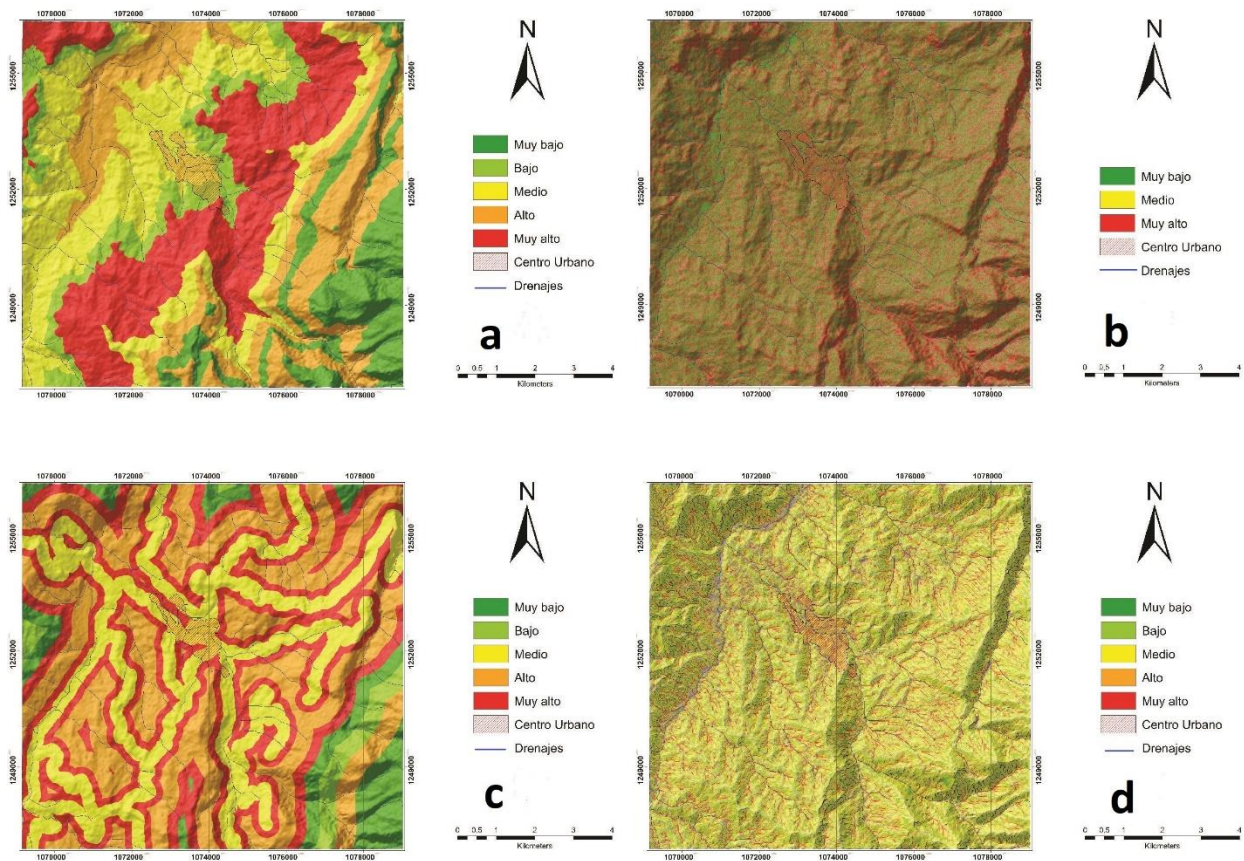
$$TWI = \ln \frac{\alpha}{\tan \beta} \quad (18)$$

Donde las componentes  $\alpha$  es la acumulación de flujo y  $\beta$  es la pendiente trasformada a radianes. Como resultado de este cálculo se reclasificó la variable en 10 diferentes rangos presentados en el Apéndice I por Natural Breaks, la reclasificación del mapa (Figura 6d) toma valores que van de 0 a 17.204 donde la mayor concentración de áreas con movimientos en masa se encuentra en rangos bajos TWI de 1.432 – 2.369 asociada a las altas pendientes y baja acumulación de humedad.

**Índice de potencial de Cauce (SPI):** También llamado Stream Power Index (SPI), aporta información accesoria sobre el potencial erosivo asociado a dicho cauce, al combinar la propia área aportante junto con la pendiente del área, la cual influye directamente sobre la velocidad del flujo (Servicio nacional de metereología e hidrología del Perú, 2016). Donde  $\alpha$  que es la acumulación de flujo y  $\beta$  es la pendiente (Eq.19). Esta variable (Figura 7e) se reclasifico en 10 rangos con valores de 0 a 10,629 (Apéndice I) donde el rango con mayor cantidad de área asociadas a movimientos en masa está en el rango de -0.065 a 0.985.

$$SPI = \ln((\alpha + 0.001) * ((\beta/100) + 0.001)) \quad (19)$$

**Orientación:** La orientación de la ladera también denominada aspecto de pendiente representa la dirección de la superficie de la ladera respecto al norte, en general la orientación de la ladera está relacionada con otros factores como precipitación, radiación solar, estructura geomorfológica del área y su impacto en la estabilidad de la ladera, debido a esto es usado en muchos estudios de susceptibilidad (Ercanoglu & Gokceoglu, 2004; Youssef *et al.*, 2015). En el Apéndice I se reclasificó esta variable en 10 rangos (Figura 7f) donde se identificó que la orientación ‘Suroeste’ es la que tiene mayor cantidad de áreas asociadas a movimientos en masa.



**Figura 6.** Mapas temáticos clasificados como variables morfométricas. a) Altura. b) Curvatura. c) Distancia a vías. d) TWI.

**Pendientes:** La pendiente (Figura 7g) se define como el ángulo existente entre la superficie del terreno y la horizontal. Su valor se expresa en grados de 0° a 90° o en porcentaje. El ángulo de la

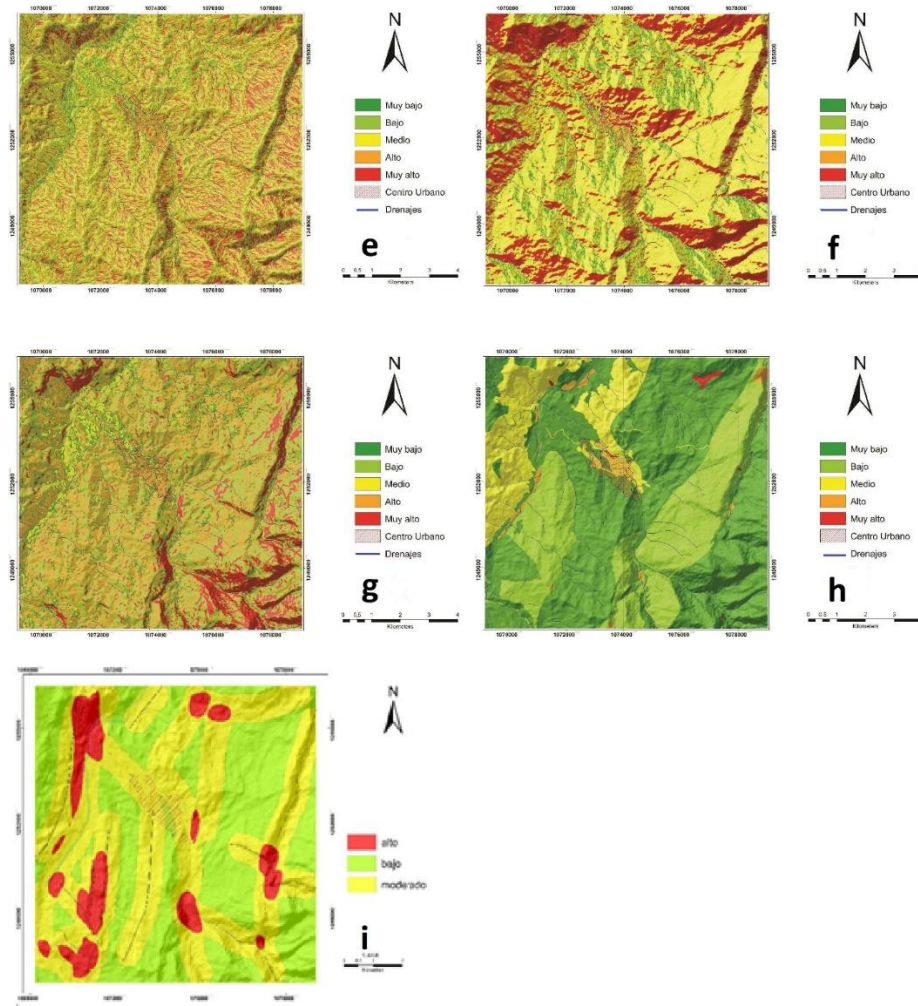
pendiente es un factor importante en la iniciación de los movimientos y es el atributo más utilizado en las evaluaciones de la susceptibilidad y amenaza a movimientos en masa (Van Westen, Castellanos & Kuriakose, 2008). En esta variable generada a partir del MDE y reclasificada en 7 rangos (Apéndice I); se observa que los ángulos de pendientes predominantes en el área de estudio se encuentran en el rango de 20° a 30° y que la mayor concentración de áreas asociadas a movimientos en masa se encuentra en el mismo rango.

**Unidades geológicas superficiales (UGS):** Las unidades geológicas superficiales se consideran como un conjunto de materiales que conforman la superficie del terreno hasta profundidades del orden de decenas de metros, e incluyen rocas con diferentes grados de meteorización y fracturamiento, así como suelos y depósitos no consolidados (Hermelin, 1987). Estas unidades se desarrollan a partir de procesos morfodinámicos, debido a la acción de agentes exógenos y endógenos que modelan la superficie terrestre y son unidades cartografiables (Ibañez *et al.*, 2012). Las UGS se utilizan como herramienta para evaluar el comportamiento mecánico de los terrenos ante diferentes usos, como desarrollo de obras de infraestructura, desarrollo de proyectos mineros, planes de ordenamiento territorial, entre otros (García & Porras, 2017). El mapa de UGS para la zona de estudio (Figura 7h) fue elaborado a partir de la combinación de las capas de geología, meteorización y densidad de fracturamiento. Basados en la clasificación general de tipo de suelo Hermelin (1987) (

Tabla 5) se describieron 50 tipos diferentes de UGS en el área de estudio (Apéndice I). La UGS predominante es el ‘Suelo residual de la Formación Paja con bajo grado de meteorización’ y la UGS con más asociación de movimientos en masa es el “Suelo coluvial activo del Depósito Coluvial con alto grado de meteorización”.

**Tabla 5.**  
*Tipo de Suelo. Hermelin (1987)*

| Nombre                | Código |
|-----------------------|--------|
| Roca                  | R      |
| Suelo Residual        | Sr     |
| Suelo Transportado    | St     |
| Suelo Coluvial        | Sc     |
| Suelo Coluvial Activo | Sca    |
| Suelo Antrópico       | Sa     |



**Figura 7.** Mapas temáticos clasificados como variables morfométricas. e) SPI. f) Orientación. g). Pendiente. h) UGS. i) Densidad de Fracturamiento.

**Morfogénesis:** La morfogénesis corresponde al origen de las formas del terreno, es decir, las causas y procesos que dieron la forma al paisaje. El origen del paisaje depende de los procesos endogenéticos y la modificación de los agentes exogenéticos (agua, hielo, viento) que actúan sobre la superficie terrestre en diferentes proporciones e intensidades y durante prolongados intervalos de tiempos geológicos modelando el terreno. (SGC, 2017b). El nombre de cada subunidad geomorfológica está basado según la clasificación descrita en el “Glosario de Unidades Geomorfológicas” del SGC (2013b) para el caso de la zona de estudio se identificaron cuatro ambientes geomorfológicos: Ambiente Denudacional, Ambiente Estructural, Ambiente Fluvial y ambiente Antrópico.

**Ambiente Denudacional:** En este ambiente el modelado del paisaje se ha originado preferencialmente por agentes denudacionales o erosivos, que han actuado sobre rocas de muy baja resistencia a la erosión originando formas muy suaves. Este ambiente es controlado por procesos de disección y remoción de materiales transportados por agua, viento, hielo, movimiento en masa, o gravedad. (Zinck, 2012).



**Figura 8.** Ambientes morfogenéticos Denudacional y Fluvial. En los cuales se pueden diferenciar Lomo denudado moderado de longitud larga (**DIdeml**), Lomo denudado (**DIdel**), Cono o lóbulo de deslizamiento rotacional (**Ddrt**), Terraza de acumulación (**Fta**), Plano de inundación (**Fpi**) y Cauce aluvial activo (**Fca**). SGC (2013b).

En la zona de estudio se identificaron 15 diferentes geomorfos del ambiente Denudacional (Figura 8) como la Ladera ondulada abrupta (**Dloa**), Ladera ondulada muy abrupta (**Dloma**), Ladera ondulada (**Dlo**), Cima (**Dc**), Colina remanente disectada (**Dcred**), Escarpe de erosión mayor (**Deem**), Escarpe faceteado (**Def**), Lomo denudado (**Dlde**), Lomo denudado moderado de longitud larga (**Dldeml**), Ladera disectada muy abrupta (**Dldma**), Ladera erosiva (**Dle**), Ladera erosiva abrupta (**Dlea**), Ladera erosiva muy abrupta (**Dlema**) y Superficie de erosión o aplanamiento (**Dsa**) (Tabla 6). Que presentan una moderada a alta cobertura vegetal, como también presencia de terracetas sobre las laderas.

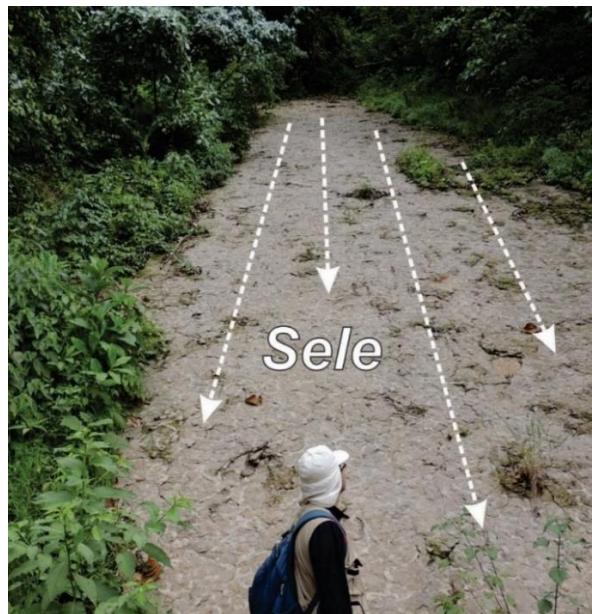
**Tabla 6.**

*Geoformas de ambiente morfogenético Denudacional. SGC (2013b).*

| Nombre                                   | Código | Área (Km <sup>2</sup> ) | % área       |
|------------------------------------------|--------|-------------------------|--------------|
| Escarpe de erosión mayor                 | Deem   | 1087,985                | 1,15         |
| Escarpe faceteado                        | Def    | 102,797                 | 0,11         |
| Lomo denudado                            | Dlde   | 3187,148                | 3,38         |
| Lomo denudado moderado de longitud larga | Dldeml | 8772,032                | 9,29         |
| Ladera disectada muy abrupta             | Dldma  | 4502,053                | 4,77         |
| Ladera erosiva                           | Dle    | 684,464                 | 0,73         |
| Ladera erosiva                           | Dle    | 1312,161                | 1,39         |
| Ladera erosiva abrupta                   | Dlea   | 6671,321                | 7,07         |
| Ladera erosiva muy abrupta               | Dlema  | 3005,733                | 3,18         |
| Ladera ondulada                          | Dlo    | 9042,267                | 9,58         |
| Ladera ondulada abrupta                  | Dloa   | 8672,529                | 9,19         |
| Ladera ondulada muy abrupta              | Dloma  | 971,71                  | 1,03         |
| Superficie de erosión o aplanamiento     | Dsa    | 773,091                 | 0,82         |
| <b>Total</b>                             |        | <b>48785,29</b>         | <b>57,69</b> |

**Ambiente Estructural:** Corresponde a las geoformas generadas por la dinámica interna de la tierra, especialmente las asociadas a plegamientos y fallamientos, cuya expresión morfológica está definida por la litología y la disposición estructural 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 de denudación (SGC, 2013).

En la zona de estudio se identificaron 16 tipos de geoformas de ambiente Estructural como la Colina Estructural (**Sces**), Ladera estructural de cuesta (**Scle**), Cornisa estructural (**Scor**), Escarpe Estructural (**See**), Espinazo (**Se**), Faceta triangular (**Sft**), Ladera contrapendiente (**Slcp**), Ladera estructural de lomo (**Slel**), Ladera escalonada (**Sles**), Escarpe de línea de falla (**Slfe**), Lomo de falla con faceta triangular (**Slft**), Lomo de obturación (**Slo**), Lomo estructural (**Sloes**), Ladera de contrapendiente de sierra homoclinal (**Sshlc**) y Ladera estructural de sierra homoclinal (**Sshle**) (Tabla 7). Este tipo de geoformas se observa principalmente hacia la parte Sur-Este de la zona de estudio debido al fuerte control estructural de la Falla de San Vicente y Los Medios que afectan principalmente a las Formaciones Los Santos y Rosa Blanca.



**Figura 9.** Geomorfa de origen Estructural, Ladera estructural de espinazo (**Sele**) de la Formación Rosa Blanca (**Kir**); las líneas blancas representan el techo de un estrato de la formación Rosablanca usando la clasificación del SGC (2013b).

**Tabla 7.**

*Geoformas de ambiente morfogénético Estructural. SGC (2013b).*

| Nombre                         | Código | Área (Km <sup>2</sup> ) | % área |
|--------------------------------|--------|-------------------------|--------|
| Colina estructural             | Sces   | 532,63                  | 0,56   |
| Ladera estructural de cuesta   | Scle   | 2809,025                | 2,98   |
| Cornisa estructural            | Scor   | 345,424                 | 0,37   |
| Espinazo                       | Se     | 1288,791                | 1,37   |
| Escarpe estructural            | See    | 911,953                 | 0,97   |
| Ladera estructural de espinazo | Sele   | 7193,659                | 7,62   |

|                                                |       |                 |              |
|------------------------------------------------|-------|-----------------|--------------|
| Faceta triangular                              | Sft   | 1366,889        | 1,45         |
| Ladera contrapendiente                         | Slcp  | 1402,868        | 1,49         |
| Ladera estructural de lomo                     | Slel  | 195,325         | 0,21         |
| Ladera escalonada                              | Sles  | 994,884         | 1,05         |
| Escarpe de línea de falla                      | Slfe  | 2302,28         | 2,44         |
| Lomo de falla con faceta triangular            | Slft  | 828,073         | 0,88         |
| Lomo de obturación                             | Slo   | 155,944         | 0,17         |
| Lomo estructural                               | Sloes | 3512,785        | 3,72         |
| Ladera de contrapendiente de sierra homoclinal | Sshlc | 1247,363        | 1,32         |
| Ladera estructural de sierra homoclinal        | Sshle | 4940,818        | 5,24         |
| <b>Total</b>                                   |       | <b>30028,71</b> | <b>31,82</b> |

**Ambiente Fluvial:** Incluye las geoformas que se originan por procesos de erosión de las corrientes de los ríos y por la acumulación o sedimentación de materiales en las áreas aledañas a dichas corrientes, tanto en épocas de grandes avenidas e inundación, como en la dinámica normal de las corrientes perennes, durante la época seca (SGC, 2013b) (Figura 10) (Tabla 8).



**Figura 10.** Ambientes morfogenéticos Fluvial y Denudacional. En la que se encuentran geoformas de Plano o llanura de inundación (**Fpi**), Escarpe de terraza de acumulación (**Ftae**), Cauce aluvial activo (**Fca**), Terraza de acumulación (**Fta**), Escarpe de erosión mayor (**Deem**), Ladera ondulada muy abrupta (**Dloma**). SGC (2013b).

**Tabla 8.**

*Geoformas de ambiente morfogenético Fluvial. SGC (2013b).*

| Nombre                             | Código | Área (Km <sup>2</sup> ) | % área |
|------------------------------------|--------|-------------------------|--------|
| Barra longitudinal                 | Fbl    | 17,807                  | 0,02   |
| Cauce aluvial activo               | Fca    | 1431,051                | 1,52   |
| Cono de deyección                  | Fcdy   | 22,319                  | 0,02   |
| Plano o llanura de inundación      | Fpi    | 1412,288                | 1,50   |
| Terraza de acumulación             | Fta    | 3310,4                  | 3,51   |
| Escarpe de terraza de acumulación  | Ftae   | 1695,639                | 1,80   |
| Terraza de acumulación subreciente | Ftas   | 1727,665                | 1,83   |

|                               |      |                |              |
|-------------------------------|------|----------------|--------------|
| Terraza de erosión            | Fte  | 168,239        | 0,18         |
| Escarpe de terraza de erosión | Ftee | 43,296         | 0,05         |
| <b>Total</b>                  |      | <b>9828,70</b> | <b>10,41</b> |

En la zona de estudio se identificaron 7 geoformas del ambiente Fluvial (Figura 10) (Tabla 8) como Barra longitudinal (**Fbl**), Cauce aluvial activo (**Fca**), Plano o llanura de inundación (**Fpi**), Terraza de acumulación (**Fta**), Escarpe de terraza de acumulación (**Ftae**), Terraza de erosión (**Fte**) y Escarpe de terraza de erosión (**Ftee**).

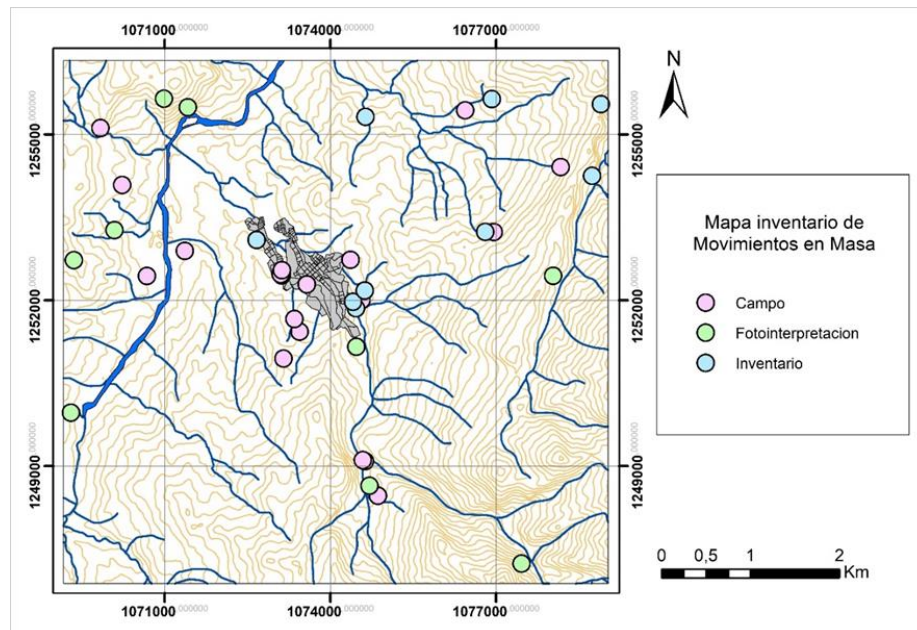
**Morfodinámica:** Estudia los procesos superficiales que afectan a una geoforma y que han ocurrido tanto en el pasado, como los que se encuentran activos en el presente o aquellos que se puedan activar en el futuro (INGEOMINAS, 2004).

Para la generación de esta variable fue necesario la creación del inventario de movimientos en masa. Los datos incluidos en los inventarios de movimientos son muy importantes, ya que proporcionan información sobre la ubicación de los movimientos en masa, los tipos de mecanismos de falla, los factores causales y desencadenantes, la frecuencia de ocurrencia, los volúmenes y el daño causado (Van Westen, Castellanos & Kuriakose, 2008). El inventario preliminar de movimientos en masa incluye información histórica registrada en el catálogo e inventario del Sistema Integrado de Movimientos en Masa (SIMMA), registros en la Unidad Nacional para la Gestión del Riesgo de Desastre (UNGRD), y el análisis de fotografías aéreas y ortofotos de los años 2015/2017 de Google Earth Pro. Los movimientos en masa en las imágenes se identificaron en función de la morfología y superficies erosionadas, las cuales exhiben colores más claros que los objetos circundantes y se digitalizaron como polígonos (Figura 11).



**Figura 11.** Identificación de movimientos en masa por foto geología y digitalización del polígono.

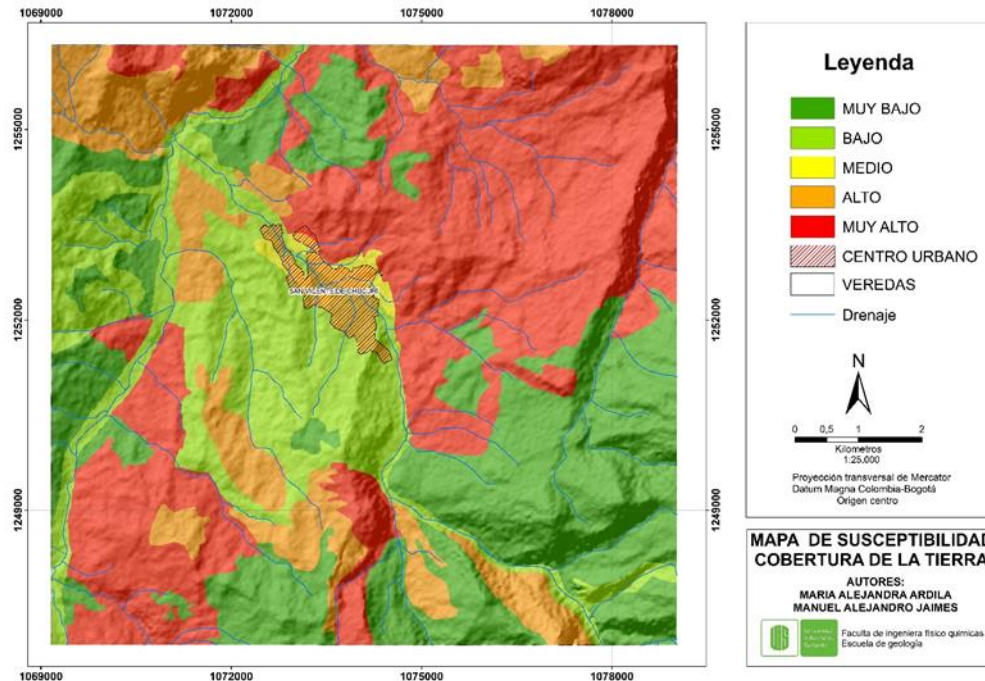
En total el inventario cuenta con treinta y siete (37) (Figura 12) movimientos en masa, diez (10) fueron identificados a partir de las imágenes aéreas de Google Earth Pro, nueve (9) obtenidos de las bases de datos y diez y ocho (18) identificados durante la campaña de campo (Apéndice K). Los movimientos consisten principalmente de deslizamientos tipo traslacional, los cuales en su mayoría se concentran en la zona centro y norte del área de estudio.



**Figura 12.** Puntos donde se identificaron movimientos en masa.

**7.2.2. Cobertura de la tierra.** Esta capa hace referencia al mapa de cobertura de la tierra en el tiempo actual (SGC, 2017a). Aunque Colombia no cuenta con una capa de cobertura escala 1:25.000, se adoptó la metodología CORINE Land Cover para Colombia en IDEAM (2010).

Teniendo en cuenta las diferencias cartográficas de mapeo que implica la escala, técnicas de teledetección y foto interpretación. La cobertura de la tierra, es la cobertura biofísica que se observa sobre la superficie de la tierra, en un término amplio no solamente describe la vegetación y los elementos antrópicos existentes sobre la tierra, sino que también describen otras superficies terrestres como afloramientos rocosos y cuerpos de agua (IDEAM, 2012) (Figura 13).

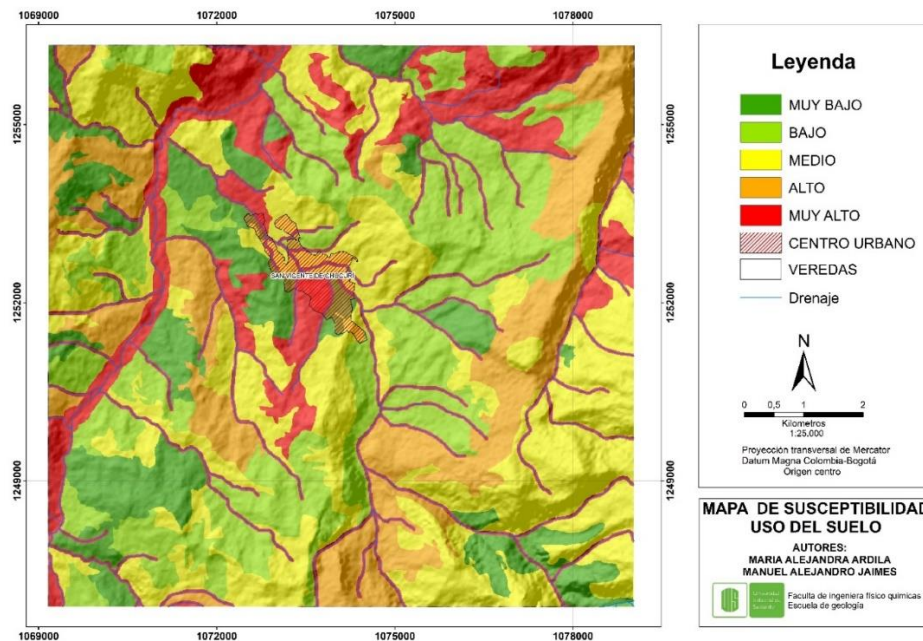


**Figura 13.** Mapa de susceptibilidad por cobertura de la tierra para el área de estudio con los pesos de evidencia.

En la figura 13. se muestra el mapa de cobertura de la tierra el cual fue clasificado en 17 diferentes clases (*Apéndice I*). Donde el tipo de cobertura dominante y a la vez, el que tiene más cantidad de áreas asociadas a movimientos en masa de la zona de estudio fue “Mosaico de pastos con espacios naturales” con un 37.18%, el cual puede suponer una afectación directa de la erosión

y escorrentía de aguas sobre estas áreas sin vegetación densa y bajo sistema radicular, propicias a presentar movimientos.

**7.2.3. Usos del suelo.** El uso del suelo se relaciona con las actividades humanas o las funciones económicas de una porción específica de la Tierra como el uso urbano o industrial de reserva natural, etc. Conceptualmente, se ha logrado la separación entre cobertura y uso de la tierra, que anteriormente se empleaban indistintamente; el término “Uso” implica la utilidad que presta un tipo de cobertura al ser humano (IDEAM, 2012). La elaboración de este mapa es de utilidad no solo para su uso en el análisis de susceptibilidad, sino también, como aporte al ordenamiento territorial de los municipios en el marco de los estudios de amenaza a movimientos en masa y aporte al análisis propio de la amenaza en relación con la dinámica antrópica; además es un insumo que de manera general puede aportar recomendaciones en relación con la estabilidad del territorio (SGC, 2017a). El mapa de Uso del suelo (Figura 14) se clasificó en 12 diferentes tipos (Apéndice I) según la clasificación de SGC (2017a).



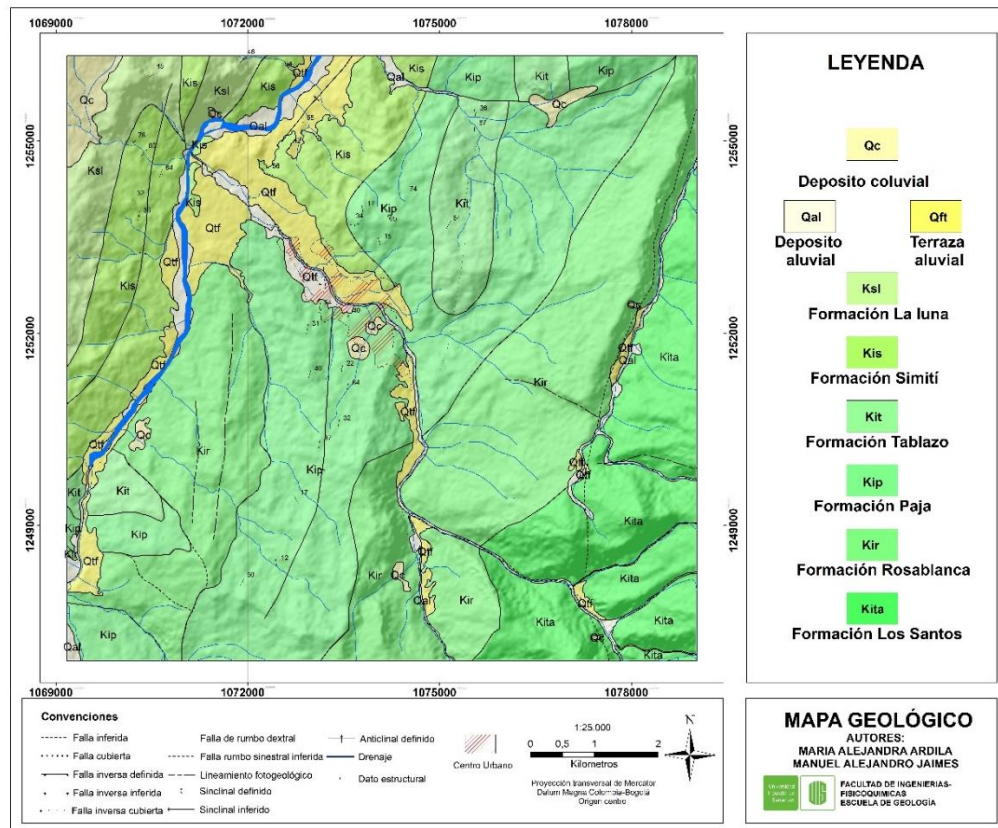
**Figura 14.** Mapa de susceptibilidad por Uso del Suelo para el área de estudio con los pesos de evidencia.

Basados en técnicas de fotointerpretación y fotogeología sumado a la aplicación del DECRETO 1449 DE 1977 del Ministerio de Agricultura (1977) que reglamenta en su artículo tercero “Los nacimientos de fuentes de aguas en una extensión por lo menos de 100 metros a la redonda, medidos a partir de su periferia” y “Una faja no inferior a 30 metros de ancho, paralela a las líneas de mareas máximas, a cada lado de los cauces de los ríos, quebradas y arroyos, sean permanentes o no y alrededor de los lagos o depósitos de agua”. Por tal motivo se realizó un buffer para los cauces activos y de esta manera respetar la norma, definiendo el tipo de uso “Protección hídrica”. El uso de suelo que predomina en la zona de estudio es la “Protección forestal” con un 29.2 % del área de estudio y el uso de suelo con más asociación de movimientos en el área son los “Cultivos transitorios intensivos” lo cual indica que la intervención antrópica o la preparación de las tierras para ser cultivadas podrían alterar la estabilidad de la ladera.

**7.2.4. Geología.** es uno de los atributos más importantes en el estudio de movimientos en masa y estabilidad de taludes dado que cada unidad litológica tiene diferentes valores de susceptibilidad debido a que los materiales más consolidados son menos propensos a sufrir movimientos en masa y viceversa (Wang *et al.*, 2016). Las unidades litológicas de la zona de estudio principalmente son de la secuencia del Cretácico con materiales no consolidados del Cuaternario; a parte de las unidades litológicas, también se encuentran las estructuras regionales y locales donde la mayoría de estas tienen una orientación Norte-Sur, se describen con mayor detalle en el capítulo 6.

El mapa geológico elaborado con una actualización de los depósitos Cuaternarios (Figura 15) está basado en los estudios geológicos realizado para la exploración de los recursos energético de la zona (Monroy & Sandoval, 2015) y la plancha geológica 120 Bucaramanga en el área de San

Vicente de Chucurí (Ward *et al.*, 2013). Los movimientos en masa definidos en el inventario con un área mayor a 10.000 m<sup>2</sup> fueron clasificados en el mapa geológico como depósitos Cuaternarios de tipo coluviales activos. Las estructuras geológicas localizadas en la zona norte del área de estudio podrían ser un importante factor de inestabilidad de la ladera y por lo tanto provocar ciertos movimientos en masa ubicados en esta área.



**Figura 15.** Mapa de las unidades litológicas a escala 1:25.000 realizado para el área de estudio. Modificado de Monroy & Sandoval (2015). (Apéndice A)

### 7.3. Campaña de campo

Durante el trabajo de campo el cual consistió en una campaña de 7 días en la zona de estudio, se identificaron movimientos en masa no registrados en las bases de datos ni en las imágenes satelitales; así como los posibles factores ambientales relacionados con la actividad e información

importante acerca de la ubicación y atributos morfométricos de estos movimientos. La localización y elevación de cada uno de los movimientos fue recolectada por un GPS (Garmin E-trax vista HCx). Se realizó una ruta preliminar con el fin de identificar los lugares de fácil acceso y un registro fotográfico el cual sirvió para documentar los movimientos en masa y verificar los mapas de geología y geomorfología realizados antes de la campaña en campo. Durante el recorrido se registraron movimientos en masa (Figura 16, Figura 17 y Figura 18) principalmente deslizamientos traslacionales sobre las vías de acceso al municipio.



**Figura 16.** Caída de roca y deslizamiento traslacional sobre la vía San Vicente de Chucurí- Zapatoca.



**Figura 17.** Deslizamiento traslacional cerca de la cabecera municipal y flujo de detritos ubicado en la vereda Mérida.



**Figura 18.** Deslizamiento compuesto en el sector Peña de Oro. La imagen de la derecha las líneas rojas indican surcos formados sobre un cono de deslizamiento antiguo.

#### 7.4. Aplicación del método estadístico bivariado por pesos de evidencia (WoE).

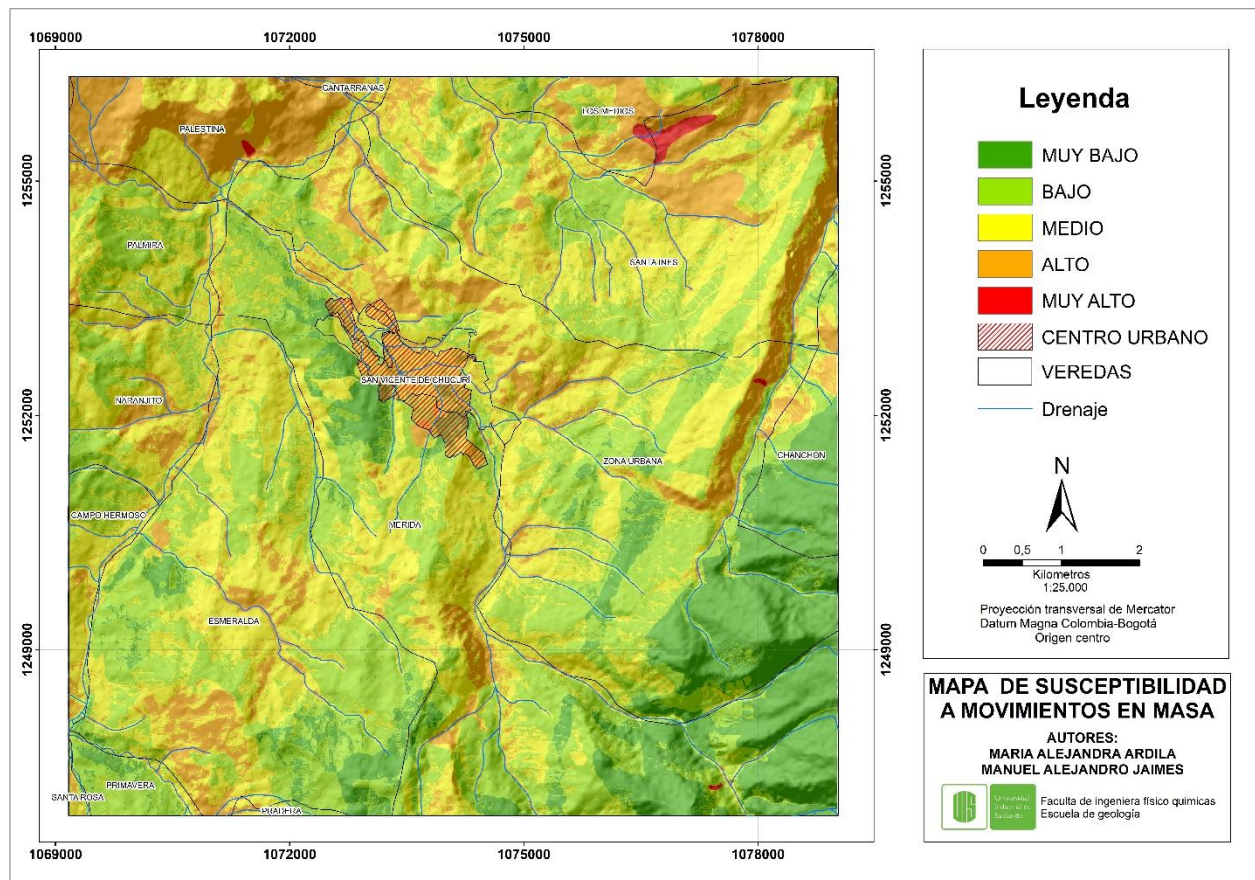
Como se describió anteriormente, la susceptibilidad a movimientos en masa puede expresar la correlación espacial entre los factores condicionantes y la distribución de los movimientos registrados (Brabb, 1978). Una vez hecha la reclasificación para cada uno de los factores condicionantes se aplica el análisis bivariado por medio de la obtención de los pesos de evidencias basados en la ausencia o presencia de los movimientos en masa dentro del área de estudio.

Para esto se calcula el valor de los  $N_{pix1}$ ,  $N_{pix2}$ ,  $N_{pix3}$ ,  $N_{pix4}$  y  $W_{final}$  para cada una de las reclasificaciones de las variables generadas. Los pesos finales obtenidos de cada variable o factores condicionantes son superpuestos con el mapa de inventario de movimientos en masa, y de esta manera obtener la susceptibilidad a movimientos en masa del área. Los pesos finales son presentados en el Apéndice I.

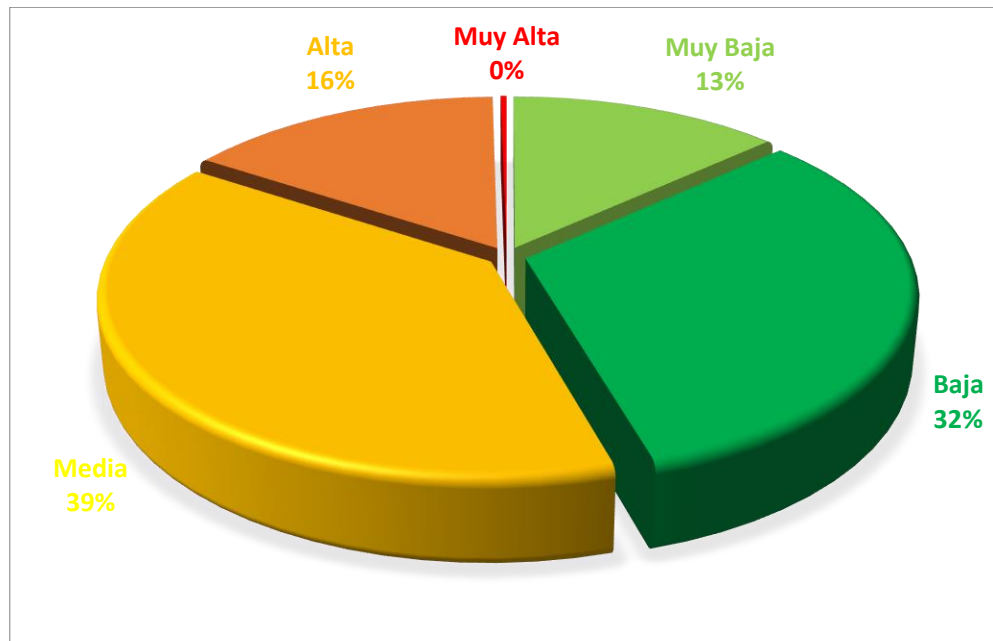
## 8. Resultados de Susceptibilidad

### 8.1. Mapa final de susceptibilidad a movimientos en masa

Una vez aplicado el análisis de método bivariado por pesos de evidencia en cada uno de los parámetros escogido como factores condicionantes se obtiene, el mapa de susceptibilidad por movimientos en masa escala 1:25.000 (Figura 19) clasificado en 5 rangos: Muy baja, Baja, Media, Alta y Muy Alta. Las categorías con mayor área de influencia en el área de estudio son: Susceptibilidad Media (39%) y Susceptibilidad Baja (32%) como se observa en la Figura 20 . A continuación, se describen las cinco diferentes categorías de susceptibilidad y el análisis de las principales características para cada una de ellas.



**Figura 19.** Mapa de susceptibilidad por movimientos en masa a escala 1:25.000. de la zona de estudio. (Apéndice C)



**Figura 20.** Porcentaje en área de cada categoría de susceptibilidad.

**8.1.1. Susceptibilidad Muy Baja.** Esta categoría abarca el 13,28% (Figura 20) del área de estudio, localizada principalmente en la región Sur-Este del casco urbano del municipio de San Vicente de Chucurí, lo que corresponde a las veredas Mérida y Chanchón (Figura 19). La categoría se encuentra asociada en su mayoría a geoformas de origen estructural como Cornisa Estructural (Scor), Laderas Estructurales de Espinazo (Sele), Escarpe de Línea de Falla (Slfe) y Facetas Triangulares (Sft) con relieves altos por encima de los 2000 m.s.n.m. y pendientes moderadas a altas que oscilan entre 20° y 45°.

En términos litológicos la unidad más representativa aflorante en esta categoría es la Formación Rosa Blanca (**Kir**) y la Formación Los Santos (**Kita**) la cual, a pesar de presentar pendientes con rangos significativamente altos, presenta estabilidad geotécnica muy alta correspondientes a roca calizas y areniscas en donde los procesos erosivos no son muy significativos (ANI, 2016). Además, la cobertura de la tierra en esta área corresponde a bosque denso alto de tierra firme facilitando el papel protector de la cobertura natural con su sistema de raíces ante las precipitaciones o demás

procesos erosivos. Los usos del suelo para las zonas de susceptibilidad muy baja corresponden a protección forestal.

**8.1.2. Susceptibilidad Baja.** Esta categoría se encuentra distribuida de manera dispersa sobre toda el área de estudio y corresponde al 32,22% (Figura 20) segunda categoría más extensa en área. Las zonas clasificadas con susceptibilidad baja corresponden a geoformas de origen denudacional y estructural como Lomos Denudados (Dldeml), Laderas Erosivas (Dle), Laderas Estructurales (Sele) y Lomos Estructurales (Sloes), donde predominan las pendientes bajas a moderadas entre 5° y 20°. Algunas áreas del casco urbano se ubican dentro de esta categoría, principalmente hacia el sur oeste del municipio, y en zonas con baja meteorización y bajo grado de fracturamiento. Los Mosaicos de pastos con espacios naturales y los bosques fragmentados, son la cobertura de la tierra que más se relaciona con la categoría de baja susceptibilidad (Figura 19).

Respecto a la asociación de esta categoría con las unidades litológicas, se concentran principalmente de las Formaciones Rosa Blanca (**Kir**) y los Santos (**Kis**), y suelos residuales de la Formación Rosa Blanca y Los Santos los cuales son principalmente arenas limosas y limos arenosos de alta permeabilidad, relativamente estables con formación ocasional de surcos y cárcavas (CDMB, 2005).

**8.1.3. Susceptibilidad Media.** Esta categoría representa la mayor área con un 38% (Figura 20) de la zona de estudio, concentrada principalmente en las veredas de Palestina, Cantarranas y los Medio, en las partes altas de las laderas y cerca de los sistemas de drenajes y el río San Vicente, asociado a elevaciones bajas a moderadas y pendiente entre los 10° y 20°. Además, es evidente su ocurrencia cerca de las principales fallas como la Falla San Vicente y tectónicas que pueden incidir en desencadenamiento de movimientos en masa.

Las unidades sedimentarias asociadas a esta categoría son la Formación Simití (Kis), Formación Paja (Kip) y Formación Tablazo (Kit), compuestas principalmente de lodolitas además de los depósitos cuaternarios propensos a procesos erosivos y de movimientos en masa. El casco urbano de San Vicente de Chucurí el cual reposa sobre depósitos fluviales provenientes de afluentes como la quebrada Las Cruces se encuentra parcialmente cubierto por esta categoría de susceptibilidad.

**8.1.4. Susceptibilidad Alta.** En el área de estudio esta categoría de susceptibilidad corresponde al 15,52% (Figura 20) concentrada principalmente en la zona norte del mapa correspondiente a las veredas Los Medios y Cantarranas, cubriendo las principales vías de acceso al municipio desde Bucaramanga y Barrancabermeja. Esta zona también se localiza cerca de las fallas inversas de Barro Amarillo y Cantarranas y una densidad de fracturamiento alta con unidades sedimentarias aflorantes como la Formación La Luna (Ksl), Formación Simití (Kis) y Formación Tablazo (Kit) constituidas principalmente por lutitas y sales (Figura 19).

Otra zona categorizada con Susceptibilidad Alta se encuentra sobre la vía San Vicente de Chucurí-Zapatoca km 9 en la cual aflora en contra pendiente la Formación Rosa Blanca (**Kir**) y donde se observaron algunas caídas de roca sobre la vía. Las geoformas se encuentran relacionadas principalmente a ambientes de origen denudacional como Ladera Ondulada Abrupta (**Dloa**), Ladera Erosiva Muy Abrupta (**Dlema**), relieves moderados a altos, predominan pendientes entre

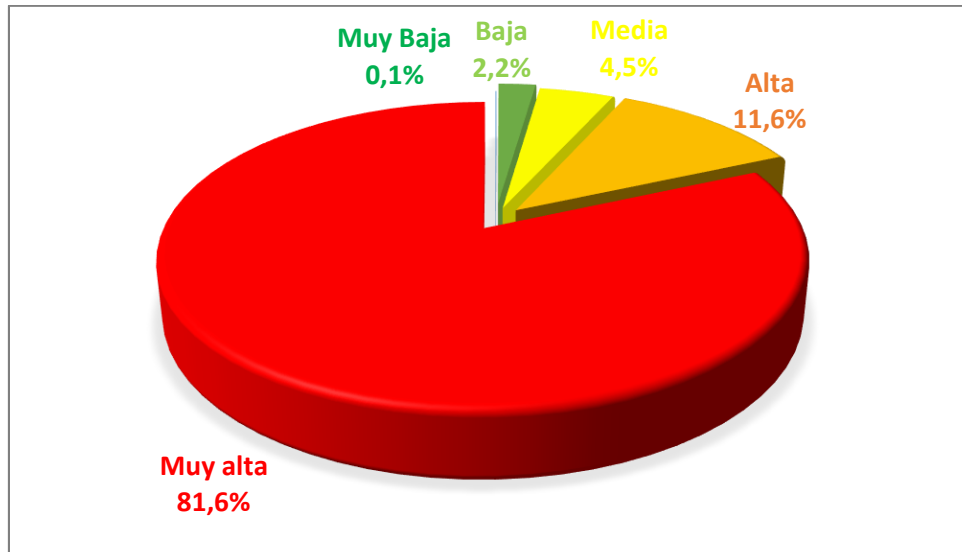
20° y 45° es decir, laderas moderadas a escarpadas. En cuanto al uso del suelo, las zonas con susceptibilidad alta se caracterizan por tener principalmente Cultivos Transitorios Intensivos y Cultivos Permanentes Semi-intensivos lo que podría indicar la fuerte relación en la preparación del suelo y la estabilidad de las laderas. También se observa la concentración de algunas zonas de susceptibilidad alta dentro del casco urbano, relacionado principalmente alta densidad de pequeños movimientos en masa sobre los escarpes de los cauces o drenajes que atraviesan al municipio.

**8.1.5. Susceptibilidad Muy Alta.** Los valores de susceptibilidad más altos coinciden con las ubicaciones observadas de movimientos en masa y cubren un área relativamente pequeña, menos del 1% (Figura 20) de la zona de estudio. Una de las principales zonas donde se concentra esta categoría es en la parte norte del mapa, específicamente sobre la vía Bucaramanga- San Vicente de Chucurí en el sector conocido como Peña de Oro y donde se puede observar un gran deslizamiento compuesto, el cual ha incomunicado la vía en varias ocasiones. Las condiciones expuestas en el modelo de susceptibilidad generado muestran una relación cercana con la registrada en superficie del área evaluada, describiendo la efectividad del método para predecir regiones con alto potencial de inestabilidad (Valencia & Martinez-Graña, 2018).

## **8.2. Validación del mapa de susceptibilidad**

**Porcentaje de predicción a movimientos en masa:** Uno de los componentes más importantes dentro de los modelos predictivos es llevar a cabo la validación de los resultados (Chung & Fabbri, 2002). El primer método de validación es el porcentaje de predicción a movimientos en masa. Esta forma de validación es una relación de portaje del área de las zonas con movimientos en masa para cada categoría de susceptibilidad (Choi *et al.*, 2010). La suma de las áreas de las categorías alta y

muy alta, respecto al área total de los movimientos en masa, muestran una buena correspondencia ya que predicen el 93% de todos los movimientos en masa. En la Figura 21 se observa el porcentaje para cada categoría.



**Figura 21.** Porcentajes del área asociada a los movimientos en masa para cada categoría de susceptibilidad

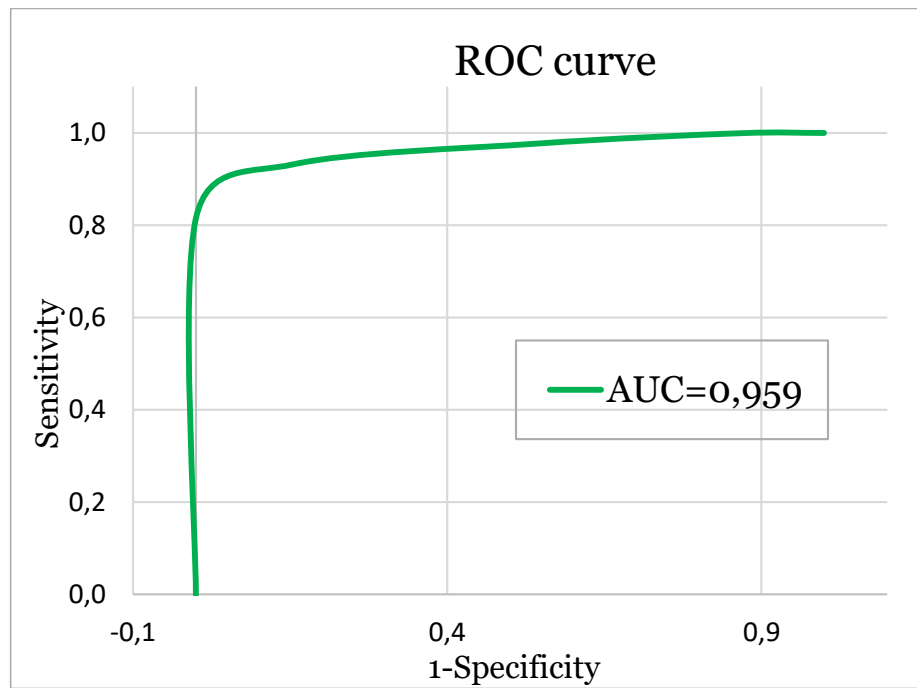
**Curva de validación ROC:** El segundo método de validación es mediante la curva ROC “Receiver Operating Characteristic” a partir de los datos de la Tabla 9. La curva ROC es un gráfico de "sensibilidad" versus "especificidad" que se calcula para varios umbrales. Donde, la sensibilidad es la relación de píxeles asociados a movimientos en masa por encima de un umbral deseado que correctamente predijo el modelo sobre el total de píxeles inestables observados y la especificidad es la relación de píxeles estables por debajo del umbral deseado que correctamente predijo el modelo sobre el total de píxeles estables observados. (Vakhshoori & Zare, 2016). Una clasificación totalmente aleatoria (o adivinación aleatoria) daría un punto a lo largo de la línea diagonal, que se llama también línea de no-discriminación, desde el vértice inferior izquierdo hasta

el vértice superior derecho. Los resultados de la ROC (Figura 22) indican una validación altamente aceptable (0.956).

**Tabla 9.**

*Numero de pixeles para cada categoría de susceptibilidad*

| <b>Categoría de susceptibilidad</b> | <b>Píxeles de movimientos en masa para cada categoría</b> | <b>Píxeles totales en el mapa</b> |
|-------------------------------------|-----------------------------------------------------------|-----------------------------------|
| <b>1</b>                            | 1                                                         | 79136                             |
| <b>2</b>                            | 44                                                        | 191989                            |
| <b>3</b>                            | 88                                                        | 230427                            |
| <b>4</b>                            | 227                                                       | 92463                             |
| <b>5</b>                            | 1599                                                      | 1713                              |
| <b>Total</b>                        | 1959                                                      | 595728                            |



**Figura 22.** Curva de validación ROC con resultados altamente aceptable 0,959 AUC.

## 9. Factores Detonantes

De acuerdo a Varnes (1984) la evaluación de amenaza se realiza identificando las áreas potencialmente afectadas por un movimiento, cuantificando la probabilidad de ocurrencia y estimando la magnitud (área, volumen, velocidad). Una vez realizada la zonificación de susceptibilidad, se le agrega los detonantes de lluvia y sismo para construir el modelo de amenaza relativa por movimientos en masa en la zona de estudio.

### 9.1. Detonante lluvia

La relación de los movimientos en masa y las lluvias han sido mencionados por varios autores como Guzzetti *et al.*, (2008) el cual estudió los parámetros tenidos en cuenta para el cálculo de umbrales de lluvia en el pronóstico de los movimientos en masa.

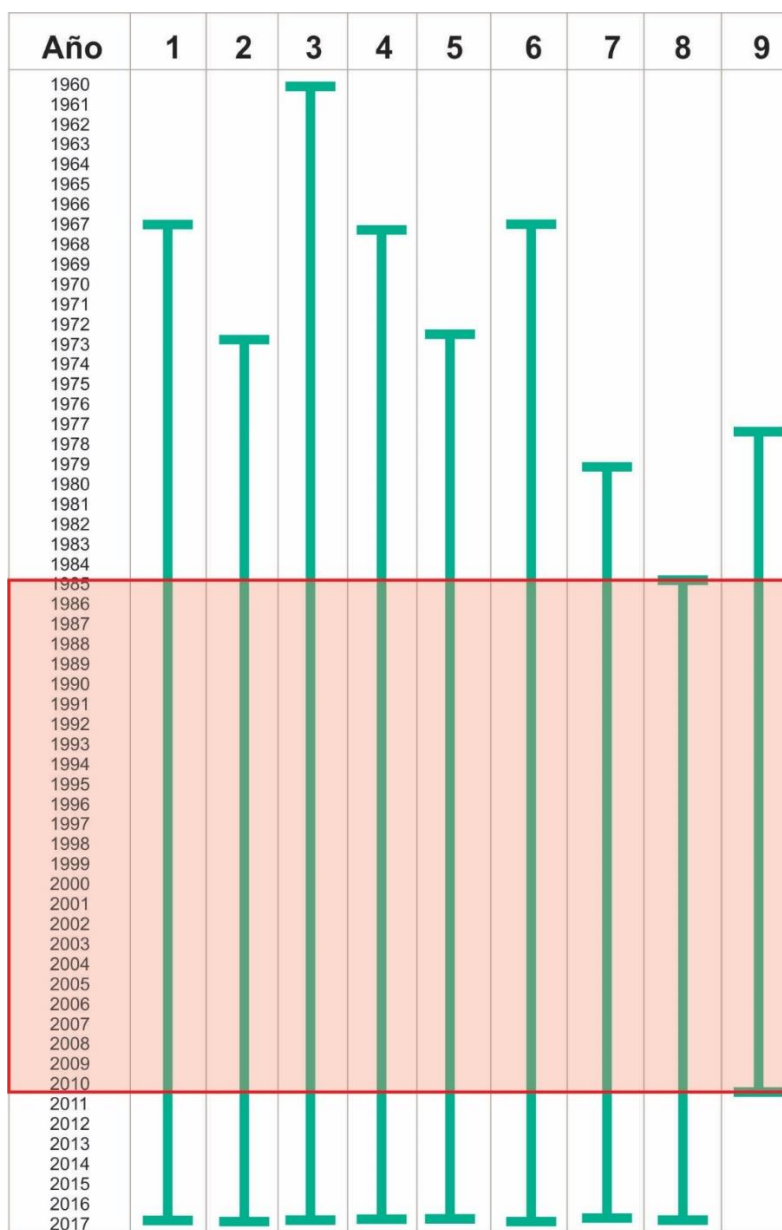
Los datos de precipitación fueron suministrados por el Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales (IDEAM) a partir de 9 estaciones pluviométricas (Figura 23), localizadas cerca de la zona de estudio (Tabla 10) con el fin de disminuir la incertidumbre de los resultados.

El diseño de intensidad de lluvia, se realizó de acuerdo a los valores de precipitación máxima en 24 horas con datos analizado entre los años de 1985 a 2010 de cada una de las estaciones para un periodo de retorno de 50 años, aplicando la fórmula de valores extremos de Gumbel (Eq.10) y generando un mapa de isoyetas en ambiente SIG por medio de la distribución geoestadística de Kriging Gaussiana, la cual mostraba una mejor distribución de los valores máximos en el mapa de probabilidades de precipitación (Figura 24).

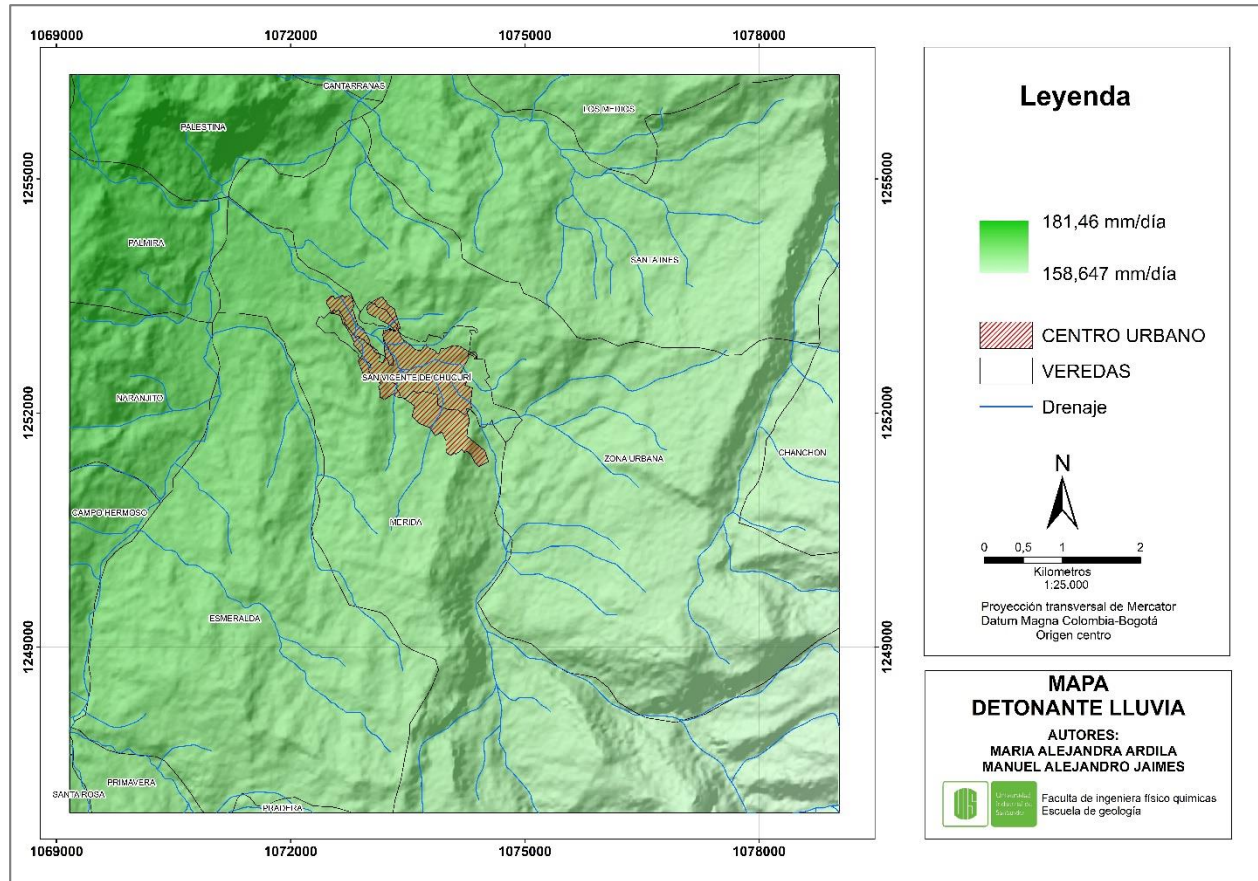
**Tabla 10.**  
*Estaciones pluviométricas de la zona de estudio.*

| <b>Nombre estación pluviométrica</b> | <b>Precipitación máx (mm) en 50 años</b> |
|--------------------------------------|------------------------------------------|
| Palogordo                            | 148,5570                                 |
| La Fuente                            | 136,999                                  |
| San Vicente                          | 170,881                                  |
| La Laguna                            | 158,315                                  |

|               |          |
|---------------|----------|
| La Putana     | 202,300  |
| Pantano       | 154,293  |
| El Remolino   | 130,723  |
| Puente La Paz | 1886,873 |
| Dos Bocas     | 166,021  |



**Figura 23.** Años con registro de datos para cada estación; 1) Palogordo. 2) La Fuente. 3) San Vicente. 4) La Laguna. 5) La Putana. 6), El Pantano. 7) El Remolino. 8) Puente La Paz. 9) Dos Bocas. El recuadro rojo indica el rango de 25 años tomado para realizar la lluvia de diseño.



**Figura 24.** Mapa de Detonante Lluvia para la zona de estudio con un periodo de retorno de 50 años.

## 9.2. Detonante sismo

Para la generación del mapa de detonante sismo, se siguió la metodología usada en (AIS, 2010), en primer lugar se analizó el modelo tectónico de Santander, el cual presenta 3 tipos de fuentes sismogénicas las cuales son: Corticales, subducción y zona de Benioff Profunda; que corresponden a fuentes corticales atribuidas a las fallas regionales más importantes de la zona de estudio y fuentes de zona de subducción, atribuidas al nido sísmico de Bucaramanga (Tabla 11).

Las fuentes corticales se definieron con profundidades máximas de 50 kilómetros, mientras las fuentes profundas como subducción y Benioff son aquellas que se encuentran a una profundidad mayor de 50 kilómetros (AIS, 2010). Donde  $\lambda$  se describe como la actividad de la falla en una

escala de tiempo determinada y para fines de este estudio fue establecida en años;  $\beta$  describe la pendiente de la regresión logarítmica siguiendo la definición de la ecuación de regresión de las leyes de Richter-Gutenberg; el Coeficiente de Variación (CV) es el cociente de la desviación estándar y la media;  $M_0$  es la magnitud umbral y  $\sigma$  es la desviación estándar (AIS, 2010).

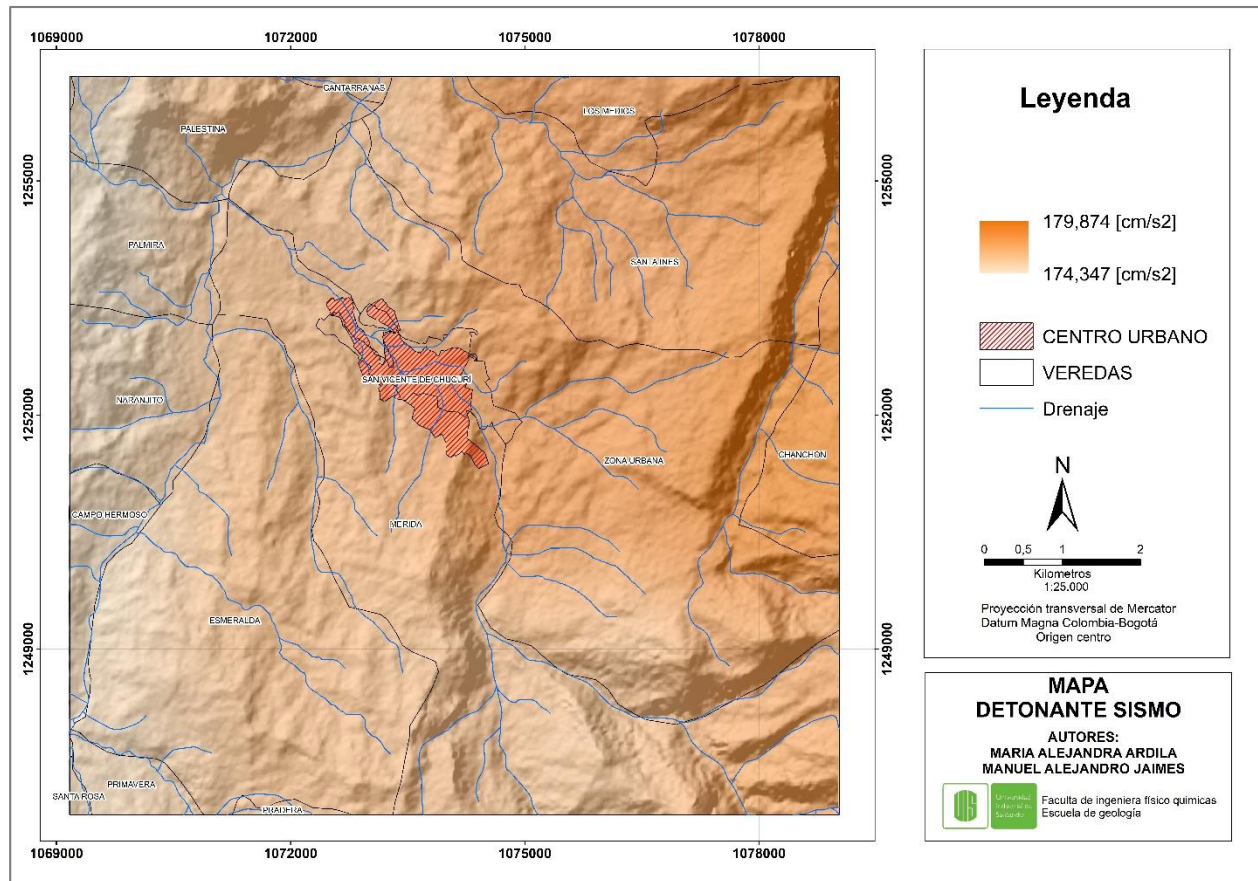
**Tabla 11.**

*Fuentes sismogénicas corticales y de subducción.*

| NOMBRE FUENTE            | TIPO DE MOVIMIENTO | LONG. (kms) | PROF. (kms) | $\lambda$ | $\beta$ | CV    | $M_0$ | $\sigma$ |
|--------------------------|--------------------|-------------|-------------|-----------|---------|-------|-------|----------|
| Falla de Arrugas         | Inverso            | 64          | 4           | 0.31      | 4       | 0.58  | 3     | 0.17     |
| Falla de Bucaramanga     | Sinestral inversa  | 220         | 3           | 0.68      | 1.97    | 0.29  | 3     | 0.41     |
| Falla de Cimitarra       | Normal             | 45          | NR          | 0.25      | 2.86    | 0.58  | 3     | 0.17     |
| Falla de La Salina       | Inverso            | 171         | 6           | 1.48      | 1.92    | 0.17  | 3     | 0.6      |
| Falla de Servitá         | Inverso dextral    | 55          | 17          | 0.67      | 2.67    | 0.58  | 3     | 0.22     |
| Falla de Suárez          | Inverso sinestral  | 145         | 8           | 0.8       | 2.14    | 0.3   | 3     | 0.4      |
| Falla Jetudo             | Inversa sinestral  | 51          | NR          | 1.48      | 1.92    | 0.17  | 3     | 0.6      |
| Falla de Cocora          | Inversa            | 71          | NR          | 1.48      | 1.92    | 0.17  | 3     | 0.6      |
| Nido Bucaramanga         | Subducción         | NR          | 120-190     | 47.652    | 2.68    | 0.030 | 4     | 0.39     |
| Zona de Benioff Profundo | Subducción         | NR          | 120-200     | 1.83      | 3.59    | 0.16  | 4     | 0.32     |

En segundo lugar, se tomó el registro histórico de sismo del catálogo sísmico del (SGC, 2018) con aproximadamente 110.000 datos con corte de julio de 2018. Posterior a la elección del catálogo se efectuó un filtro de la información según su magnitud, debido a que se sugiere que la magnitud mínima en la escala de momento que afecta las estructuras civiles 4.0 Mw, a la vez se eliminó por réplicas sísmicas (AIS, 2010) y su posterior asignación a su respectiva fuente sismogénica. En tercer lugar, se eligieron y aplicaron los modelos de atenuación para las fuentes sismogénicas corticales y de subducción junto a la zona de Benioff profunda, las cuales se tomaron de Campbell & Bozorgnia (2014) y Chavez & Alva (2006) respectivamente. Ya conocidas las sismicidades y sus patrones de atenuación, se calculó la amenaza sísmica y la probabilidad de excedencia según Ordaz (2000), mediante el programa Crisis versión 2015 para un periodo de retorno de 475 años,

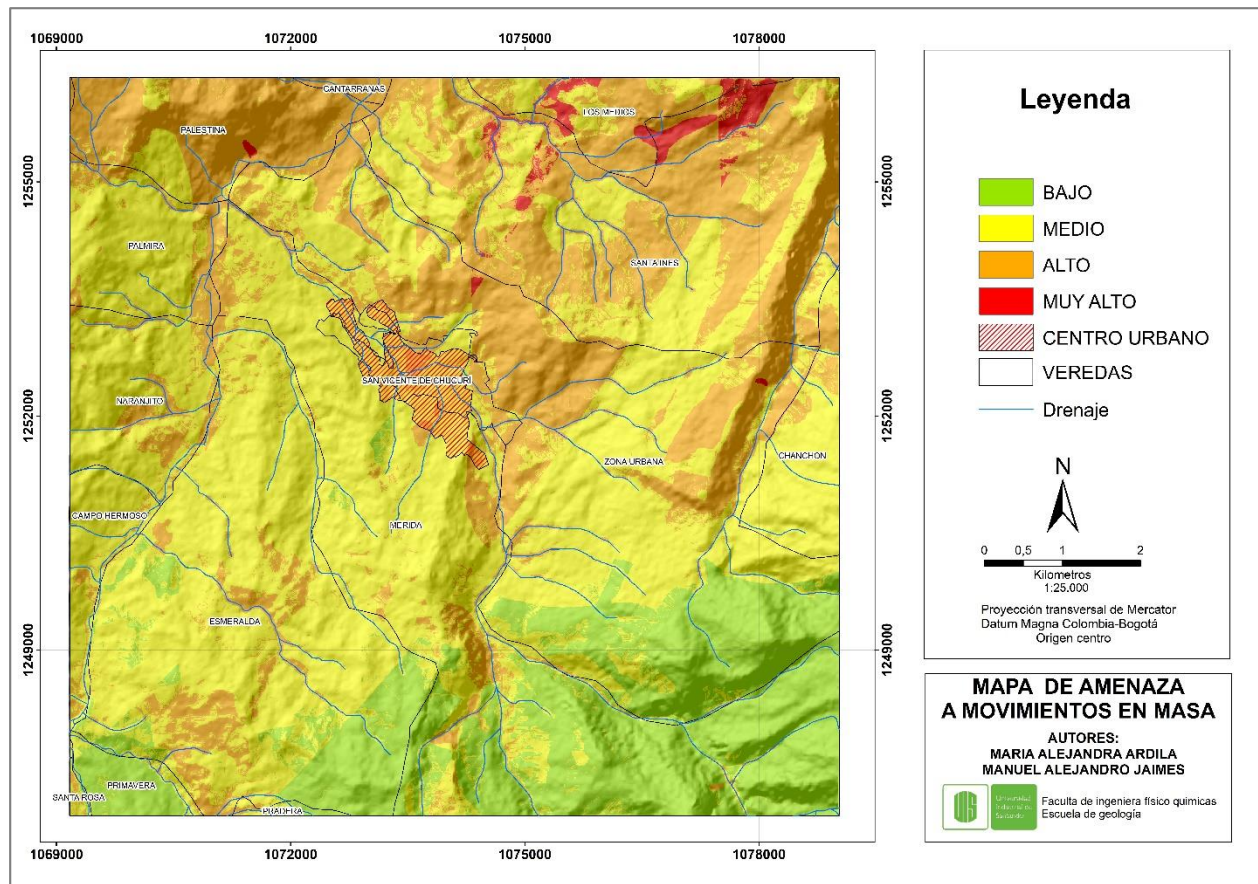
que dió como resultado velocidades máximas horizontales que varían entre 174.34 y 179.87 [cm/s<sup>2</sup>]. Ya con la amenaza sísmica calculada, se generó el mapa de detonante sismo (Figura 25).



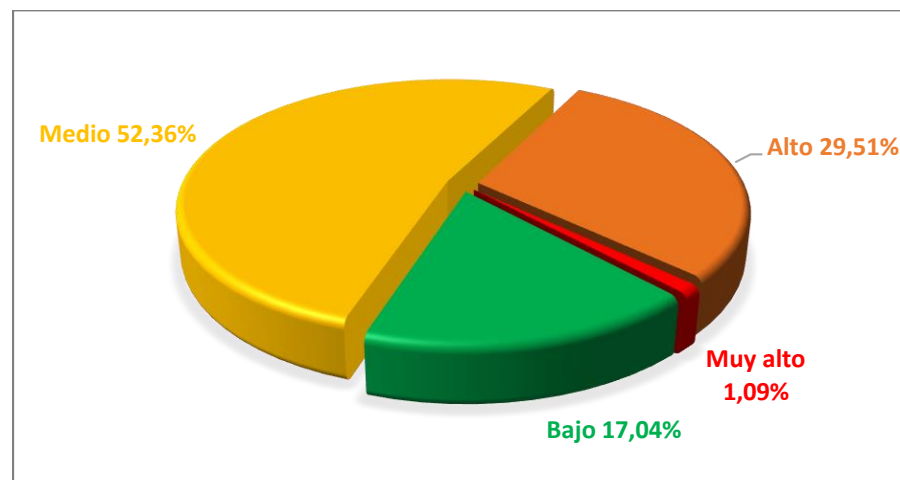
**Figura 25.** Detonante Sismo para la zona de estudio con un periodo de retorno de 475 años.

## 10. Amenaza por Movimientos En Masa

El mapa de amenaza a movimientos en masa (Figura 26) fue realizado por una combinación de mapas en el un programa SIG, a partir de los insumos de susceptibilidad, detonante lluvia y detonante sismo, respectivamente. Ya generado el mapa, se clasificó en 4 diferentes rangos (Bajo, Medio, Alto y Muy Alto) según la clasificación de amenaza relativa del SGC (2013a). Donde las zonas con mayor grado de amenaza se encuentran en norte del área de estudio.



**Figura 26.** Mapa de amenaza por movimientos en masa de la zona de estudio a escala 1:25.000. (Apéndice D)



**Figura 27.** Porcentajes del área asociada a los movimientos en masa para cada categoría de amenaza a movimientos en masa.

### 10.1. Amenaza Baja.

La clasificación de Amenaza Baja se localiza al Sureste y Sur de la zona de estudio en las veredas Primavera, Santa Rosa, Pradera, Mérida y Chanchón (Figura 26). Se encuentra entre alturas de media a alta (1050 – 2100 m.s.n.m); donde las precipitaciones máximas anuales varían entre 1500 – 2000 mm/año (IDEAM, 2019) y las precipitaciones máximas diarias calculadas en un periodo de retorno de 50 años son de 164,69 mm/día. Los valores de aceleración horizontal son de 200 a 300 PGA o  $\text{cm/s}^2$  [Aceleración Máxima del Suelo (**PGA** por sus siglas en inglés)] con daño potencial ligero, calculadas a nivel nacional (SGC, 2019) y aceleraciones horizontales a nivel de roca estimadas entre 176.91 – 178.88 [ $\text{cm/s}^2$ ] en un periodo de retorno de 475 años, siendo este último el detonante que más incide para la ocurrencia de movimientos en masa. Esta zona está afectada principalmente por la falla de San Vicente. Esta condición afecta rocas Cretácicas de las formaciones Los Santos y Rosa Blanca que presentan suelos residuales y en menor medida suelos transportados. El rango de amenaza baja representa el 17.04% (Figura 27) del área total de estudio.

### 10.2. Amenaza Media

La clasificación de Amenaza Media se localiza en toda el área de estudio y se concentra principalmente al Oeste y Suroeste, en las veredas Esmeralda, Campo hermoso, Palmira, El Naranjito, Mérida y a la vez tomando casi toda el área del casco urbano del municipio de San Vicente de Chucurí (Figura 26). Se encuentra entre alturas de baja a alta (450 – 2000 m.s.n.m); donde las precipitaciones máximas anuales varían entre 1500 – 2000 mm/año (IDEAM, 2019) y las precipitaciones máximas diarias calculadas para un periodo de retorno de 50 años son de 177.43 a 180.7 mm/día. Los valores de aceleración horizontal son de 200 a 300 PGA o  $\text{cm/s}^2$  [Aceleración

**Máxima del Suelo (PGA** por sus siglas en inglés)] con daño potencial ligero, calculadas a nivel nacional (SGC, 2019) y aceleraciones horizontales a nivel de roca estimadas entre 174.34 – 179.87 [cm/s<sup>2</sup>] en un periodo de retorno de 475 años, siendo el detonante lluvia considerado el detonante que más incide para la ocurrencia de movimientos en masa. Esta zona está afectada por las fallas: San Vicente, Cantarrana y Primavera. Esta condición afecta todas las rocas del área de estudio, principalmente rocas de la formación Rosa Blanca que presentan suelos residuales y en menor medida los suelos transportados. El rango de amenaza media es la más representativa con el 52.36% (Figura 27) del área total de estudio.

### 10.3. Amenaza Alta

La clasificación de amenaza alta se localiza en toda el área de estudio y se concentra principalmente en la región Noreste en las veredas Los Medios, Palestina, Cantarranas, Chanchón y al flanco oriental del casco urbano del municipio de San Vicente de Chucurí (Figura 26). Se encuentra entre alturas de alturas baja a media (367 – 1600 m.s.n.m.); donde las precipitaciones máximas anuales varían entre 1500 – 2000 mm/año (IDEAM, 2019) y las precipitaciones máximas diarias calculadas para un periodo de retorno de 50 años son 180.70 mm/día. Los valores de aceleración horizontal son de 200 a 300 PGA o cm/s<sup>2</sup> [**Aceleración Máxima del Suelo (PGA** por sus siglas en inglés)] con daño potencial ligero, calculadas a nivel nacional (SGC, 2019) y aceleraciones horizontales a nivel de roca estimadas en 179.87 [cm/s<sup>2</sup>] en un periodo de retorno de 475 años. Esta zona está afectada por las fallas: Barro amarillo, San Vicente y Circasia. Esta condición afecta todos los tipos de rocas de la zona de estudio, principalmente la formación Paja que presentan suelos residuales y suelos transportados. La acción combinada de los detonantes lluvia y sismo, generan un grado de meteorización de bajo a alto e inestabilidad en el terreno donde

predominan los deslizamientos traslacionales, junto a deslizamientos rotacionales, flujos y en menor medida caídas de detritos que podrían obstruir parcialmente las vías del municipio colocando en peligro factores sociales y antrópicos, un ejemplo de ello es la vía que comunica los municipios San Vicente de Chucurí y Zapatoca en el sector conocido como ‘Boquerón’. El rango de amenaza alta representa el 29.51% (Figura 27) del área total de estudio.

#### 10.4. Amenaza Muy Alta

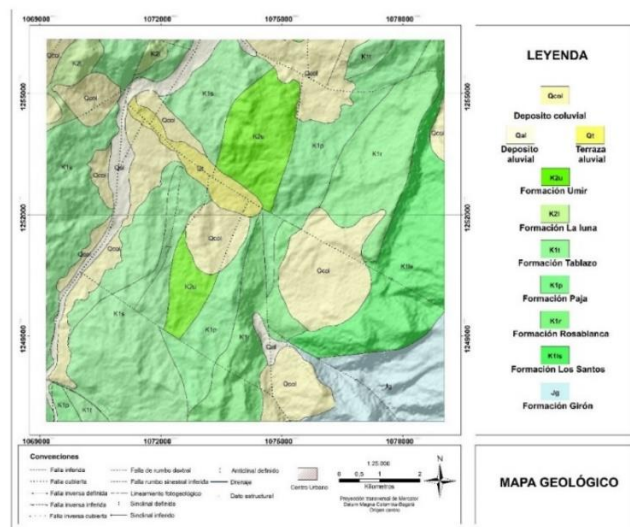
La clasificación se localiza en el norte del área de estudio y se concentra principalmente en la región Noreste en las veredas Los medios y Santa Inés (Figura 26). Se encuentra a altura media 600 - 1100 m.s.n.m; donde las precipitaciones máximas anuales varían entre 1500 – 2000 mm/año (IDEAM, 2019) y las precipitaciones máximas diarias para un periodo de retorno de retorno de 50 años son de 167.95 a 177.43 mm/día; Los valores de aceleración horizontal son de 200 a 300 PGA o  $\text{cm/s}^2$  [Aceleración Máxima del Suelo (**PGA** por sus siglas en inglés)] con daño potencial ligero, calculadas a nivel nacional (SGC, 2019) y aceleraciones horizontales a nivel de roca estimadas entre 177.92 – 179.87 [ $\text{cm/s}^2$ ] en un periodo de retorno de 475 años, siendo este último considerado el detonante que más incide para la ocurrencia de movimientos en masa. Esta zona está altamente afectada por acción de las fallas San Vicente y Circasia. Esta condición afecta rocas Cretácicas de las formaciones Tablazo y Paja que presentan suelos residuales y coluviales. La combinación de los detonantes lluvia y sismo, generan meteorizaciones entre baja a alta e inestabilidad en el terreno con presencia de deslizamientos traslacionales de gran tamaño, deslizamientos rotacionales y flujos de detritos que pueden obstruir en la vía poniendo en peligro factores sociales y antrópicos, un ejemplo de ello es en la vía que conecta Bucaramanga con San

Vicente de Chucurí en el sector conocido como “Peña de Oro”. El rango de amenaza muy alta representa el 1.09% (Figura 27) del área total de estudio.

## 11. Modelo alternativo de susceptibilidad y amenaza

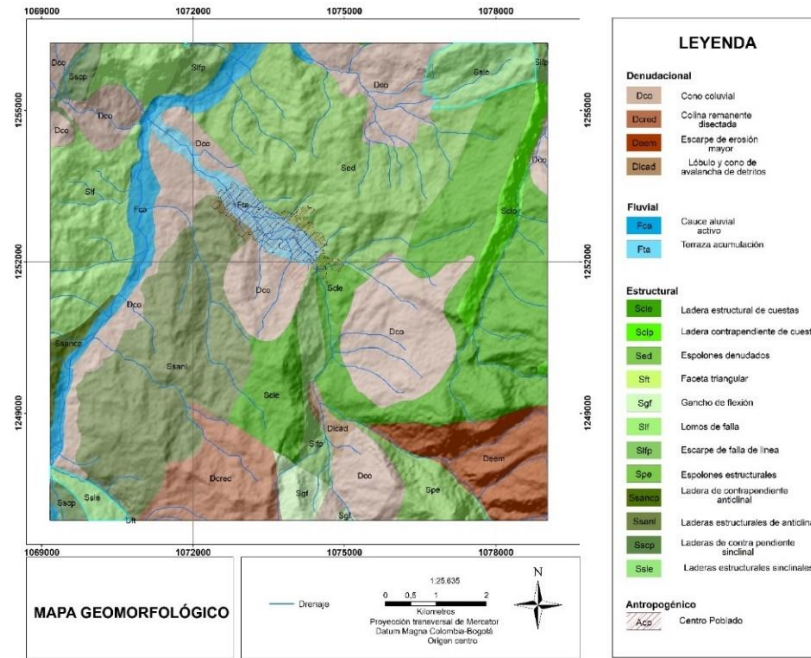
A partir de las sugerencias realizadas por parte de los calificadores se realiza un modelo alternativo basado en las cartográficas temáticas realizada dentro del convenio interadministrativo número 5263 de 2013, celebrado entre el Departamento de Santander y los municipios de San Vicente de Chucurí y Zapatoca se realizó el informe técnico denominado “Inclusión del componente de gestión del riesgo en el plan de ordenamiento territorial del municipio de San Vicente de Chucurí, Santander” evaluando las amenazas por movimientos en masa e inundación del municipio (Gobernación de Santander, 2016). Con la interpretación y los insumos realizados en el informe técnico mencionado se realiza el mapa de susceptibilidad y amenaza a manera de comparación con los propuestos en el presente trabajo de investigación.

## Geología



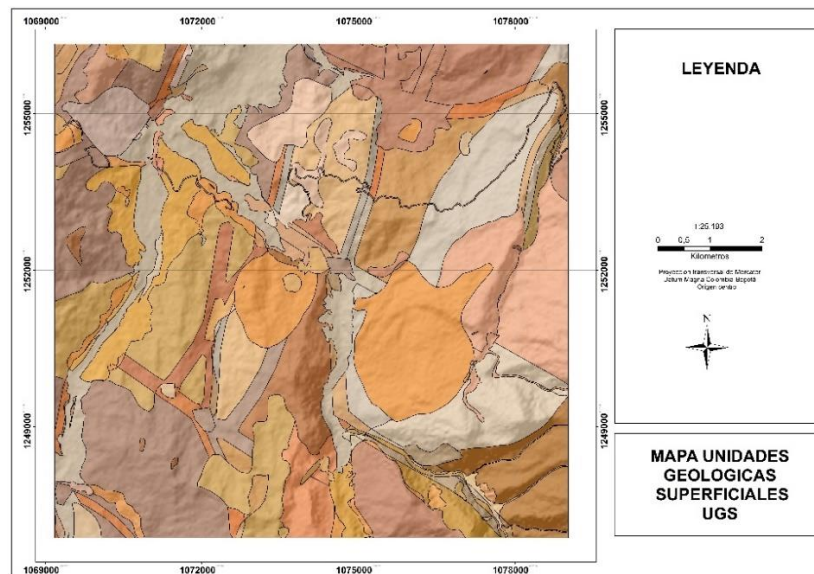
**Figura 28.** Mapa de geología. Autores Gobernación de Santander

## Geomorfología



**Figura 29.** Mapa de geomorfología. Gobernación de Santander

## Unidades Geológicas Superficiales



**Figura 30.** Mapa de Unidades Geológicas Superficiales. Gobernación de Santander.

## Susceptibilidad

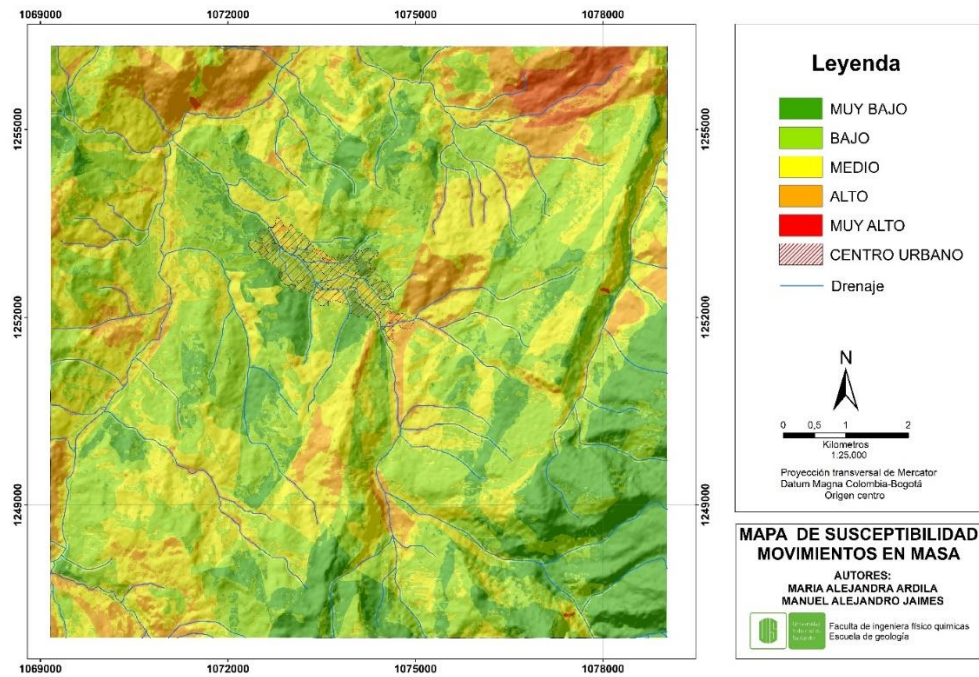


Figura 31. Mapa de susceptibilidad modelo alternativo.

## Amenaza

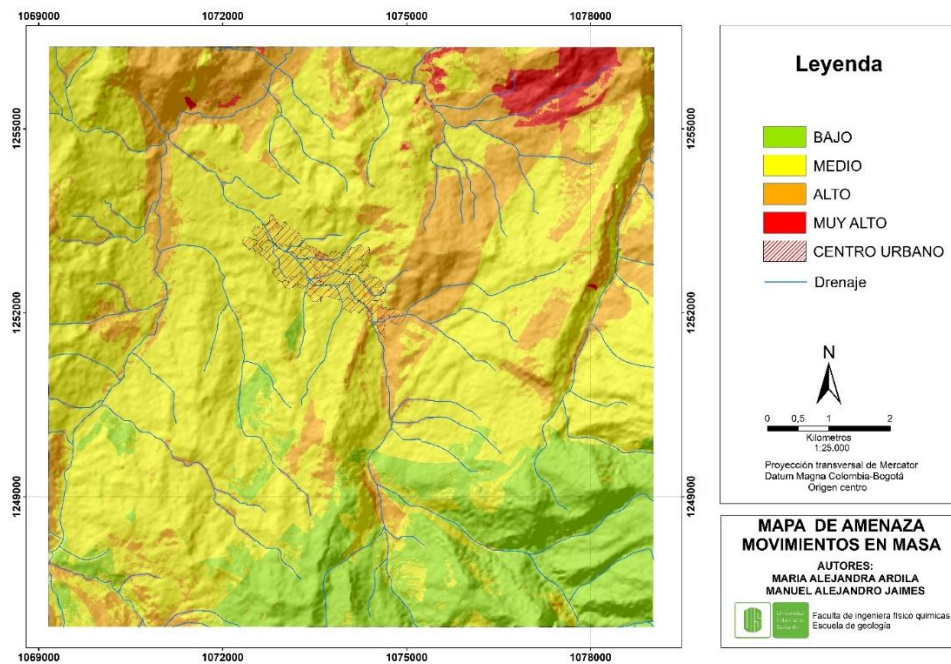


Figura 32. Mapa de Amenaza modelo alternativo.

## 12. Conclusiones

Los mapas realizados de Geomorfología, Uso del Suelo, Cobertura de la Tierra, y la actualización del mapa de geología en el área de estudio, se utilizaron como insumo para el análisis de susceptibilidad. Los resultados muestran mayores pesos de evidencia (WoE) en la clasificación del mapa de geología debido al contexto geológico del área de estudio, ubicado en una zona tectónicamente activa, como es la cordillera Oriental, además de la naturaleza de las rocas aflorantes y suelos residuales de las formaciones La Luna y Simití, mostrando susceptibilidades Media, Alta y Muy Alta sobre las laderas de estas unidades.

Desde el punto de vista geomorfológico se observa un relieve moderadamente accidentado, lo que resulta en laderas con pendientes medias a altas, principalmente sobre geoformas de origen denudacional que condicionan el inicio de movimientos en masa en la zona norte del área de estudio, como se observa en el mapa de susceptibilidad. Además, el uso de suelo sobre estas áreas, se presenta como cultivos permanentes semi-intensivos y cultivos transitorios intensivos relacionando la acción antrópica sobre el modelado del terreno y los niveles de susceptibilidad y amenaza.

El análisis de los atributos morfométricos, permitió evaluar ocho variables (Altura, Curvatura, Distancia a Vías, TWI, SPI, Orientación, Pendiente y UGS) las cuales fueron adicionadas como insumos en la generación del mapa de susceptibilidad. El análisis morfodinámico está basado en el inventario de movimientos en masa realizado para la zona de estudio, donde se obtuvo una descripción cualitativa de cada uno de los movimientos y su distribución espacial. Dada la metodología escogida para el análisis de susceptibilidad por medio del método estadístico bivariado, es indispensable la creación de este inventario con la mayor cantidad de información y

calidad disponible, con el fin de establecer las condiciones iniciales de este tipo de procesos. El inventario de movimientos en masa consta de 37 movimientos, concentrados principalmente en la zona norte de la región y en las periferias del casco urbano. También se pudo observar que la mayoría se producen a lo largo de afloramientos rocosos expuestos y causados por procesos tectónicos activos, procesos erosivos y condiciones de pendientes moderadas a altas.

El análisis del método estadístico bivariado permitió identificar las zonas más susceptibles a generar movimientos en masa en el municipio de San Vicente de Chucurí y zonas aledañas. Este análisis estadístico, demostró ser útil en la predicción de ocurrencia de este tipo de procesos con una validación del ROC= 0.956 y un porcentaje de predicción de movimientos en masa del 93%. El mapa de susceptibilidad a movimientos en masa a escala 1:25.000 fue clasificado en cinco rangos: Muy Baja, Baja, Media, Alta y Muy Alta, donde el 16% del área de estudio tiene condiciones de susceptibilidad Alta y Muy Alta; además el 45% del área del casco urbano del municipio, presenta condiciones de susceptibilidad Media en la generación de movimientos en masa.

El modelo de lluvia de diseño realizado, se basó en los datos de precipitación máxima en 24 horas de 9 estaciones pluviométricas, evaluadas para un periodo de retorno de 50 años, dando valores entre los 158,64 y 181,46 mm/día. En la zona Noroeste, se presentan los mayores valores de precipitación, coincidiendo también con las zonas que presentan alta susceptibilidad a movimientos en masa, es decir episodios de lluvias superiores a 181 mm/día podrían generar eventos de movimientos en masa para esta área.

El modelo sísmico realizado, se basó en los datos históricos de sismos de magnitud > 4.0 MI del catálogo del **SGC** para el departamento de Santander, entre enero de 1993 a julio de 2018, para un periodo de retorno de 475 años con valores de aceleración máximas horizontales que oscilan

entre 174.34 y 179.87 [cm/s<sup>2</sup>]. El mapa de detonante sismo muestra la zona Noreste con los mayores valores de aceleración máxima local que, sumado con la influencia de las fallas activas de San Vicente y Circasia, son influyentes en la generación de movimientos en masa en el sector Peña de Oro.

La generación del mapa de amenaza a movimientos en masa a escala 1:25.000, permitió desarrollar una aproximación a los cambios de estabilidad del terreno detonados por las condiciones sísmicas y climáticas del área. Este mapa se realizó siguiendo una metodología de diferentes análisis, disponibles en la literatura como el proceso de análisis jerárquico. El mapa fue clasificado en cuatro categorías Baja, Media, Alta y Muy Alta; siendo las condiciones de amenaza Media, las que prevalece en la zona de estudio correspondientes al 52.36%, incluyendo parte del casco urbano del municipio de San Vicente de Chucurí. Las categorías de amenaza Alta y Muy alta, se ubican en la zona Noreste del mapa sobre las veredas Los Medio y San Inés, específicamente en el sector llamado Peña de Oro y el sector de Cantarranas.

El uso de bases de datos abiertos como el SIMMA, el catálogo de sismos del SGC e IDEAM proporcionan información valiosa de bajo costo que puede ser utilizado durante la implementación de cualquier metodología en el campo de riesgo a fenómenos naturales, estos datos también brindan resultados de calidad, dependiendo de la información escogida y la escala de trabajo.

El modelo alternativo del mapa de susceptibilidad y amenaza propuesto en el capítulo 11 coincide en gran medida las zonas de susceptibilidad y Amenaza Alta y Muy Alta con los resultados obtenidos en el presente trabajo

### 13. Recomendaciones

Teniendo en cuenta las regiones bajo condiciones de amenaza alta y muy alta identificadas en la zona, sería conveniente un estudio más detallado por medio de metodologías determinísticas con toma de muestras, análisis de laboratorio y sondeos, con el fin de aplicar la norma sismo resistente colombiana SRN-10, para un escenario extremo y determinar el grado de inestabilidad de los materiales e infraestructura (Roca, suelos residuales, vías, casas, puentes, etc.).

A partir del mapa de amenaza propuesto se recomienda realizar un estudio de vulnerabilidad ambiental y exposición para completar la información referente al riesgo por movimientos en masa en el municipio de San Vicente de Chucurí, con el fin de incluirlos como base en la realización de trabajos de ordenamiento territorial.

Por precedentes históricos, es importante realizar el seguimiento a lo largo de los cauces de las quebradas Las Cruces, Miraflores, Cantarranas, Angostura, La Verde, La Quinta y Los Venados; pues los movimientos en masa que se presentan sobre sus cauces pueden ser los iniciadores de avenidas torrenciales.

Teniendo en cuenta el marco geológico es importante realizar un estudio sobre el comportamiento actual de las fallas registradas como “No Activas” en la zona de estudio debido a la gran densidad de movimientos en masa encontrados cerca de la falla San Vicente.

Dado que el método estadístico bivariado de pesos de evidencia depende de la calidad y cantidad de datos, se recomienda que las entidades estatales ejecuten proyectos que faciliten la actualización y mejora de bases de datos relacionados a los movimientos en masa e insumos primarios como la topografía base de Colombia, además de su disponibilidad para el fácil acceso de futuros proyectos.

### Referencias Bibliográficas

- ANI, A. N. (2016). *CONCESIÓN RUTA DEL CACAO ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL CONSTRUCCION CORREDOR VIAL BUCARAMANGA-BARRANCABERMEJA.YONDO*. Bogota.
- Arias, J. (20 de Noviembre de 2017). *Vanguardia Liberal*. Recuperado el 2 de Agosto de 2018, de <http://www.vanguardia.com/economia/local/416296-falla-geologica-genero-deslizamiento-que-cerro-via-a-san-vicente-de-chucuri>
- ASF. (1 de Diciembre de 2018). *Alaska Satellite Facility*. Obtenido de <https://earthdata.nasa.gov/about/daacs/daac-asf>
- Asociación Colombiana de ingeniería sísmica [AIS]. (2010). *Estudio general de amenaza sísmica de Colombia 2009*. Bogotá D.C.: AIS.
- Baeza, C., Lantana, N., & Amorim, M. (2016). Statistical and spatial analysis of landslide susceptibility maps with different classification systems. 75(1318), 1-17. doi:<https://doi.org/10.1007/s12665-016-6124-1>
- Banco Mundial Colombia. (2012). *Análisis de la gestión del riesgo de desastres en Colombia*. Bogotá: Banco Mundial.
- Bonham, G. (1994). *Geographic Information Systems for Geoscientists* (Vol. 13). (Pergamon, Ed.)
- Bonham-Carter, G. F., & Agterberg, F. P. (1989). Weights of evidence modeling: a new approach to mapping mineral potential: In Statistical Applications in the Earth Sciences. *Geological Survey of Canada, Paper 89-9*, 171-183.
- Bonham-Carter, G. F., Agterberg, F. P., & Wright, D. F. (1988). Integration of geological datasets for gold exploration in Nova Scotia. *Photogrammetric Engineering and Remote Sensing*, 54(11), 1585-1592.
- Brabb, E. E. (1972). *Preliminary map of landslide deposits in San Mateo County, California*. U.S. Geological Survey. Reston, VA: U.S. Geological Survey. doi:10.3133/mf344
- Brabb, E. E., Pampeyan, E. H., & Bonilla, M. G. (1978). *Landslide susceptibility in San Mateo County, California*. US Geological Survey Miscellaneous Field Studies Map.
- Caballero, V., Parra , M., & Mora, A. (2010). LEVANTAMIENTO DE LA CORDILLERA ORIENTAL DE COLOMBIA DURANTE EL EOCENO TARDÍO – OLIGOCENO TEMPRANO: PROVENIENCIA SEDIMENTARIA EN EL SINCLINAL DE NUEVO

- MUNDO, CUENCA VALLE MEDIO DEL MAGDALENA. *Boletín de geología*, 32(1), 45-77.
- Campbell, K. W., & Bozorgnia, Y. (2014). NGA-West2 Ground Motion Model for the Average Horizontal Components of PGA, PGV, and 5% Damped Linear Acceleration Response Spectra. (EERI, Ed.) *Earthquake Spectra*, 30(3), 1087–1115. doi:<https://doi.org/10.1193/062913EQS175M>
- Campbell, K., & Bozorgnia, Y. (2008). NGA ground motion model for the geometric mean horizontal component of PGA, PGV, PGD and 5% damped linear-elastic response spectra for periods ranging from 0.01 and 10.0 s. *Earthquake Spectra*, 24, 139–171.
- Carrara, A., Merenda, L., & Carratelli, E. P. (1977). Computer-based data bank and statistical analysis of slope instability phenomena. *Zeitschrift für Geomorphologie*, 21, 187-222.
- Castellanos, E., & Van Westen, C. (2001). Landslide hazard assessment using Heuristic IV Congreso de geología y minería . *Memorias, Trabajos y Resúmenes, sociedad Cubana de Geología* .
- CDMB. (2005). *Documento de diagnóstico Amenazas de Inundación y Erosión en el Río de Oro*. Bucaramanga.
- Chavez Obregón, J. A., & Alva Hurtado, J. E. (2006). *Leyes de atenuación para aceleraciones espectrales en el Perú*. Universidad Nacional de Ingeniería. Recuperado el 27 de Diciembre de 2018, de <http://cybertesis.uni.edu.pe/handle/uni/4224>
- Chen, W., Chai, H., Sun, X., Wang, Q., Ding, X., & Hong, H. (2016). A GIS-based comparative study of frequency ratio, statistical index and weights-of-evidence models in landslide susceptibility mapping. *Geocarto*(32), 367-385.
- Choi, J., Won, J., & Lee, S. (2010). Validation of an artificial neural network model for landslide susceptibility mapping. *Environmental Earth Sciences* .
- Congreso de la Republica, d. C. (2012). *Ley 1523 de 2012*. Obtenido de Alcaldia de Bogotá. Recupedaro el 01 del 12 de 2018: [www.alcaldiabogota.gov.co/sisjur/normas/Norma1.jsp?i=47141](http://www.alcaldiabogota.gov.co/sisjur/normas/Norma1.jsp?i=47141)
- CORANTIOQUIA. (2015). *AUNAR ESFUERZOS PARA LA ACTUALIZACIÓN DEL MAPA DE AMENAZAS POR MOVIMIENTOS EN MASA A ESCALA 1:100.000 PARA VEINTINUEVE MUNICIPIOS DE OFICINAS TERRITORIALES CARTAMA, CITARÁ*

- ABURRÁ SUR Y HEVÉXICOS (PARCIAL), JURISDICCIÓN DE CORANTIOQUIA. Antioquia. Medellín: CORANTIOQUIA PUBLICACIONES.
- Cruden, D. (1991). A simple definition of a landslide. *Bulletin of the International Association of Engineering Geology*.
- Doley, M., & Julian, J. (2005). The most-cited works in Geomorphology. *Geomorphology*, 238-249.
- Duddy, I. R. (2009). *Thermochronology and basin modeling and prediction: Dispelling some myths: Bucaramanga*. Bucaramanga: Geotrack International Pty Ltd.
- Ercanoglu, M., & Gokceoglu, C. (2004). Use of fuzzy relations to produce landslide susceptibility map of a landslide prone area (West Black Sea Region, Turkey). *Eng Geol*, 75(3), 229–250.
- Froude, M., & Petly, D. (2018). Global Fatal Landslide Occurrences 2004 to 2016. *Natural Hazards and Earth System Sciences Discussions*, 44.
- Fryback, D. G. (1978). Bayes rule and conditional nonindependence of data in medical diagnosis. *Computers and Biomedical Research*, 11, 423–434.
- García, K. L., & Porras, J. N. (2017). *Análisis de la susceptibilidad por movimientos en masa a escala 1:25.000 aplicando el método de redes neuronales: Caso de estudio municipio de San Andrés, Santander*. Bucaramanga, Santander, Colombia: Universidad Industrial de Santander.
- Gobernación, S. (2016). *Inclusión del componente de gestión del riesgo en el plan básico de ordenamiento territorial del municipio de San Vicente de Chucurí Santander*. Bucaramanga. Obtenido de [http://www.minambiente.gov.co/images/cambioclimatico/pdf/gesti%C3%B3n\\_del\\_riesgo/\\_Gesti%C3%B3n\\_del\\_Riesgo\\_en\\_OT\\_San\\_Vicente\\_de\\_Chucur%C3%AD.pdf?fbclid=IwAR3kaNeyXPBttvz8ZZ2XgjMxhX0Hk--CbWyGTrpp8kGpMwDQswaFzeL0MzM](http://www.minambiente.gov.co/images/cambioclimatico/pdf/gesti%C3%B3n_del_riesgo/_Gesti%C3%B3n_del_Riesgo_en_OT_San_Vicente_de_Chucur%C3%AD.pdf?fbclid=IwAR3kaNeyXPBttvz8ZZ2XgjMxhX0Hk--CbWyGTrpp8kGpMwDQswaFzeL0MzM)
- Gómez, E., Jordan, T., Allmendinger, R., Hegarty, K., & Kelley, S. (2005). Syntectonic Cenozoic sedimentation in the northern middle Magdalena Valley Basin of Colombia and implications for exhumation of the Northern Andes. *Geological Society of America Bulletin*, 547-569.
- Goudie, A. (2004). *Encyclopedia of Geomorphology*. Routledge, London.

- Gruber, S., & Peckham, S. (2009). Land-Surface Parameters and. En T. Hengl (Ed.), *Geomorphometry: Concepts, Software, Applications* (Vol. 33). Elsevier. Recuperado el 6 de 11 de 2018
- Gutenberg, B., & Richter, C. (1944). Frequency of earthquakes in California . *Bulletin of the Seismological Society of America*, 185-188.
- Guzzetti, F., Peruccacci, S., Rossi, M., & Stark, C. (2008). The rainfall intensity-duration control of shallowlandslides and debris flows: An update. *Landslides*, 3-17.
- Hermelin, M. (1987). *Bases de geología ambiental*. Medellín: Universidad Nacional de Colombia.
- Ibañez, D., Castro, E., Castro, J., Pérez, R., & Cuellar, M. (2012). Geología y Geomorfología para la evaluación de la amenaza por movimientos en masa en el municipio de Soacha, Cundinamarca, Colombia. En J. Montero (Ed.), *IV Simposio Panamericano de Deslizamientos IVSPD*.
- IDEAM. (2010). *LEYENDA NACIONAL DE COBERTURAS DE LA TIERRA: Metodología CORINE LAND COVER adaptada para Colombia Escala 1:100.000*. Bogotá D.C.: Instituto de hidrología, meteorología y estudios ambientales.
- IDEAM. (2012). *Ecosistemas*. Recuperado el 29 de 11 de 2018, de <http://www.ideam.gov.co/web/ecosistemas/coberturas-tierra>
- IDEAM. (24 de 01 de 2019). *Atlas climatologico de Colombia*. Obtenido de IDEAM: <http://atlas.ideam.gov.co/visorAtlasClimatologico.html>
- INGEOMINAS. (2001a). *Mapa de categorías de amenaza relativa por movimientos en masa de Colombia, escala 1:500.000*. Bogotá D.C.: INGEOMINAS.
- INGEOMINAS. (2001b). *Zonificación de amenaza por movimientos en masa y zonificación geomecánica de la cuenca del Río Combeima, Ibagé, Tolima Escala 1:25.000*. Bogotá: Ingeominas.
- INGEOMINAS. (2003). *Mapa de zonificación de amenazas empleando SIG y el método estadístico bivariado realizada para la ciudad de Villavicencio, Colombia*. Bogotá D.C.: INGEOMINAS PUBLICACIONES.
- INGEOMINAS. (2012). Mapa Nacional de Amenaza por Movimientos en masa (escala 1:500.000). En INGEOMINAS (Ed.). Manizales, Colombia. doi:10.13140/RG.2.2.14231.16800

- INGEOMINAS. (2004). *Proyecto Compilación y Levantamiento de la Información Geomecánica: Propuesta Metodológica para el Desarrollo de la Cartografía Geomorfológica para la Zonificación Geomecánica*. Bogotá: Ingeominas.
- INGEOMINAS-CVC. (2001). *Guía Metodológica para la zonificación de amenazas por Fenómenos de Rotación en Masa*. Bogotá: INGEOMINAS .
- INVIAS. (2009). *Manual de drenaje para carreteras*. Bogotá: Instituto Nacional de Vías .
- Londoño, J. (2006). *EVALUACIÓN HOLÍSTICA DE RIESGOS FRENTE A MOVIMIENTOS EN MASA EN ÁREAS URBANAS ANDINAS. ESTUDIO CASO MANIZALES*. Manizales, Caldas, Colombia: Universidad Nacional de Colombia.
- Malamud, B. D., Turcotte, D. L., Guzzetti, F., & Reichenbach, P. (2004). Landslide inventories and their statistical properties. *Earth Surface Processes and Landforms*, 29(6), 687-711.
- Mendo Rodríguez, A. R. (2015). 'BASES PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE LA NORMA PERUANA DE ANÁLISIS Y DISEÑO DE EDIFICIOS CON AISLACIÓN SÍSMICA'. PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL PERU, Escuela de postgrados. Lima: PUCP. Recuperado el 2018 de Diciembre de 20, de [http://tesis.pucp.edu.pe/repositorio/bitstream/handle/123456789/6817/MENDO\\_ARNOLD\\_BASES\\_IMPLEMENTACION\\_NORMA\\_PERUANA\\_EDIFICIOS\\_ANEXOS.pdf?sequence=2](http://tesis.pucp.edu.pe/repositorio/bitstream/handle/123456789/6817/MENDO_ARNOLD_BASES_IMPLEMENTACION_NORMA_PERUANA_EDIFICIOS_ANEXOS.pdf?sequence=2)
- Minería, S. N. (2007). *movimientos en masa en la región andina: una guía para la evaluación de amenaza*. Publicación Geológica Multinacional.
- Ministerio de Agricultura. (1977). DECRETO 1449 DE 1977. Bogotá D.C.: República de Colombia. Obtenido de [http://www.minambiente.gov.co/images/normativa/app/decretos/35-dec\\_1449\\_1977.pdf](http://www.minambiente.gov.co/images/normativa/app/decretos/35-dec_1449_1977.pdf)
- Monroy, W., & Sandoval, M. (2015). *Exploración y evaluación de carbones en el área Vanegas-San Vicente de Chucurí- Río Cascajales del departamento de Santander* . Bogotá: Servicio Geológico Colombiano.
- Mora, A., Parra, M., Kammer, A., & Dimate, C. (2006). Cenozoic contractional reactivation of Mesozoic extensional structures in the Eastern Cordillera of Colombia. *Tectonics*, 1-19.
- Municipio de San Vicente de Chucurí . (2016). *Plan de Desarrollo Municipal "San Vicente Somos Todos 2016-2019"*.

- Municipio de San Vicente de Chucurí. (2012). *Plan De Acción Territorial Para La Prevención, Atención, Asistencia Y Reparación Integral De Las Víctimas Del Conflicto Armado Interno Colombiano*. Obtenido de <http://cdim.esap.edu.co/BancoMedios/Documentos%20PDF/sanvicentede-chucurisand-erpat2012.pdf>
- Naciones Unidas, U. (2009). *Terminología sobre reducción del riesgo de desastres*. Ginebra: Naciones Unidas.
- Ordaz , M., & Singh, S. K. (1992). Source spectra and spectral attenuation of seismic waves from Mexican earthquakes, and evidence of amplification in the hill zone of Mexico City. *Bulletin of the Seismological Society of America*, 82(1), 24-43.
- Ordaz, M. (2000). *Metodología para la evaluación del riesgo sísmico enfocada a la gerencia de seguros por terremoto*. Mexico D.F.: Universidad Nacional Autónoma de México.
- Organización de los Estados Americanos [OEA]. (1991). *Desastres, planificación y desarrollo: manejo de amenazas naturales para reducir los daños*. Washington: Organización de los Estados Americanos.
- Oscar, L., & Edgar, J. (2015). *Contribución al conocimiento geológico del sector suroeste de la plancha 120-III-C Valle Medio del Magdalena*. Tesis de grado, Universidad Industrial de Santander, Bucaramanga.
- Parra, M., Mora, A., Jaramillo , C., Strecker , M., Sobel, E., Quiroz, L., . . . Torres, V. (2009). Orogenic wedge advance in the northern Andes: Evidence from the Oligocene-Miocene sedimentary record of the Medina Basin, Eastern Cordillera, Colombia. *Geological Society of America Bulletin*( 121), 780-800.
- Penck, A. (1894). *Morphologie Der Erdoberfläche*. Englehorn: Stuttgart.
- Pourghasemi, H. R., Pradhan, B., Gokceoglu, C., & Deylami Moezzi, K. (2012). *Terrigenous Mass Movements*. Berlin Heidelberg: Springer. doi:10.1007/978-3-642-25495-6\_2
- RCN Radio. (30 de Diciembre de 2017). *RCN Radio*. Recuperado el 2 de Agosto de 2018, de <https://www.rcnradio.com/colombia/santanderes/via-zapatoca-san-vicente-chucuri-esta-cerrada-deslizamientos>.
- Royero, J., & Clavijo, J. (2001). *Cenozoic contractional reactivation of Mesozoic extensional structures in the Eastern Cordillera of Colombia*. Bogotá: Ingeominas.

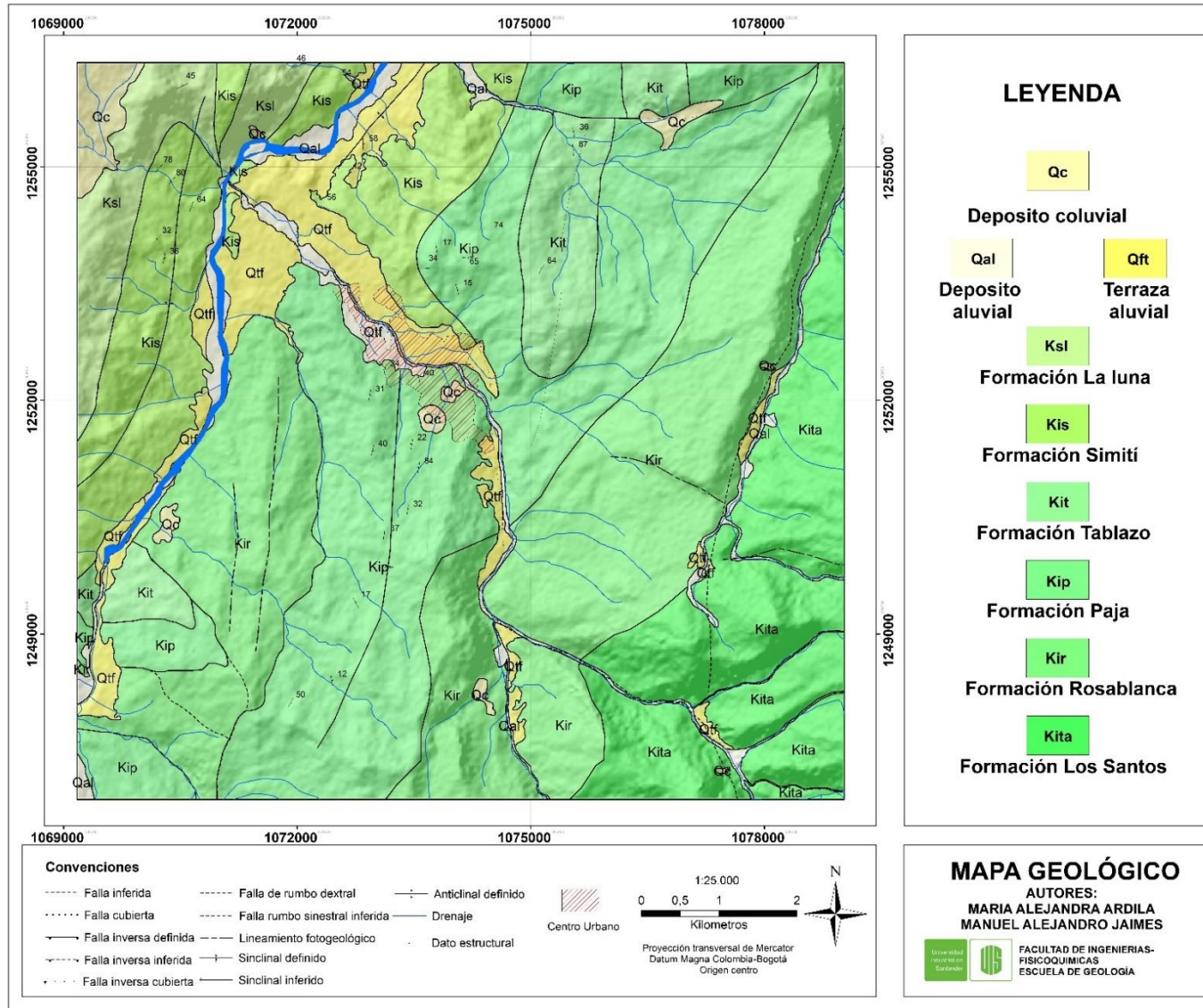
- Servicio geológico Colombiano [SGC]. (2013a). *DOCUMENTO METODOLÓGICO DE LA ZONIFICACIÓN DE SUSCEPTIBILIDAD Y AMENAZA POR MOVIMIENTOS EN MASA ESCALA 1:100.000* (Vol. 2). Bogotá D.C., Colombia: SGC.
- Servicio geológico Colombiano [SGC]. (2013b). *Glosario de unidades y elementos geomorfológicos escalas 1:100.000 y 1:25.000*. Bogotá: Servicio geológico Colombiano.
- Servicio Geológico Colombiano [SGC]. (2017b). *LAS AMENAZAS POR MOVIMIENTOS EN MASA DE COLOMBIA: Una visión a escala 1:100.000*. Bogotá, D. C. - Colombia: Servicio Geológico Colombiano (SGC).
- Servicio geológico Colombiano [SGC]. (Diciembre de 2018). *Servicio geológico Colombiano*.  
Obtenido de Consulta catálogo sísmico :  
<https://www2.sgc.gov.co/sgc/sismos/Paginas/catalogo-sismico.aspx>
- Servicio Geológico Colombiano [SGC]. (24 de 01 de 2019). *Amenaza sísmica*. Obtenido de Servicio geológico colombiano: [http://srvags.sgc.gov.co/JSViewer/Amenaza\\_Sismica/](http://srvags.sgc.gov.co/JSViewer/Amenaza_Sismica/)
- Servicio Geológico Colombiano [SGG]. (2017a). *Guía Metodológica para la Zonificación de Amenaza por Movimientos en Masa Escala 1:25000*. Bogotá D.C. - Colombia: Servicio Geológico Colombiano.
- Servicio nacional de meteorología e hidrología del Perú [Senamhi]. (2016). *Caracterización hidrológica de los distritos de Pampas y Santiago de Tucuma*. Lima, Perú: Minagro.  
Recuperado el 6 de 11 de 2018
- Soeters, R. (1976). *Apuntes sobre la clase de geomorfología*. Bogotá D.C., Cundinamarca, Colombia: Castastro.
- Suarez Diaz, J. (Julio de 1998). *Deslizamientos y estabilidad de taludes en zonas tropicales*. Bucaramanga: Ingenieria de Suelos Ltda.
- Suarez, S. (20 de Mayo de 2011). La tragedia de San Vicente de Chucurí ya cobró dos víctimas. *Vanguardia Liberal*, págs. <http://www.vanguardia.com/historico/105187-la-tragedia-de-san-vicente-de-chucuri-ya-cobro-dos-victimas>.
- Thornbury, W. D. (1960). *Principios de geomorfología*. Buenos aires, Argentina: Kapelusz.
- Toussaint, J., & Restrepo, J. (1988). Terranes and Continental Accretion in the Colombian Andes. En *IGCP Reports* (págs. 189, 193).
- United States Geological Survey (USGS). (2004). *Landslide Types and Processes*. Obtenido de United States Geological Survey: <https://pubs.usgs.gov/fs/2004/3072/fs-2004-3072.html>

- Valencia , J., & Martinez-Graña, M. (2018). A neural network model applied to landslide susceptibility analisys (Capitanejo, Clombia). *Geomatics, Natural Hazard and Risk*, 9(1), 1106-1128.
- Van Westen, C. (1994). GIS in landslide hazard zonation : a review, with examples from the Andes of Colombia. *Mountain environments & geographic information systems*, 135-166.
- Van Westen, C. (2002). Use of weights of evidence modeling for landslide susceptibility mapping. 302-333.
- Van Westen, C. J. (1993). *Application of geograpfical Informatio system to landslide hazard zonation*. Twentee: ITC Publication.
- Van Westen, C. J., Castellanos, E., & Kuriakose, S. L. (2008). Spatial data for landslide susceptibility, hazard, and vulnerability assessment: An overview. *Engineering Geology* , 102, 112-131.
- Van Westen, C. J., Van Asch, T. W., & Soeters, R. (2006). Landslide hazard and risk zonation: why is it still so difficult? *Bulletin of Engineering Geology and the Environment*, 65, 167–184.
- Van Westen, C., Corominas, J., Frattini, P., Cascini, L., Malet, J., Fotopoulou, S., . . . Van Den Eeckhaut, M. (May de 2013). Recommendations for the quantitative analysis of landslide risk. *Bulletin of Engineering Geology and Environment*, 73, 209-263.
- Van Westen, C., Rengers, N., & Terlien, T. (1997). Prediction of the occurrence of slope instability phenomenal through GIS-based hazard zonation. *International Journal of Earth Sciences*, 404.
- Varnes, D. (1978). Slope movement types and processes. En *Landslides: Analysis and Control*, (págs. 11-33). Washington: Transportation Research Board.
- Varnes, D. (1984). *Landslides Hazard Zonation: A Review of Principles and Practice* . Paris: UNESCO PRes.
- Wang, Q., Li, W., Wu, Y., Pei, Y., Xing, M., & Yang, D. (2016). A comparative study on the landslide susceptibility mapping using evidential belief function and weights of evidence models. (SPRINGER, Ed.) *Journal of earth system science*, 645–662. Obtenido de <https://www.ias.ac.in/article/fulltext/jess/125/03/0645-0662>
- Ward, D., Richard, G., Andres, J., & Jaime, C. (2013). *Geologia de la Plancha 120 Bucaramanga escala 1:100.000*.

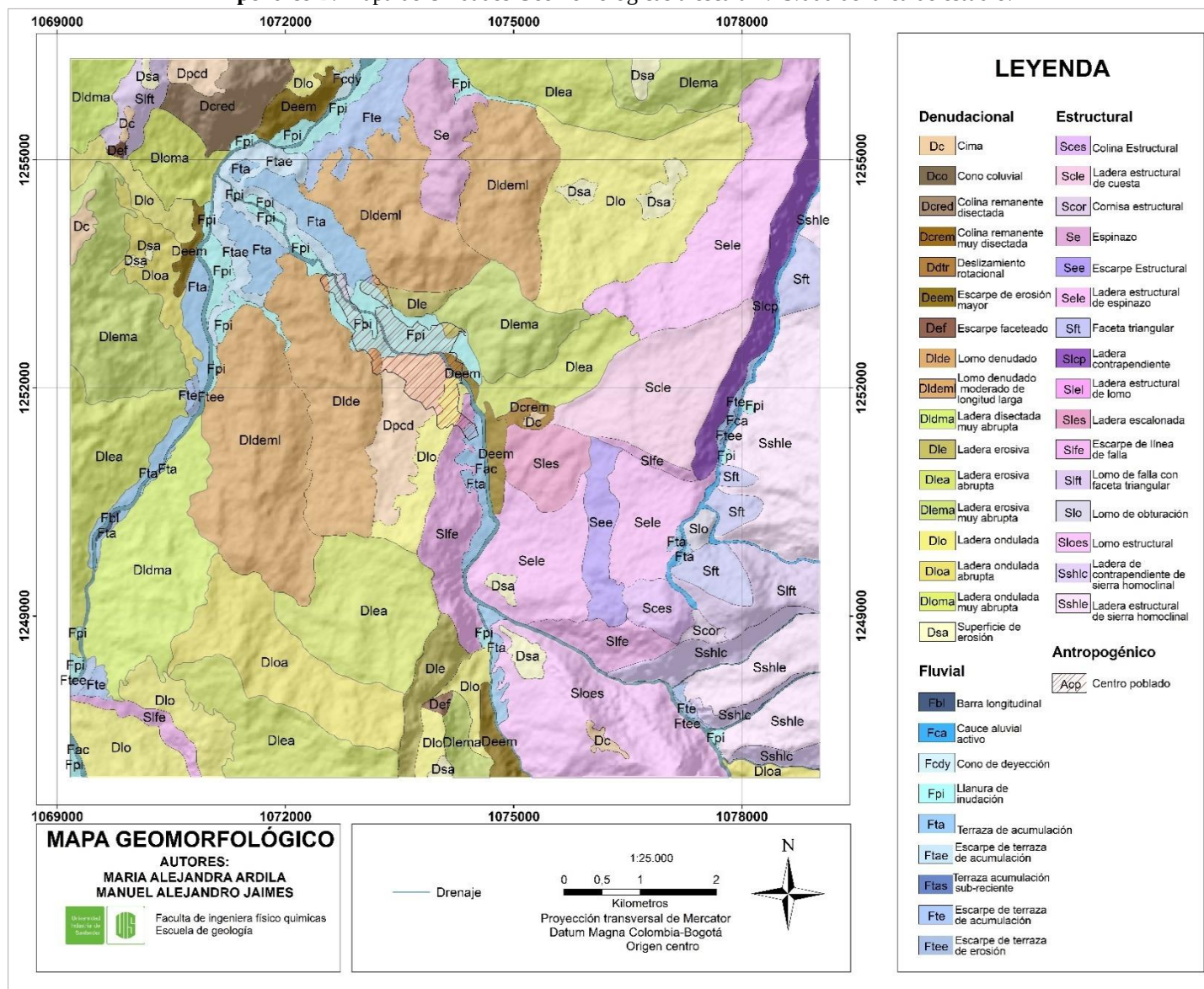
- WMO, W. M. (1986). *Manual for estimation of problem maximum precipitation*. Switzarland: World Meteorological Organization.
- Youssef, A. M., Oradhan, B., Jebur, M. N., & El-Harbi, H. M. (2015). Landslide susceptibility mapping using ensemble bivariate and multivariate statistical models in Fayfa area, Saudi Arabia. (Springer, Ed.) *Environmental Earth Sciences*, 73, 3745-3761. doi:<https://doi.org/10.1007/s12665-014-3661-3>
- Zinck, J. A. (2012). *Geopedología. Elementos de geomorfología para estudios de suelos y de riesgos naturales*. ITC. Recuperado el 2018 de Diciembre de 3, de [https://www.researchgate.net/publication/259935872\\_Geopedologia\\_Elementos\\_de\\_geomorfologia\\_para\\_estudios\\_de\\_suelos\\_y\\_de\\_riesgos\\_naturales](https://www.researchgate.net/publication/259935872_Geopedologia_Elementos_de_geomorfologia_para_estudios_de_suelos_y_de_riesgos_naturales)

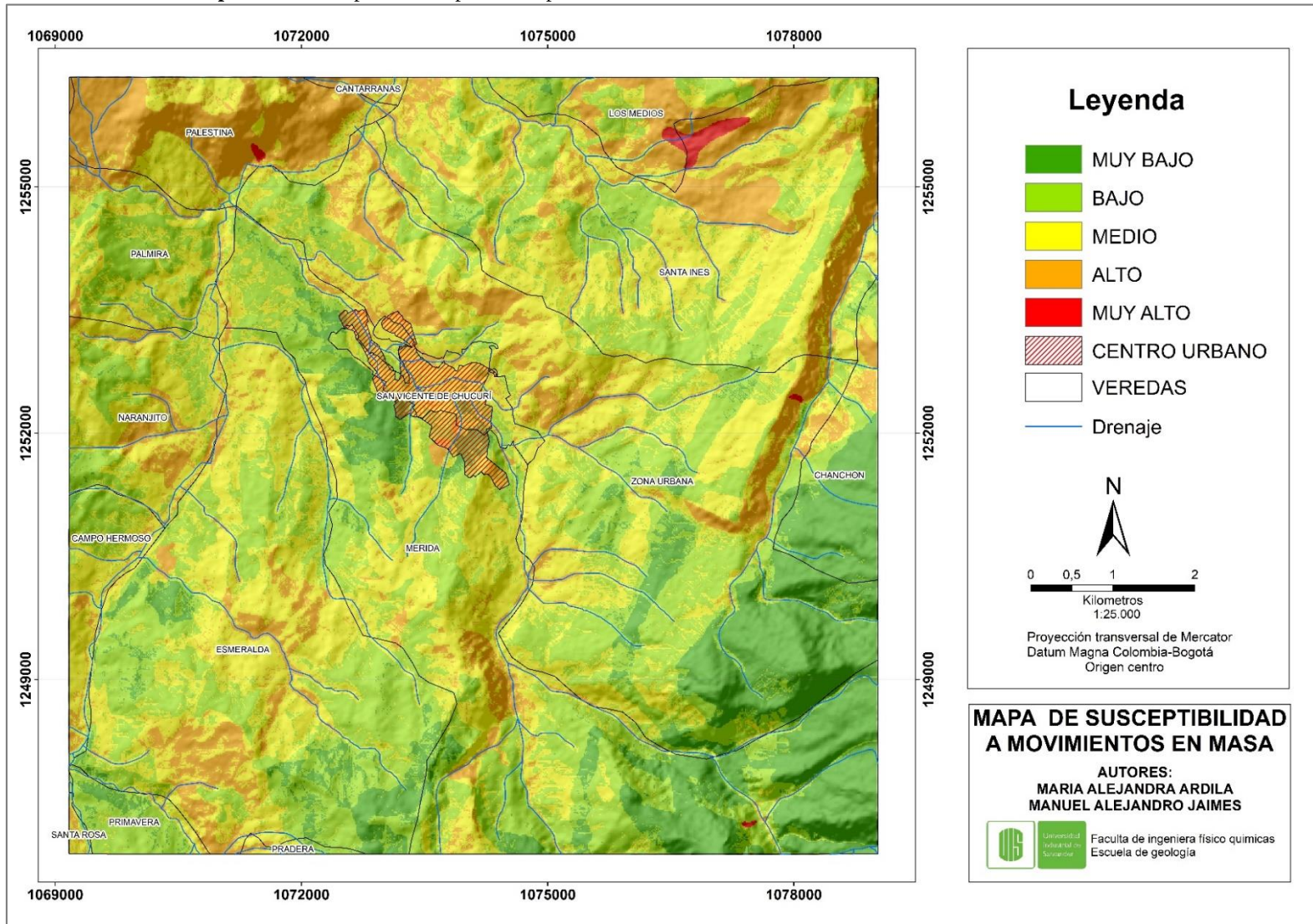
## **Apéndices**

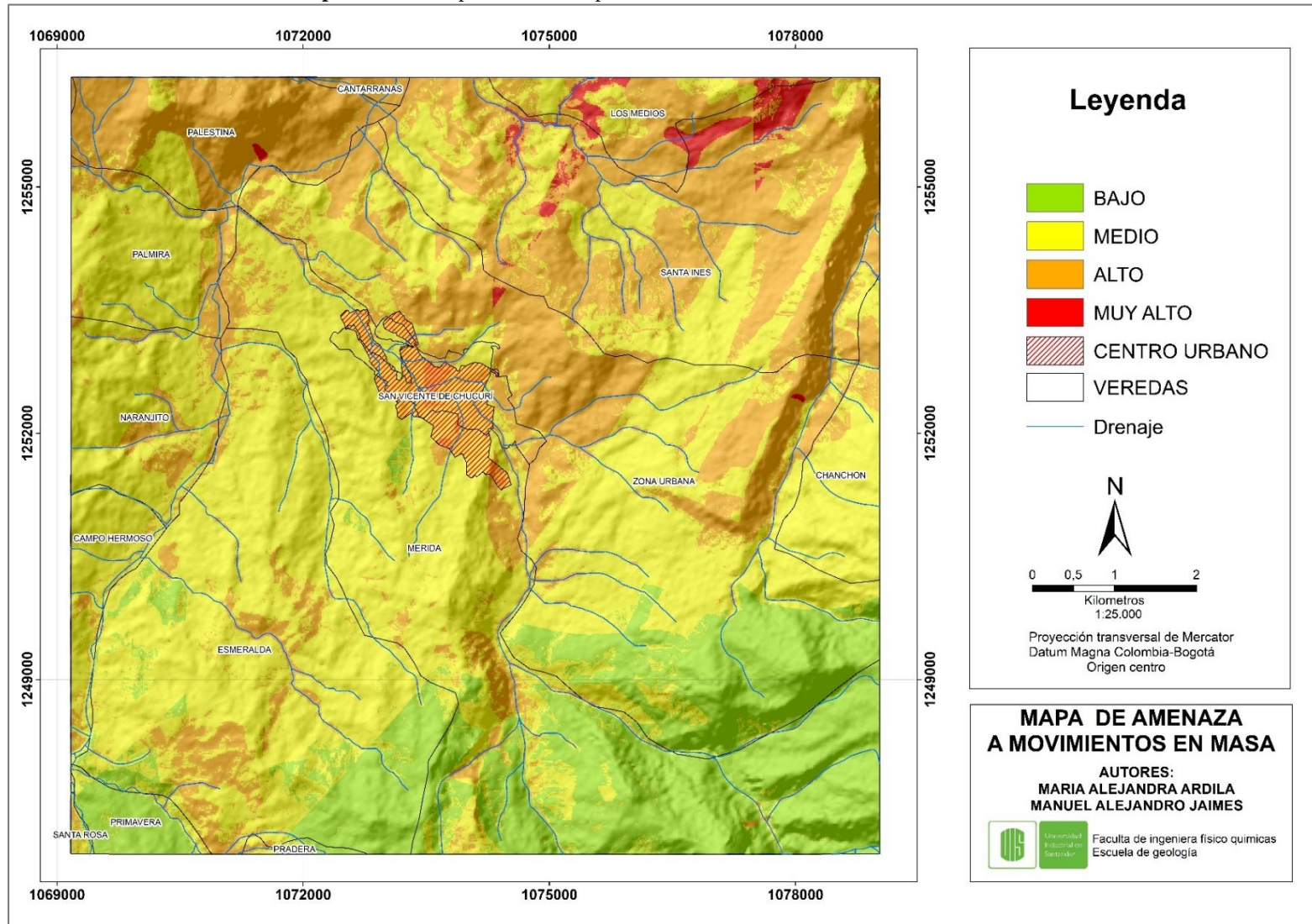
**Apéndice A.** Mapa de las unidades litológicas a escala 1:25.000 realizado para el área de estudio. Modificado de Monroy & Sandoval (2015).

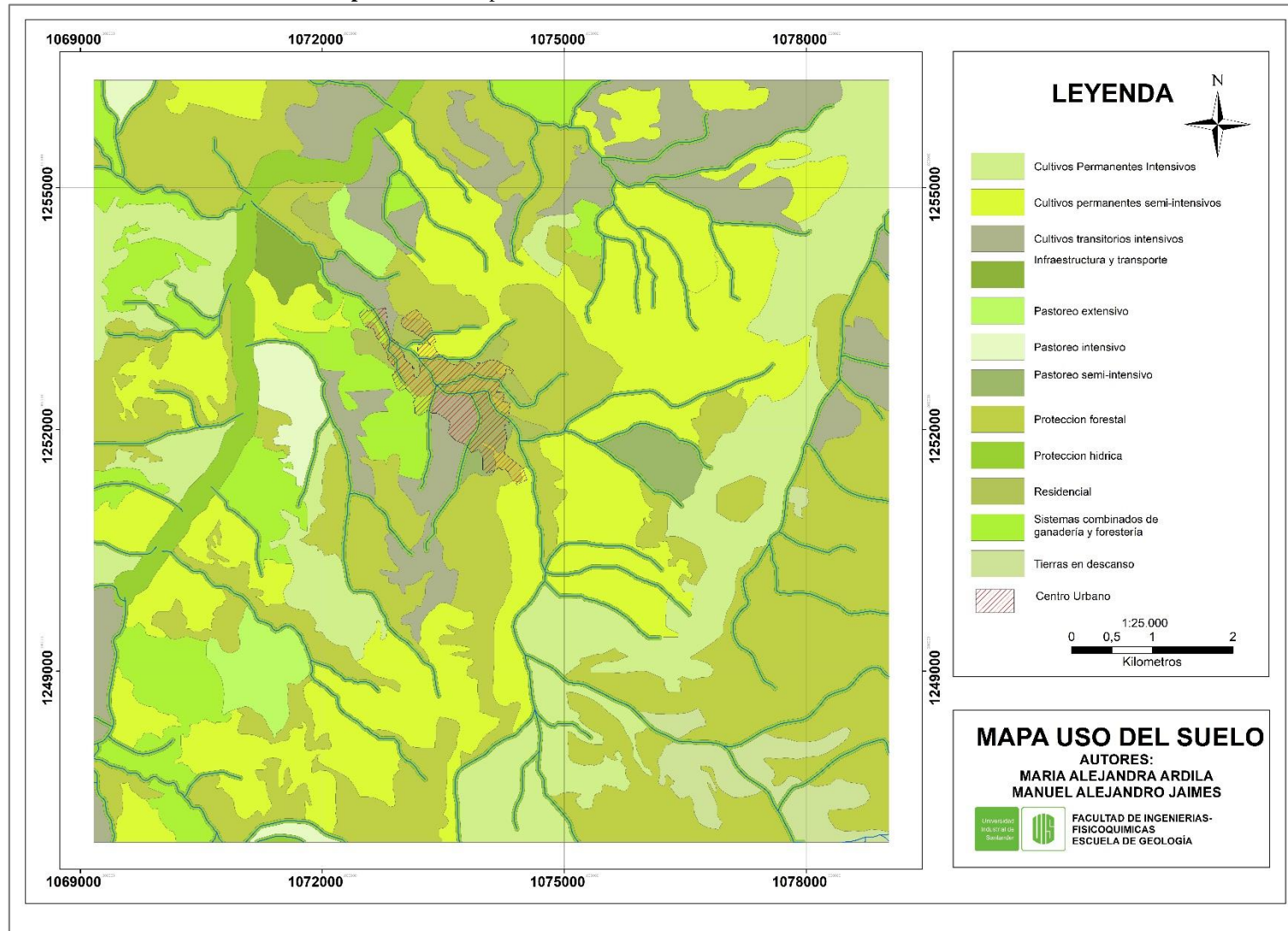


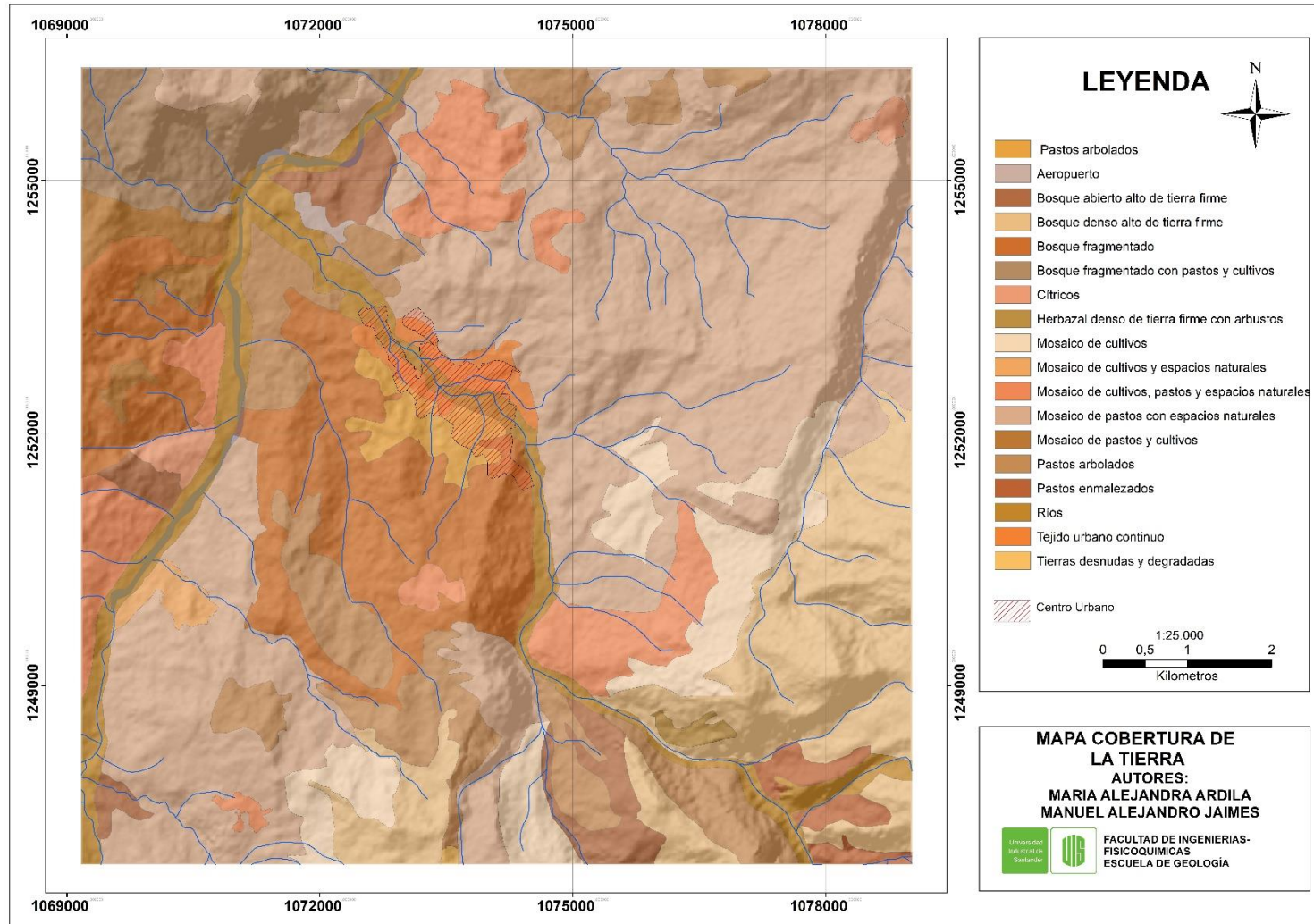
**Apéndice B.** Mapa de Unidades Geomorfológicas a escala 1:25.000 del área de estudio.

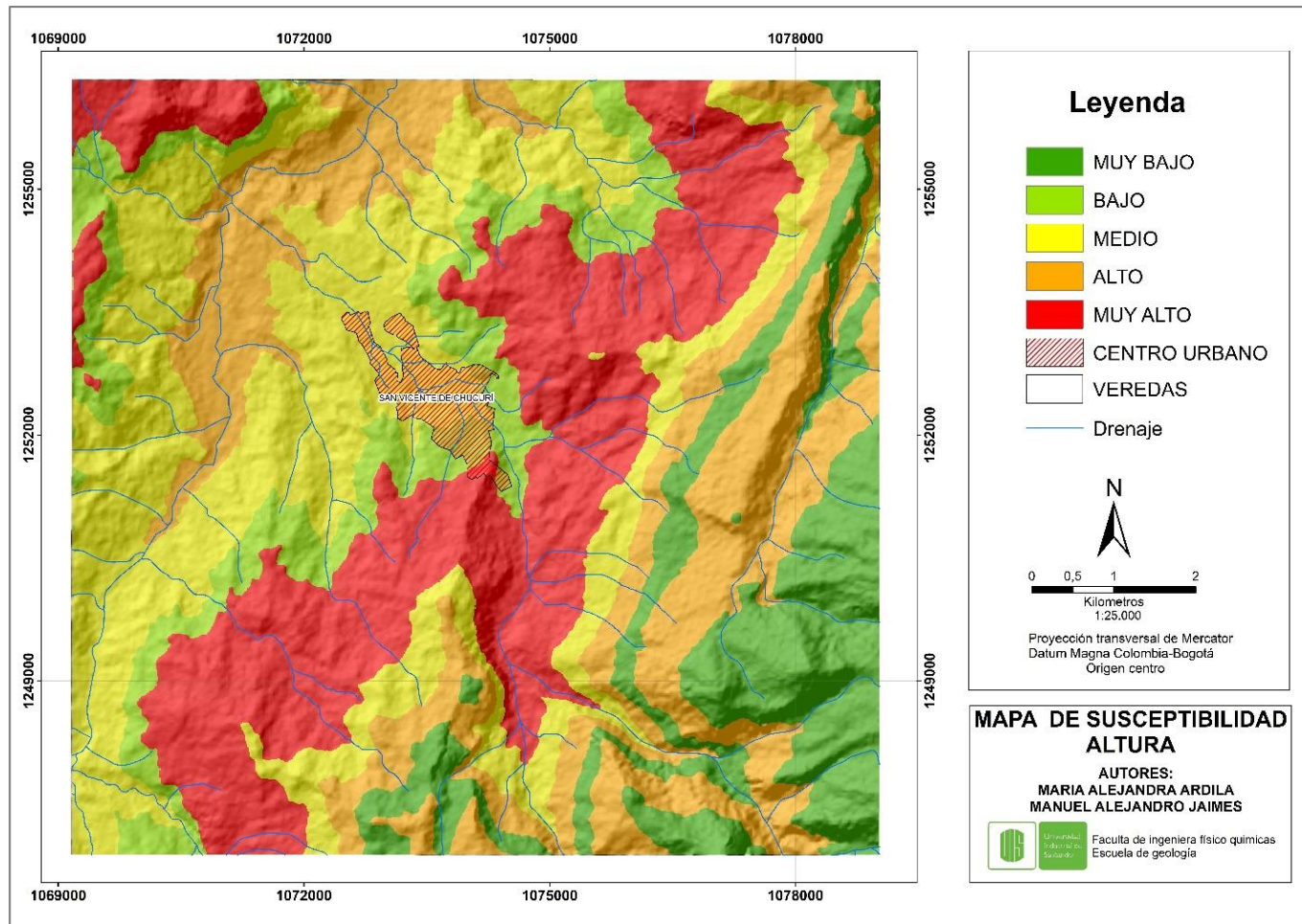


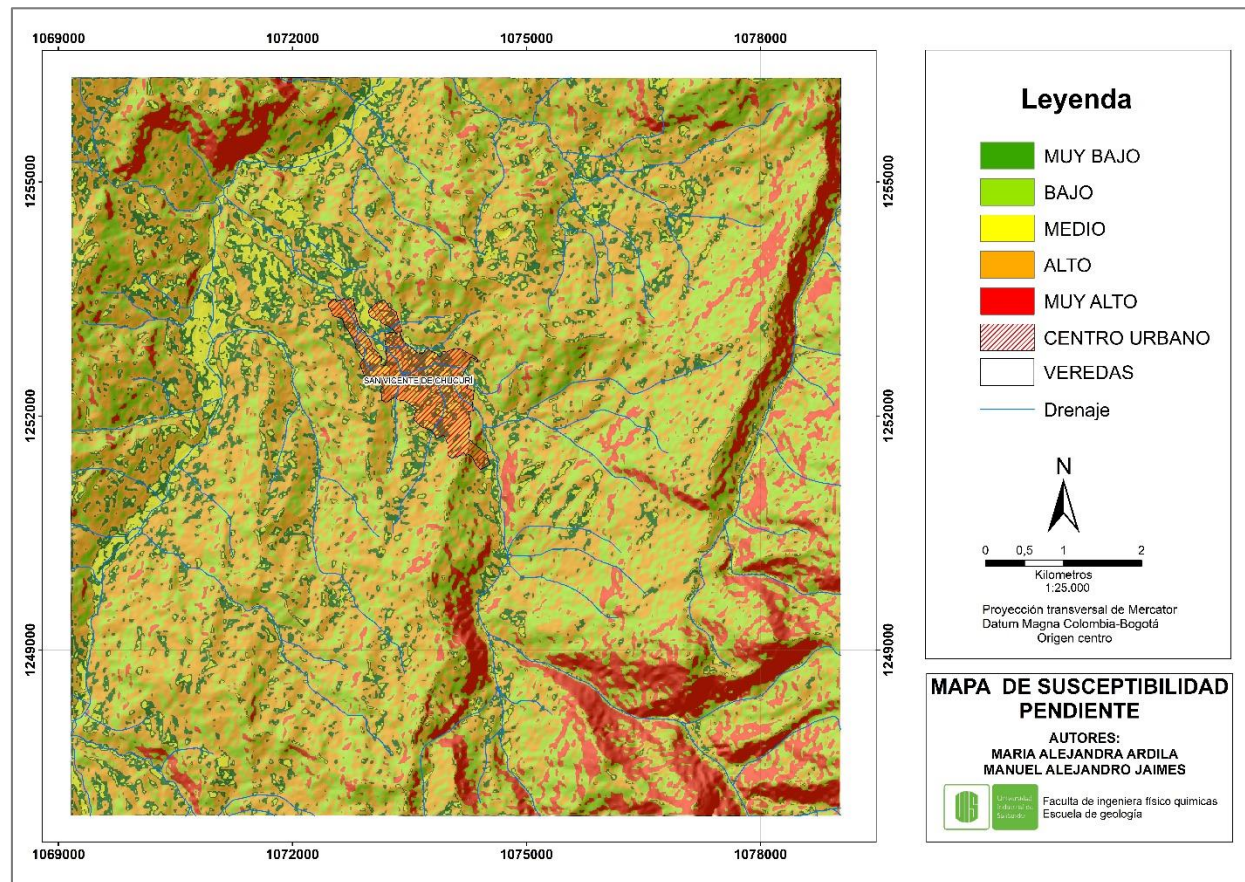
**Apéndice C.** Mapa de susceptibilidad por movimientos en masa escala 1:25.000. de la zona de estudio.

**Apéndice D.** Mapa de amenaza por movimientos en masa de la zona de estudio.

**Apéndice E.** Mapa de uso del suelo a escala 1:25.000 del área de estudio.

**Apéndice F.** Mapa de cobertura de la tierra a escala 1:25.000 del área de estudio.

**Apéndice G.** Mapa de susceptibilidad altura a escala 1:25.000 del área de estudio.

**Apéndice H.** Mapa de susceptibilidad pendiente a escala 1:25.000 del área de estudio

**Apéndice I.** Valores de peso final para cada clasificación y factor condicionante en la elaboración del mapa de susceptibilidad por medio del análisis estadístico bivariado.

| 1. ALTURA                                        |           |       |       |        |        |                   |
|--------------------------------------------------|-----------|-------|-------|--------|--------|-------------------|
| Clasificación                                    | classlide | npix1 | npix2 | npix3  | npix4  | Wfinal            |
| 368-484                                          | 104       | 104   | 1858  | 43389  | 551165 | -0,445832719      |
| 484-600                                          | 78        | 78    | 1884  | 62022  | 532532 | -1,139085766      |
| 600-716                                          | 30        | 30    | 1932  | 64381  | 530173 | -2,161524789      |
| 716-832                                          | 25        | 25    | 1937  | 58430  | 536124 | -2,238279784      |
| 832-948                                          | 697       | 697   | 1265  | 55114  | 539440 | 1,580289841       |
| 948-1064                                         | 556       | 556   | 1406  | 49528  | 545026 | 1,365763589       |
| 1064-1180                                        | 242       | 242   | 1720  | 45642  | 548912 | 0,421171982       |
| 1180-1296                                        | 41        | 41    | 1921  | 40826  | 553728 | -1,344470604      |
| 1296-1412                                        | 60        | 60    | 1902  | 37947  | 556607 | -0,875443671      |
| 1412-1528                                        | 1         | 1     | 1961  | 35785  | 558769 | -4,937798454      |
| 1528-1644                                        | 77        | 77    | 1885  | 30067  | 564487 | -0,370184515      |
| 1644-1760                                        | 51        | 51    | 1911  | 23595  | 570959 | -0,5420697        |
| 1760-1876                                        | 0         | 0     | 1962  | 19036  | 575518 | -4,937798454      |
| 1876-1992                                        | 0         | 0     | 1962  | 17456  | 577098 | -4,937798454      |
| 1992-2108                                        | 0         | 0     | 1962  | 11336  | 583218 | -4,937798454      |
| 2. COBERTURA                                     |           |       |       |        |        |                   |
| Clasificación                                    | classlide | npix1 | npix2 | npix3  | npix4  | Wfinal            |
| Aeropuerto                                       | 0         | 0     | 1962  | 1075   | 593479 | -2,899302826      |
| Bosque abierto alto de tierra firme              | 0         | 0     | 1962  | 16945  | 577609 | -2,899302826      |
| Bosque denso alto de tierra firme                | 0         | 0     | 1962  | 62941  | 531613 | -2,899302826      |
| Bosque fragmentado                               | 61        | 61    | 1901  | 69353  | 525201 | -2,046451312      |
| Bosque fragmentado con pastos y cultivos         | 173       | 173   | 1789  | 23877  | 570677 | 0,206025758       |
| Cítricos                                         | 41        | 41    | 1921  | 3981   | 590573 | 0,520769636       |
| Herbazal denso de tierra firme con arbustos      | 0         | 0     | 1962  | 1593   | 592961 | -2,899302826      |
| Mosaico de cultivos                              | 0         | 0     | 1962  | 33519  | 561035 | -2,899302826      |
| Mosaico de cultivos y espacios naturales         | 0         | 0     | 1962  | 3106   | 591448 | -2,899302826      |
| Mosaico de cultivos, pastos y espacios naturales | 14        | 14    | 1948  | 38581  | 555973 | -2,899302826      |
| Mosaico de pastos con espacios naturales         | 1535      | 1535  | 427   | 220059 | 374495 | 1,179422931       |
| Mosaico de pastos y cultivos                     | 0         | 0     | 1962  | 8802   | 585752 | -2,899302826      |
| Pastos arbolados                                 | 108       | 108   | 1854  | 54025  | 540529 | -1,171629607      |
| Pastos arbolados                                 | 3         | 3     | 1959  | 7489   | 587065 | -2,751638336      |
| Pastos enmalezados                               | 0         | 0     | 1962  | 6199   | 588355 | -2,899302826      |
| Ríos                                             | 20        | 20    | 1942  | 36396  | 558158 | -2,477319653      |
| Tejido urbano continuo                           | 7         | 7     | 1955  | 6308   | 588246 | -1,72867024       |
| Tierras desnudas y degradadas                    | 0         | 0     | 1962  | 305    | 594249 | -2,899302826      |
| 3. CURVATURA                                     |           |       |       |        |        |                   |
| Clasificación                                    | classlide | npix1 | npix2 | npix3  | npix4  | Wfinal            |
| Convexo                                          | 565       | 565   | 1397  | 128904 | 465650 | 0,421793098       |
| Plano                                            | 1007      | 1007  | 955   | 336511 | 258043 | -0,169801659      |
| Cóncavo                                          | 390       | 390   | 1572  | 129139 | 465415 | -0,069233708      |
| 4. GEOLOGIA                                      |           |       |       |        |        |                   |
| Clasificación                                    | classlide | npix1 | npix2 | npix3  | npix4  | Wfinal            |
| Deposito Aluvial                                 | 18        | 18    | 1944  | 18554  | 576000 | -2,316751837      |
| Deposito Coluvial                                | 1711      | 1711  | 251   | 7726   | 586828 | 5,179477961       |
| Formación La Luna                                | 14        | 14    | 1948  | 24346  | 570208 | -2,851910384      |
| Formación Los Santos                             | 0         | 0     | 1962  | 79254  | 515300 | -4,079386694      |
| Formación Paja                                   | 37        | 37    | 1925  | 166720 | 427834 | -4,079386694      |
| Formación Rosa Blanca                            | 97        | 97    | 1865  | 162725 | 431829 | -3,050380207      |
| Formación Simití                                 | 52        | 52    | 1910  | 64847  | 529707 | -2,629287496      |
| Formación Tablazo                                | 0         | 0     | 1962  | 28589  | 565965 | -4,079386694      |
| Terraza Aluvial                                  | 33        | 33    | 1929  | 41793  | 552761 | -2,556095464      |
| 5. GMF                                           |           |       |       |        |        |                   |
| Clasificación                                    | classlide | npix1 | npix2 | npix3  | npix4  | Wfinal            |
| Barra longitudinal                               | 0         | 0     | 1962  | 134    | 594420 | -5,12132539861911 |
| Cauce aluvial activo                             | 14        | 14    | 1948  | 9121   | 585433 | -1,553542383      |
| Cerro remanente o relicto                        | 0         | 0     | 1962  | 1078   | 593476 | -5,12132539861911 |
| Cima                                             | 0         | 0     | 1962  | 2629   | 591925 | -5,12132539861911 |
| Colina estructural                               | 0         | 0     | 1962  | 3432   | 591122 | -5,12132539861911 |
| Colina remanente disectada                       | 35        | 35    | 1927  | 17711  | 576843 | -1,304800915      |
| Cono de deyección                                | 144       | 144   | 1818  | 19     | 594535 | 7,035603387       |
| Cono o lóbulo coluvial y de solifluxión          | 0         | 0     | 1962  | 7659   | 586895 | -5,12132539861911 |

|                                                |      |      |      |       |        |                   |
|------------------------------------------------|------|------|------|-------|--------|-------------------|
| Cono o lóbulo de deslizamiento traslacional    | 1567 | 1567 | 395  | 19    | 594535 | 10,94931484       |
| Cornisa estructural                            | 0    | 0    | 1962 | 2214  | 592340 | -5,12132539861911 |
| Escarpe de erosión mayor                       | 0    | 0    | 1962 | 12604 | 581950 | -5,12132539861911 |
| Escarpe de línea de falla                      | 13   | 13   | 1949 | 14739 | 579815 | -2,117723822      |
| Escarpe de terraza de acumulación              | 0    | 0    | 1962 | 6543  | 588011 | -5,12132539861911 |
| Escarpe de terraza de erosión                  | 0    | 0    | 1962 | 293   | 594261 | -5,12132539861911 |
| Escarpe estructural                            | 0    | 0    | 1962 | 5853  | 588701 | -5,12132539861911 |
| Escarpe faceteado                              | 4    | 4    | 1958 | 673   | 593881 | -0,190509076      |
| Espinazo                                       | 0    | 0    | 1962 | 8261  | 586293 | -5,12132539861911 |
| Faceta triangular                              | 0    | 0    | 1962 | 8763  | 585791 | -5,12132539861911 |
| Ladera contrapendiente                         | 62   | 62   | 1900 | 8897  | 585657 | -0,015268153      |
| Ladera de contrapendiente de sierra homoclinal | 0    | 0    | 1962 | 7988  | 586566 | -5,12132539861911 |
| Ladera disectada muy abrupta                   | 0    | 0    | 1962 | 28766 | 565788 | -5,12132539861911 |
| Ladera erosiva                                 | 0    | 0    | 1962 | 8398  | 586156 | -5,12132539861911 |
| Ladera erosiva abrupta                         | 15   | 15   | 1947 | 42640 | 551914 | -3,085208873      |
| Ladera erosiva muy abrupta                     | 2    | 2    | 1960 | 19197 | 575357 | -4,267129396      |
| Ladera escalonada                              | 0    | 0    | 1962 | 6385  | 588169 | -5,12132539861911 |
| Ladera estructural de cuesta                   | 0    | 0    | 1962 | 18000 | 576554 | -5,12132539861911 |
| Ladera estructural de espinazo                 | 3    | 3    | 1959 | 46062 | 548492 | -4,784206275      |
| Ladera estructural de lomo                     | 0    | 0    | 1962 | 1240  | 593314 | -5,12132539861911 |
| Ladera estructural de sierra homoclinal        | 0    | 0    | 1962 | 31483 | 563071 | -5,12132539861911 |
| Ladera ondulada                                | 7    | 7    | 1955 | 57729 | 536825 | -4,182136339      |
| Ladera ondulada abrupta                        | 14   | 14   | 1948 | 55305 | 539249 | -3,43800057       |
| Ladera ondulada muy abrupta                    | 0    | 0    | 1962 | 6246  | 588308 | -5,12132539861911 |
| Lomo de falla con faceta triangular            | 0    | 0    | 1962 | 5308  | 589246 | -5,12132539861911 |
| Lomo de obturación                             | 0    | 0    | 1962 | 1017  | 593537 | -5,12132539861911 |
| Lomo denudado                                  | 3    | 3    | 1959 | 20407 | 574147 | -3,924383173      |
| Lomo denudado moderado de longitud larga       | 41   | 41   | 1921 | 56128 | 538426 | -2,36582735       |
| Lomo estructural                               | 1    | 1    | 1961 | 22414 | 572140 | -5,121325399      |
| Plano o llanura de inundación                  | 4    | 4    | 1958 | 9209  | 585345 | -2,821177837      |
| Superficie de erosión o aplanamiento           | 0    | 0    | 1962 | 4969  | 589585 | -5,12132539861911 |
| Terraza de acumulación                         | 26   | 26   | 1936 | 18239 | 576315 | -1,637004028      |
| Terraza de acumulación subciciente             | 7    | 7    | 1955 | 15685 | 578869 | -2,803677491      |
| Terraza de erosión                             | 0    | 0    | 1962 | 1097  | 593457 | -5,12132539861911 |

## 6. ORIENTACIÓN

| Clasificación | classlide | npix1 | npix2 | npix3  | npix4  | Wfinal       |
|---------------|-----------|-------|-------|--------|--------|--------------|
| Plano         | 7         | 7     | 1955  | 4567   | 589987 | -0,88881867  |
| Norte         | 9         | 9     | 1953  | 36358  | 558196 | -2,766428776 |
| Noreste       | 87        | 87    | 1875  | 57828  | 536726 | -0,9602685   |
| Este          | 131       | 131   | 1831  | 48219  | 546335 | -0,32776833  |
| Sureste       | 181       | 181   | 1781  | 34996  | 559558 | 0,36765285   |
| Sur           | 329       | 329   | 1633  | 35510  | 559044 | 1,036470178  |
| Suroeste      | 773       | 773   | 1189  | 70684  | 523870 | 1,45460816   |
| Oeste         | 317       | 317   | 1645  | 129892 | 464662 | -0,489814281 |
| Noroeste      | 115       | 115   | 1847  | 140494 | 454060 | -1,665325558 |
| Norte         | 13        | 13    | 1949  | 36006  | 558548 | -2,330471645 |

## 7. PENDIENTE

| Clasificación | classlide | npix1 | npix2 | npix3  | npix4  | Wfinal       |
|---------------|-----------|-------|-------|--------|--------|--------------|
| 0-5           | 93        | 93    | 1869  | 33845  | 560709 | -0,181482596 |
| 5-10          | 193       | 193   | 1769  | 72963  | 521591 | -0,236882271 |
| 10-15         | 392       | 392   | 1570  | 107907 | 486647 | 0,130366152  |
| 15-20         | 412       | 412   | 1550  | 128868 | 465686 | -0,028597956 |
| 20-30         | 498       | 498   | 1464  | 174619 | 419935 | -0,189168196 |
| 30-45         | 252       | 252   | 1710  | 64774  | 529780 | 0,198403918  |
| 45-73,9907    | 122       | 122   | 1840  | 11578  | 582976 | 1,217205409  |

## 8. USOS

| Clasificación                        | classlide | npix1 | npix2 | npix3  | npix4  | Wfinal       |
|--------------------------------------|-----------|-------|-------|--------|--------|--------------|
| Cultivos Permanentes Intensivos      | 171       | 171   | 1791  | 84101  | 510453 | -0,905829372 |
| Cultivos permanentes semi-intensivos | 32        | 32    | 1930  | 135010 | 459544 | -3,213174558 |
| Cultivos transitorios intensivos     | 1305      | 1305  | 657   | 51730  | 542824 | 2,698500537  |
| Infraestructura y transporte         | 0         | 0     | 1962  | 3591   | 590963 | -4,236562222 |
| Pastoreo extensivo                   | 0         | 0     | 1962  | 9548   | 585006 | -4,236562222 |
| Pastoreo intensivo                   | 29        | 29    | 1933  | 7863   | 586691 | -0,225723609 |
| Pastoreo semi-intensivo              | 0         | 0     | 1962  | 6134   | 588420 | -4,236562222 |
| Protección forestal                  | 141       | 141   | 1821  | 173848 | 420706 | -2,013149314 |

|                                                      |     |     |      |       |        |              |
|------------------------------------------------------|-----|-----|------|-------|--------|--------------|
| <b>Protección hídrica</b>                            | 272 | 272 | 1690 | 61507 | 533047 | -0,005744154 |
| <b>Residencial</b>                                   | 9   | 9   | 1953 | 6705  | 587849 | -1,244801781 |
| <b>Sistemas combinados de ganadería y forestería</b> | 3   | 3   | 1959 | 41741 | 552813 | -4,236562222 |
| <b>Tierras en descanso</b>                           | 0   | 0   | 1962 | 12776 | 581778 | -4,236562222 |

## 9. SPI

| Clasificación            | classlide | npix1 | npix2 | npix3  | npix4  | Wfinal       |
|--------------------------|-----------|-------|-------|--------|--------|--------------|
| <b>0-(-9,423)</b>        | 59        | 59    | 1903  | 24587  | 569967 | -0,323897006 |
| <b>(-9,423)-(-5,890)</b> | 260       | 260   | 1702  | 75557  | 518997 | 0,054524888  |
| <b>(-5,890)-(-2,166)</b> | 43        | 43    | 1919  | 22315  | 572239 | -0,547669941 |
| <b>(-2,166)-(-1,020)</b> | 230       | 230   | 1732  | 83695  | 510859 | -0,203646595 |
| <b>(-1,020)-(-0,065)</b> | 329       | 329   | 1633  | 111794 | 482760 | -0,132862797 |
| <b>(-0,065)-(0,985)</b>  | 357       | 357   | 1605  | 135578 | 458976 | -0,277300652 |
| <b>0,985-2,130</b>       | 372       | 372   | 1590  | 82726  | 511828 | 0,37625105   |
| <b>2,130-3,563</b>       | 150       | 150   | 1812  | 35642  | 558912 | 0,267307928  |
| <b>3,563-5,663</b>       | 141       | 141   | 1821  | 16355  | 578199 | 1,013395051  |
| <b>5,663-10,629</b>      | 21        | 21    | 1941  | 6305   | 588249 | 0,015763014  |

## 10. TWI

| Clasificación        | classlide | npix1 | npix2 | npix3  | npix4  | Wfinal       |
|----------------------|-----------|-------|-------|--------|--------|--------------|
| <b>0-1,432</b>       | 217       | 217   | 1419  | 65866  | 424122 | -0,000204839 |
| <b>1,432-2,369</b>   | 347       | 347   | 1289  | 118314 | 371674 | -0,152415494 |
| <b>2,369-3,233</b>   | 327       | 327   | 1309  | 115728 | 374260 | -0,198143752 |
| <b>3,233-4,169</b>   | 274       | 274   | 1362  | 83544  | 406444 | -0,006301952 |
| <b>4,169-5,177</b>   | 179       | 179   | 1457  | 48099  | 441889 | 0,136255042  |
| <b>5,177-6,401</b>   | 137       | 137   | 1499  | 27372  | 462616 | 0,450010881  |
| <b>6,401-7,914</b>   | 68        | 68    | 1568  | 15771  | 474217 | 0,280650426  |
| <b>7,914-9,786</b>   | 65        | 65    | 1571  | 8753   | 481235 | 0,837085559  |
| <b>9,786-12,379</b>  | 20        | 20    | 1616  | 4558   | 485430 | 0,291380909  |
| <b>12,379-17,204</b> | 2         | 2     | 1634  | 1983   | 488005 | -1,184717583 |

## 11. DISTANCIA A VÍAS

| Clasificación            | classlide | npix1 | npix2 | npix3  | npix4  | Wfinal       |
|--------------------------|-----------|-------|-------|--------|--------|--------------|
| <b>0-154,616</b>         | 343       | 343   | 1619  | 161000 | 433554 | -0,57499093  |
| <b>154,616-330,955</b>   | 579       | 579   | 1383  | 132106 | 462448 | 0,368452219  |
| <b>330,955-527,523</b>   | 277       | 277   | 1685  | 99420  | 495134 | -0,213797619 |
| <b>527,523-755,810</b>   | 303       | 303   | 1659  | 71339  | 523215 | 0,278542408  |
| <b>755,810-1031,155</b>  | 372       | 372   | 1590  | 49454  | 545100 | 0,933561464  |
| <b>1031,155-1379,877</b> | 14        | 14    | 1948  | 30470  | 564084 | -2,030809986 |
| <b>1379,877-1818,739</b> | 10        | 10    | 1952  | 17722  | 576832 | -1,805049831 |
| <b>1818,739-2316,854</b> | 64        | 64    | 1898  | 13926  | 580628 | 0,326910369  |
| <b>2316,854-2869,478</b> | 0         | 0     | 1962  | 11082  | 583472 | -2,030809986 |
| <b>2869,478-3565,503</b> | 0         | 0     | 1962  | 8035   | 586519 | -2,030809986 |

## 12. UGS

| Clasificación                                                                                        | classlide | npix1 | npix2 | npix3 | npix4  | Wfinal       |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|-------|-------|-------|--------|--------------|
| <b>Roca de la Fm. La Luna con bajo grado de meteorización y moderado grado de fracturamiento</b>     | 0         | 0     | 1962  | 400   | 594154 | -3,967211444 |
| <b>Roca de la Fm. La Luna con medio grado de meteorización y moderado grado de fracturamiento</b>    | 0         | 0     | 1962  | 22    | 594532 | -3,967211444 |
| <b>Roca de la Fm. Los Santos con bajo grado de meteorización y moderado grado de fracturamiento</b>  | 0         | 0     | 1962  | 417   | 594137 | -3,967211444 |
| <b>Roca de la Fm. Paja con bajo grado de meteorización y alto grado de fracturamiento</b>            | 0         | 0     | 1962  | 404   | 594150 | -3,967211444 |
| <b>Roca de la Fm. Paja con bajo grado de meteorización y moderado grado de fracturamiento</b>        | 0         | 0     | 1962  | 1414  | 593140 | -3,967211444 |
| <b>Roca de la Fm. Rosa Blanca con bajo grado de meteorización y alto grado de fracturamiento</b>     | 0         | 0     | 1962  | 1369  | 593185 | -3,967211444 |
| <b>Roca de la Fm. Rosa Blanca con bajo grado de meteorización y moderado grado de fracturamiento</b> | 0         | 0     | 1962  | 1083  | 593471 | -3,967211444 |
| <b>Roca de la Fm. Rosa Blanca con medio grado de meteorización y bajo grado de fracturamiento</b>    | 0         | 0     | 1962  | 299   | 594255 | -3,967211444 |

|                                                                                                |      |      |      |        |        |              |
|------------------------------------------------------------------------------------------------|------|------|------|--------|--------|--------------|
| Roca de la Fm. Rosa Blanca con medio grado de meteorización y moderado grado de fracturamiento | 0    | 0    | 1962 | 2110   | 592444 | -3,967211444 |
| Roca de la Fm. Simiti con bajo grado de meteorización y alto grado de fracturamiento           | 0    | 0    | 1962 | 776    | 593778 | -3,967211444 |
| Roca de la Fm. Simiti con bajo grado de meteorización y bajo grado de fracturamiento           | 0    | 0    | 1962 | 319    | 594235 | -3,967211444 |
| Roca de la Fm. Simiti con bajo grado de meteorización y moderado grado de fracturamiento       | 0    | 0    | 1962 | 365    | 594189 | -3,967211444 |
| Roca de la Fm. Simiti con medio grado de meteorización y alto grado de fracturamiento          | 0    | 0    | 1962 | 1159   | 593395 | -3,967211444 |
| Roca de la Fm. Simiti con medio grado de meteorización y bajo grado de fracturamiento          | 0    | 0    | 1962 | 1483   | 593071 | -3,967211444 |
| Roca de la Fm. Simiti con medio grado de meteorización y moderado grado de fracturamiento      | 0    | 0    | 1962 | 542    | 594012 | -3,967211444 |
| Suelo antrópico sobre el Depósito Aluvial                                                      | 4    | 4    | 1958 | 454    | 594100 | -0,143066807 |
| Suelo antrópico sobre el Depósito Coluvial                                                     | 0    | 0    | 1962 | 209    | 594345 | -3,967211444 |
| Suelo antrópico sobre la Formación La Luna                                                     | 0    | 0    | 1962 | 154    | 594400 | -3,967211444 |
| Suelo antrópico sobre la Formación Los Santos                                                  | 0    | 0    | 1962 | 82     | 594472 | -3,967211444 |
| Suelo antrópico sobre la Formación Paja                                                        | 7    | 7    | 1955 | 3450   | 591104 | -1,615005661 |
| Suelo antrópico sobre la Formación Rosa Blanca                                                 | 2    | 2    | 1960 | 645    | 593909 | -1,188709582 |
| Suelo antrópico sobre la Formación Simiti                                                      | 0    | 0    | 1962 | 843    | 593711 | -3,967211444 |
| Suelo antrópico sobre la Formación Tablazo                                                     | 0    | 0    | 1962 | 285    | 594269 | -3,967211444 |
| Suelo antrópico sobre la Terraza Aluvial                                                       | 6    | 6    | 1956 | 5026   | 589528 | -2,148587685 |
| Suelo coluvial activo del Depósito Coluvial con alto grado de meteorización                    | 1711 | 1711 | 251  | 14     | 594540 | 11,4494782   |
| Suelo coluvial del Depósito Coluvial con bajo grado de meteorización                           | 0    | 0    | 1962 | 5583   | 588971 | -3,967211444 |
| Suelo coluvial del Depósito Coluvial con medio grado de meteorización                          | 0    | 0    | 1962 | 1892   | 592662 | -3,967211444 |
| Suelo residual de la Fm. La Luna con alto grado de meteorización                               | 0    | 0    | 1962 | 245    | 594309 | -3,967211444 |
| Suelo residual de la Fm. La Luna con bajo grado de meteorización                               | 14   | 14   | 1948 | 18731  | 575823 | -2,636268819 |
| Suelo residual de la Fm. La Luna con medio grado de meteorización                              | 0    | 0    | 1962 | 4795   | 589759 | -3,967211444 |
| Suelo residual de la Fm. Los Santos con alto grado de meteorización                            | 0    | 0    | 1962 | 957    | 593597 | -3,967211444 |
| Suelo residual de la Fm. Los Santos con bajo grado de meteorización                            | 0    | 0    | 1962 | 65751  | 528803 | -3,967211444 |
| Suelo residual de la Fm. Los Santos con medio grado de meteorización                           | 0    | 0    | 1962 | 12033  | 582521 | -3,967211444 |
| Suelo residual de la Fm. Paja con alto grado de meteorización                                  | 0    | 0    | 1962 | 2370   | 592184 | -3,967211444 |
| Suelo residual de la Fm. Paja con bajo grado de meteorización                                  | 30   | 30   | 1932 | 124919 | 469635 | -3,967211444 |
| Suelo residual de la Fm. Paja con medio grado de meteorización                                 | 0    | 0    | 1962 | 34167  | 560387 | -3,967211444 |
| Suelo residual de la Fm. Rosa Blanca con alto grado de meteorización                           | 25   | 25   | 1937 | 1571   | 592983 | 0,457045452  |
| Suelo residual de la Fm. Rosa Blanca con bajo grado de meteorización                           | 35   | 35   | 1927 | 75267  | 519287 | -3,203344763 |
| Suelo residual de la Fm. Rosa Blanca con medio grado de meteorización                          | 35   | 35   | 1927 | 80419  | 514135 | -3,279524278 |
| Suelo residual de la Fm. Simiti con alto grado de meteorización                                | 0    | 0    | 1962 | 657    | 593897 | -3,967211444 |
| Suelo residual de la Fm. Simiti con bajo grado de meteorización                                | 38   | 38   | 1924 | 31997  | 562557 | -2,184113239 |
| Suelo residual de la Fm. Simiti con medio grado de meteorización                               | 14   | 14   | 1948 | 26780  | 567774 | -3,007821124 |
| Suelo residual de la Fm. Tablazo con alto grado de meteorización                               | 0    | 0    | 1962 | 57     | 594497 | -3,967211444 |
| Suelo residual de la Fm. Tablazo con bajo grado de meteorización                               | 0    | 0    | 1962 | 27203  | 567351 | -3,967211444 |

|                                                                           |    |    |      |       |        |              |
|---------------------------------------------------------------------------|----|----|------|-------|--------|--------------|
| Suelo residual de la Fm. Tablazo con medio grado de meteorización         | 0  | 0  | 1962 | 1018  | 593536 | -3,967211444 |
| Suelo residual de la Terraza Aluvial con bajo grado de meteorización      | 16 | 16 | 1946 | 185   | 594369 | 2,147569171  |
| Suelo residual de la Terraza Aluvial con medio grado de meteorización     | 11 | 11 | 1951 | 249   | 594305 | 1,473104889  |
| Suelo transportado de la Terraza Aluvial con bajo grado de meteorización  | 0  | 0  | 1962 | 17975 | 576579 | -3,967211444 |
| Suelo transportado de la Terraza Aluvial con medio grado de meteorización | 0  | 0  | 1962 | 18352 | 576202 | -3,967211444 |
| Suelo transportado del Depósito Aluvial con bajo grado de meteorización   | 0  | 0  | 1962 | 13490 | 581064 | -3,967211444 |
| Suelo transportado del Depósito Aluvial con medio grado de meteorización  | 14 | 14 | 1948 | 4567  | 589987 | -1,200645267 |

---

**Apéndice J. Inventario de movimientos en masa.**

| Punto | x       | y       | Tipo de deslizamiento      | Fuente             |
|-------|---------|---------|----------------------------|--------------------|
| 1     | 1071366 | 1252893 | Flujo Detritos             | Campo              |
| 2     | 1078168 | 1254409 | Deslizamiento Traslacional | Campo              |
| 3     | 1076958 | 1253232 | Caída de Roca              | Campo              |
| 4     | 1076442 | 1255436 | Deslizamiento Rotacional   | Campo              |
| 5     | 1074862 | 1248462 | Deslizamiento Rotacional   | Campo              |
| 6     | 1074627 | 1249088 | Deslizamiento Traslacional | Campo              |
| 7     | 1074589 | 1249107 | Deslizamiento Traslacional | Campo              |
| 8     | 1073574 | 1252287 | Deslizamiento Traslacional | Campo              |
| 9     | 1074364 | 1252731 | Deslizamiento Traslacional | Campo              |
| 10    | 1074565 | 1252004 | Deslizamiento Traslacional | Campo              |
| 11    | 1073443 | 1251430 | Deslizamiento Traslacional | Campo              |
| 12    | 1073152 | 1250945 | Deslizamiento Traslacional | Campo              |
| 13    | 1073119 | 1252447 | Deslizamiento Traslacional | Campo              |
| 14    | 1073100 | 1252470 | Deslizamiento Rotacional   | Campo              |
| 15    | 1073124 | 1252542 | Deslizamiento Rotacional   | Campo              |
| 16    | 1069838 | 1255114 | Deslizamiento Rotacional   | Campo              |
| 17    | 1070681 | 1252439 | Deslizamiento Rotacional   | Campo              |
| 18    | 1073347 | 1251660 | Flujo Detritos             | Campo              |
| 19    | 1070232 | 1254082 | Flujo Detritos             | Campo              |
| 20    | 1070093 | 1253266 | Deslizamiento Traslacional | Fotointerpretación |
| 21    | 1069357 | 1252724 | Deslizamiento Traslacional | Fotointerpretación |
| 22    | 1070987 | 1255644 | Deslizamiento Traslacional | Fotointerpretación |
| 23    | 1071420 | 1255489 | Deslizamiento Traslacional | Fotointerpretación |
| 24    | 1069303 | 1249967 | Flujo Detritos             | Fotointerpretación |
| 25    | 1072665 | 1253091 | Deslizamiento Traslacional | Inventario         |
| 26    | 1074463 | 1251852 | Deslizamiento Traslacional | Inventario         |
| 27    | 1074410 | 1251970 | Deslizamiento Traslacional | Inventario         |
| 28    | 1074624 | 1252174 | Deslizamiento Traslacional | Inventario         |
| 29    | 1074470 | 1251158 | Deslizamiento Traslacional | Fotointerpretación |
| 30    | 1078738 | 1254249 | Deslizamiento Traslacional | Inventario         |
| 31    | 1078898 | 1255544 | Deslizamiento Traslacional | Inventario         |
| 32    | 1078033 | 1252441 | Deslizamiento Traslacional | Fotointerpretación |
| 33    | 1074634 | 1255315 | Deslizamiento Traslacional | Inventario         |
| 34    | 1077459 | 1247236 | Flujo Detritos             | Fotointerpretación |
| 35    | 1074709 | 1248644 | Deslizamiento Traslacional | Fotointerpretación |
| 36    | 1076803 | 1253236 | Deslizamiento Traslacional | Inventario         |
| 37    | 1076923 | 1255638 | Deslizamiento Traslacional | Inventario         |

## Apéndice K. Formato de información movimientos en masa.

**FORMATO MODIFICADO PARA INVENTARIO DE MOVIMIENTOS EN MASA Vs 2012**  
Proyecto Multinacional Andino: Geociencias para las Comunidades Andinas

ENCUESTADOR\* M. Jaime y M. Arida FECHA EVENTO\* 08/10/2018 FECHA REPORTE\* 10/10/2018 INSTITUCIÓN\* Universidad Industrial de Santander

LOCALIZACIÓN GEOGRÁFICA: Departamento\* Santander Municipio\* S.N. de Chocuy Vereda\* Colombia-Baptista

COORDENADAS GEOGRÁFICAS: UTM X 1071369 Y 125893

PLANCHAS: AÑO ESCALA EDITOR

DOCUMENTACIÓN: No vuelo No foto Año Escala Editor

FOTOGRAFÍAS AERIAS: No vuelo No foto Año Escala Editor

**ACTIVIDAD DEL MOVIMIENTO**

EDAD: <1 año, 1-5 años, 6-10 años, 11-15 años, 16-20 años

ESTADO: Activo, Reactivo, Suspendido, INACTIVO, Latente, Abandonado, Estabilizado, Retiro

ESTILO: Simple, Compuesto, Múltiple, Sucesivo, Único

DISTRIBUCIÓN: Retrogrado, Avanzado, Envolvente, Confinado, Orogénico, Decreciente, Móvil

DESCRIPCIÓN: Desliz. traslacional, Desliz. en cuña, Desliz. traslacional en cuña, Desliz. traslacional planar, Avalancha de rocas, Flujo de detritos, Flujo de lodo

LITOLOGÍA Y ESTRUCTURA: ESTRUCTURA, ORIENTACIÓN, ESPACIAMIENTO (m)

TIPO MOVIMIENTO: Caída, Volcanismo, Deslizamiento, Flujo, Propagación lateral, Rotación, Deform. gravit. profundas

TIPO MATERIAL: Roca, Detritos, Tierra, Lodo, Turba

TIPO DEPOSITO: Coluvial, Volcánico, Aluvial, Glacial, Lacustre, Marino

VELOCIDAD: Entr. rápido (>5 m/s), Moderado (>13 m/s), Entr. lento (<16 mm/año), Moderado (>13 m/s), Entr. lento (<16 mm/año)

SISTEMA DE CLASIFICACIÓN: Hutchinson, 1968; Cruden y Varnes, 1996; Hungr et al., 2002

**FORMATO MODIFICADO PARA INVENTARIO DE MOVIMIENTOS EN MASA Vs 2012**  
Proyecto Multinacional Andino: Geociencias para las Comunidades Andinas

ENCUESTADOR\* M. Jaime y M. Arida FECHA EVENTO\* 08/10/2018 FECHA REPORTE\* 10/10/2018 INSTITUCIÓN\* Universidad Industrial de Santander

LOCALIZACIÓN GEOGRÁFICA: Departamento\* Santander Municipio\* S.N. de Chocuy Vereda\* Colombia-Baptista

COORDENADAS GEOGRÁFICAS: UTM X 1071369 Y 1254409

PLANCHAS: AÑO ESCALA EDITOR

DOCUMENTACIÓN: No vuelo No foto Año Escala Editor

FOTOGRAFÍAS AERIAS: No vuelo No foto Año Escala Editor

**ACTIVIDAD DEL MOVIMIENTO**

EDAD: <1 año, 1-5 años, 6-10 años, 11-15 años, 16-20 años

ESTADO: Activo, Reactivo, Suspendido, INACTIVO, Latente, Abandonado, Estabilizado, Retiro

ESTILO: Simple, Compuesto, Múltiple, Sucesivo, Único

DISTRIBUCIÓN: Retrogrado, Avanzado, Envolvente, Confinado, Orogénico, Decreciente, Móvil

DESCRIPCIÓN: Desliz. traslacional, Desliz. en cuña, Desliz. traslacional en cuña, Desliz. traslacional planar, Avalancha de rocas, Flujo de detritos, Flujo de lodo

LITOLOGÍA Y ESTRUCTURA: ESTRUCTURA, ORIENTACIÓN, ESPACIAMIENTO (m)

TIPO MOVIMIENTO: Caída, Volcanismo, Deslizamiento, Flujo, Propagación lateral, Rotación, Deform. gravit. profundas

TIPO MATERIAL: Roca, Detritos, Tierra, Lodo, Turba

TIPO DEPOSITO: Coluvial, Volcánico, Aluvial, Glacial, Lacustre, Marino

VELOCIDAD: Entr. rápido (>5 m/s), Moderado (>13 m/s), Entr. lento (<16 mm/año), Moderado (>13 m/s), Entr. lento (<16 mm/año)

SISTEMA DE CLASIFICACIÓN: Hutchinson, 1968; Cruden y Varnes, 1996; Hungr et al., 2002

**FORMATO MODIFICADO PARA INVENTARIO DE MOVIMIENTOS EN MASA Vs 2012**  
Proyecto Multinacional Andino: Geociencias para las Comunidades Andinas

ENCUESTADOR\* M. Jaime y M. Arida FECHA EVENTO\* 08/10/2018 FECHA REPORTE\* 10/10/2018 INSTITUCIÓN\* UIS

LOCALIZACIÓN GEOGRÁFICA: Departamento\* Santander Municipio\* S.N. de Chocuy Vereda\* Colombia-Baptista

COORDENADAS GEOGRÁFICAS: UTM X 1076958 Y 1253232

PLANCHAS: AÑO ESCALA EDITOR

DOCUMENTACIÓN: No vuelo No foto Año Escala Editor

FOTOGRAFÍAS AERIAS: No vuelo No foto Año Escala Editor

**ACTIVIDAD DEL MOVIMIENTO**

EDAD: <1 año, 1-5 años, 6-10 años, 11-15 años, 16-20 años

ESTADO: Activo, Reactivo, Suspendido, INACTIVO, Latente, Abandonado, Estabilizado, Retiro

ESTILO: Simple, Compuesto, Múltiple, Sucesivo, Único

DISTRIBUCIÓN: Retrogrado, Avanzado, Envolvente, Confinado, Orogénico, Decreciente, Móvil

DESCRIPCIÓN: Desliz. traslacional, Desliz. en cuña, Desliz. traslacional en cuña, Desliz. traslacional planar, Avalancha de rocas, Flujo de detritos, Flujo de lodo

LITOLOGÍA Y ESTRUCTURA: ESTRUCTURA, ORIENTACIÓN, ESPACIAMIENTO (m)

TIPO MOVIMIENTO: Caída, Volcanismo, Deslizamiento, Flujo, Propagación lateral, Rotación, Deform. gravit. profundas

TIPO MATERIAL: Roca, Detritos, Tierra, Lodo, Turba

TIPO DEPOSITO: Coluvial, Volcánico, Aluvial, Glacial, Lacustre, Marino

VELOCIDAD: Entr. rápido (>5 m/s), Moderado (>13 m/s), Entr. lento (<16 mm/año), Moderado (>13 m/s), Entr. lento (<16 mm/año)

SISTEMA DE CLASIFICACIÓN: Hutchinson, 1968; Cruden y Varnes, 1996; Hungr et al., 2002

| FORMATO MODIFICADO PARA INVENTARIO DE MOVIMIENTOS EN MASA Vs 2012                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |  |                                                                                                                                                                                                                                              |  |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|
| Proyecto Multinacional Andino: Geociencias para las Comunidades Andinas                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |  |                                                                                                                                                                                                                                              |  |
| IMPORTANCIA*<br>Alta <input type="checkbox"/> Media <input type="checkbox"/> Baja <input type="checkbox"/>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |  |                                                                                                                                                                                                                                              |  |
| ENCUESTADOR* <u>M. Ardila</u>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |  |                                                                                                                                                                                                                                              |  |
| FECHA EVENTO*                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |  | FECHA REPORTE*                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |  | INSTITUCIÓN*                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |  |                                                                                                                                                                                                                                              |  |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |  | <u>UIS</u>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |  |                                                                                                                                                                                                                                              |  |
| LOCALIZACIÓN GEOGRÁFICA                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |  |                                                                                                                                                                                                                                              |  |
| POR DIVISIÓN POLÍTICA                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |  | COORDENADAS GEOGRÁFICAS                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |  | REFERENTES GEOGRÁFICOS                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |  | PLANCHAS                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |  | DOCUMENTACIÓN                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |  |                                                                                                                                                                                                                                              |  |
| Departamento* <u>Santander</u>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |  | Sitio* <u>X=10766442</u>                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |  | Planchas                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |  | AÑO                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |  | Escala                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |  |                                                                                                                                                                                                                                              |  |
| Municipio* <u>S.V. de Chucurí</u>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |  | Longitud* <u>Y=1255436</u>                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |  | Planchas                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |  | AÑO                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |  | Escala                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |  |                                                                                                                                                                                                                                              |  |
| Vereda*                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |  | Altura*                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |  | Planchas                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |  | AÑO                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |  | Escala                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |  |                                                                                                                                                                                                                                              |  |
| Proyección: Magna *                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |  | Planchas                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |  | AÑO                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |  | Escala                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |  |                                                                                                                                                                                                                                              |  |
| ACTIVIDAD DEL MOVIMIENTO                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |  |                                                                                                                                                                                                                                              |  |
| EDAD                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |  | ESTADO                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |  | DISTRIBUCIÓN                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |  | DESCRIPCIÓN                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |  | LITOLOGÍA Y ESTRUCTURA                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |  |                                                                                                                                                                                                                                              |  |
| <input type="checkbox"/> <1 año<br><input checked="" type="checkbox"/> 1-5 años<br><input type="checkbox"/> 6-10 años<br><input type="checkbox"/> 11-15 años<br><input type="checkbox"/> 16-20 años                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |  | <input type="checkbox"/> Activo<br><input type="checkbox"/> Reactivo<br><input type="checkbox"/> Suspendido<br><input type="checkbox"/> INACTIVO<br><input type="checkbox"/> Latente<br><input type="checkbox"/> Abandonado<br><input type="checkbox"/> Releto                                                                       |  | <input type="checkbox"/> Completo<br><input type="checkbox"/> Comprometido<br><input type="checkbox"/> Múltiple<br><input type="checkbox"/> Sucesivo<br><input type="checkbox"/> Único                                                                                                                                                        |  | <input type="checkbox"/> Retrogrado<br><input type="checkbox"/> Avanzado<br><input type="checkbox"/> Ensayado<br><input type="checkbox"/> Confinado<br><input type="checkbox"/> Creciente<br><input type="checkbox"/> Decreciente<br><input type="checkbox"/> Móvil                                                                            |  | <input type="checkbox"/> Desliz. tradicional<br><input type="checkbox"/> Desliz. en cuña<br><input type="checkbox"/> Desliz. tradicional en cuña<br><input type="checkbox"/> Desliz. tradicional planar<br><input type="checkbox"/> Desliz. de rocas<br><input type="checkbox"/> Desliz. de arena<br><input type="checkbox"/> Desliz. de lodo |  | <input type="checkbox"/> Estratificación<br><input type="checkbox"/> Foliación<br><input type="checkbox"/> Ductilidad<br><input type="checkbox"/> Falla<br><input type="checkbox"/> Discontinuidad<br><input type="checkbox"/> Esquistosidad |  |
| CLASIFICACIÓN DEL MOVIMIENTO                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |  |                                                                                                                                                                                                                                              |  |
| TIPO MOVIMIENTO                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |  | SUBTIPO MOVIMIENTO                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |  | VELOCIDAD                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |  | TIPO MATERIAL                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |  | HUMEDAD                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |  |                                                                                                                                                                                                                                              |  |
| <input type="checkbox"/> Caída<br><input type="checkbox"/> Volcanismo<br><input checked="" type="checkbox"/> Deslizamiento<br><input type="checkbox"/> Flujo<br><input type="checkbox"/> Propagación Lateral<br><input type="checkbox"/> Rotación<br><input type="checkbox"/> Deform. gravit. profundas                                                                                                                                                                                                                                                                                     |  | <input type="checkbox"/> Caída de rocas<br><input type="checkbox"/> Caída de detritos<br><input type="checkbox"/> Caída de tierras<br><input type="checkbox"/> Volcan. Resaca de rocas<br><input type="checkbox"/> Volcan. de rocas<br><input type="checkbox"/> Volcan. macizo rocoso<br><input type="checkbox"/> Desliz. rotacional |  | <input type="checkbox"/> Desliz. tradicional<br><input type="checkbox"/> Desliz. en cuña<br><input type="checkbox"/> Desliz. tradicional en cuña<br><input type="checkbox"/> Desliz. tradicional planar<br><input type="checkbox"/> Desliz. de rocas<br><input type="checkbox"/> Desliz. de arena<br><input type="checkbox"/> Desliz. de lodo |  | <input type="checkbox"/> Desliz. por flujo<br><input type="checkbox"/> Desliz. de detritos<br><input type="checkbox"/> Desliz. roca fracturada<br><input type="checkbox"/> Propag. lateral lenta<br><input type="checkbox"/> Propag. lateral rápida<br><input type="checkbox"/> Rotación<br><input type="checkbox"/> Deform. gravit. profundas |  | <input type="checkbox"/> Roca<br><input type="checkbox"/> Detritos<br><input type="checkbox"/> Tierra<br><input type="checkbox"/> Lodo<br><input type="checkbox"/> Turba                                                                                                                                                                      |  | <input type="checkbox"/> Mojado<br><input type="checkbox"/> Muy Humedo<br><input type="checkbox"/> Humedo<br><input type="checkbox"/> Liger. Humedo<br><input type="checkbox"/> Seco                                                         |  |
| SISTEMA DE CLASIFICACIÓN*                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |  |                                                                                                                                                                                                                                              |  |
| <input type="checkbox"/> Residual<br><input type="checkbox"/> Sedimentario<br><input type="checkbox"/> Volcánico<br><input type="checkbox"/> Glacial<br><input type="checkbox"/> Marino<br><input type="checkbox"/> Lacustre<br><input type="checkbox"/> Entr. rápido (<5 m/año)<br><input type="checkbox"/> Muy rápido (>5 m/año)<br><input type="checkbox"/> Rápido (>1.8 m/año)<br><input type="checkbox"/> Moderado (>1.3 m/año)<br><input type="checkbox"/> Lento (>1.6 m/año)<br><input type="checkbox"/> Muy lento (>16 mm/año)<br><input type="checkbox"/> Entr. lento (<16 mm/año) |  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |  |                                                                                                                                                                                                                                              |  |

| FORMATO MODIFICADO PARA INVENTARIO DE MOVIMIENTOS EN MASA Vs 2012                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |  |                                                                                                                                                                                                                                              |  |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|
| Proyecto Multinacional Andino: Geociencias para las Comunidades Andinas                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |  |                                                                                                                                                                                                                                              |  |
| IMPORTANCIA*<br>Alta <input type="checkbox"/> Media <input type="checkbox"/> Baja <input type="checkbox"/>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |  |                                                                                                                                                                                                                                              |  |
| ENCUESTADOR* <u>M. Jaires</u>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |  |                                                                                                                                                                                                                                              |  |
| FECHA EVENTO*                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |  | FECHA REPORTE*                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |  | INSTITUCIÓN*                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |  |                                                                                                                                                                                                                                              |  |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |  | <u>UIS</u>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |  |                                                                                                                                                                                                                                              |  |
| LOCALIZACIÓN GEOGRÁFICA                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |  |                                                                                                                                                                                                                                              |  |
| POR DIVISIÓN POLÍTICA                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |  | COORDENADAS GEOGRÁFICAS                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |  | REFERENTES GEOGRÁFICOS                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |  | PLANCHAS                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |  | DOCUMENTACIÓN                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |  |                                                                                                                                                                                                                                              |  |
| Departamento* <u>Santander</u>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |  | Sitio* <u>X=1074862</u>                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |  | Planchas                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |  | AÑO                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |  | Escala                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |  |                                                                                                                                                                                                                                              |  |
| Municipio* <u>S.V. de Chucurí</u>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |  | Longitud* <u>Y=1248462</u>                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |  | Planchas                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |  | AÑO                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |  | Escala                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |  |                                                                                                                                                                                                                                              |  |
| Vereda*                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |  | Altura*                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |  | Planchas                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |  | AÑO                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |  | Escala                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |  |                                                                                                                                                                                                                                              |  |
| Proyección: Magna *                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |  | Planchas                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |  | AÑO                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |  | Escala                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |  |                                                                                                                                                                                                                                              |  |
| ACTIVIDAD DEL MOVIMIENTO                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |  |                                                                                                                                                                                                                                              |  |
| EDAD                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |  | ESTADO                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |  | DISTRIBUCIÓN                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |  | DESCRIPCIÓN                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |  | LITOLOGÍA Y ESTRUCTURA                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |  |                                                                                                                                                                                                                                              |  |
| <input type="checkbox"/> <1 año<br><input type="checkbox"/> 1-5 años<br><input type="checkbox"/> 6-10 años<br><input type="checkbox"/> 11-15 años<br><input type="checkbox"/> 16-20 años                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |  | <input type="checkbox"/> Activo<br><input type="checkbox"/> Reactivo<br><input type="checkbox"/> Suspendido<br><input type="checkbox"/> INACTIVO<br><input type="checkbox"/> Latente<br><input type="checkbox"/> Abandonado<br><input type="checkbox"/> Releto                                                                       |  | <input type="checkbox"/> Completo<br><input type="checkbox"/> Comprometido<br><input type="checkbox"/> Múltiple<br><input type="checkbox"/> Sucesivo<br><input type="checkbox"/> Único                                                                                                                                                        |  | <input type="checkbox"/> Retrogrado<br><input type="checkbox"/> Avanzado<br><input type="checkbox"/> Ensayado<br><input type="checkbox"/> Confinado<br><input type="checkbox"/> Creciente<br><input type="checkbox"/> Decreciente<br><input type="checkbox"/> Móvil                                                                            |  | <input type="checkbox"/> Desliz. tradicional<br><input type="checkbox"/> Desliz. en cuña<br><input type="checkbox"/> Desliz. tradicional en cuña<br><input type="checkbox"/> Desliz. tradicional planar<br><input type="checkbox"/> Desliz. de rocas<br><input type="checkbox"/> Desliz. de arena<br><input type="checkbox"/> Desliz. de lodo |  | <input type="checkbox"/> Estratificación<br><input type="checkbox"/> Foliación<br><input type="checkbox"/> Ductilidad<br><input type="checkbox"/> Falla<br><input type="checkbox"/> Discontinuidad<br><input type="checkbox"/> Esquistosidad |  |
| CLASIFICACIÓN DEL MOVIMIENTO                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |  |                                                                                                                                                                                                                                              |  |
| TIPO MOVIMIENTO                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |  | SUBTIPO MOVIMIENTO                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |  | VELOCIDAD                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |  | TIPO MATERIAL                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |  | HUMEDAD                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |  |                                                                                                                                                                                                                                              |  |
| <input type="checkbox"/> Caída<br><input type="checkbox"/> Volcanismo<br><input checked="" type="checkbox"/> Deslizamiento<br><input type="checkbox"/> Flujo<br><input type="checkbox"/> Propagación Lateral<br><input type="checkbox"/> Rotación<br><input type="checkbox"/> Deform. gravit. profundas                                                                                                                                                                                                                                                                                     |  | <input type="checkbox"/> Caída de rocas<br><input type="checkbox"/> Caída de detritos<br><input type="checkbox"/> Caída de tierras<br><input type="checkbox"/> Volcan. Resaca de rocas<br><input type="checkbox"/> Volcan. de rocas<br><input type="checkbox"/> Volcan. macizo rocoso<br><input type="checkbox"/> Desliz. rotacional |  | <input type="checkbox"/> Desliz. tradicional<br><input type="checkbox"/> Desliz. en cuña<br><input type="checkbox"/> Desliz. tradicional en cuña<br><input type="checkbox"/> Desliz. tradicional planar<br><input type="checkbox"/> Desliz. de rocas<br><input type="checkbox"/> Desliz. de arena<br><input type="checkbox"/> Desliz. de lodo |  | <input type="checkbox"/> Desliz. por flujo<br><input type="checkbox"/> Desliz. de detritos<br><input type="checkbox"/> Desliz. roca fracturada<br><input type="checkbox"/> Propag. lateral lenta<br><input type="checkbox"/> Propag. lateral rápida<br><input type="checkbox"/> Rotación<br><input type="checkbox"/> Deform. gravit. profundas |  | <input type="checkbox"/> Roca<br><input type="checkbox"/> Detritos<br><input type="checkbox"/> Tierra<br><input type="checkbox"/> Lodo<br><input type="checkbox"/> Turba                                                                                                                                                                      |  | <input type="checkbox"/> Mojado<br><input type="checkbox"/> Muy Humedo<br><input type="checkbox"/> Humedo<br><input type="checkbox"/> Liger. Humedo<br><input type="checkbox"/> Seco                                                         |  |
| SISTEMA DE CLASIFICACIÓN*                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |  |                                                                                                                                                                                                                                              |  |
| <input type="checkbox"/> Residual<br><input type="checkbox"/> Sedimentario<br><input type="checkbox"/> Volcánico<br><input type="checkbox"/> Glacial<br><input type="checkbox"/> Marino<br><input type="checkbox"/> Lacustre<br><input type="checkbox"/> Entr. rápido (<5 m/año)<br><input type="checkbox"/> Muy rápido (>5 m/año)<br><input type="checkbox"/> Rápido (>1.8 m/año)<br><input type="checkbox"/> Moderado (>1.3 m/año)<br><input type="checkbox"/> Lento (>1.6 m/año)<br><input type="checkbox"/> Muy lento (>16 mm/año)<br><input type="checkbox"/> Entr. lento (<16 mm/año) |  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |  |                                                                                                                                                                                                                                              |  |

| FORMATO MODIFICADO PARA INVENTARIO DE MOVIMIENTOS EN MASA Vs 2012                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |  |                                                                                                                                                                                                                                              |  |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|
| Proyecto Multinacional Andino: Geociencias para las Comunidades Andinas                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |  |                                                                                                                                                                                                                                              |  |
| IMPORTANCIA*<br>Alta <input type="checkbox"/> Media <input type="checkbox"/> Baja <input type="checkbox"/>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |  |                                                                                                                                                                                                                                              |  |
| ENCUESTADOR* <u>M. Ardila</u>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |  |                                                                                                                                                                                                                                              |  |
| FECHA EVENTO*                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |  | FECHA REPORTE*                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |  | INSTITUCIÓN*                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |  |                                                                                                                                                                                                                                              |  |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |  | <u>UIS</u>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |  |                                                                                                                                                                                                                                              |  |
| LOCALIZACIÓN GEOGRÁFICA                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |  |                                                                                                                                                                                                                                              |  |
| POR DIVISIÓN POLÍTICA                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |  | COORDENADAS GEOGRÁFICAS                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |  | REFERENTES GEOGRÁFICOS                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |  | PLANCHAS                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |  | DOCUMENTACIÓN                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |  |                                                                                                                                                                                                                                              |  |
| Departamento* <u>Santander</u>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |  | Sitio* <u>X=1074627</u>                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |  | Planchas                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |  | AÑO                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |  | Escala                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |  |                                                                                                                                                                                                                                              |  |
| Municipio* <u>S.V. de Chucurí</u>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |  | Longitud* <u>Y=1249083</u>                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |  | Planchas                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |  | AÑO                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |  | Escala                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |  |                                                                                                                                                                                                                                              |  |
| Vereda*                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |  | Altura*                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |  | Planchas                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |  | AÑO                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |  | Escala                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |  |                                                                                                                                                                                                                                              |  |
| Proyección: Magna *                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |  | Planchas                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |  | AÑO                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |  | Escala                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |  |                                                                                                                                                                                                                                              |  |
| ACTIVIDAD DEL MOVIMIENTO                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |  |                                                                                                                                                                                                                                              |  |
| EDAD                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |  | ESTADO                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |  | DISTRIBUCIÓN                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |  | DESCRIPCIÓN                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |  | LITOLOGÍA Y ESTRUCTURA                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |  |                                                                                                                                                                                                                                              |  |
| <input type="checkbox"/> <1 año<br><input type="checkbox"/> 1-5 años<br><input type="checkbox"/> 6-10 años<br><input type="checkbox"/> 11-15 años<br><input type="checkbox"/> 16-20 años                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |  | <input type="checkbox"/> Activo<br><input type="checkbox"/> Reactivo<br><input type="checkbox"/> Suspendido<br><input type="checkbox"/> INACTIVO<br><input type="checkbox"/> Latente<br><input type="checkbox"/> Abandonado<br><input type="checkbox"/> Releto                                                                       |  | <input type="checkbox"/> Completo<br><input type="checkbox"/> Comprometido<br><input type="checkbox"/> Múltiple<br><input type="checkbox"/> Sucesivo<br><input type="checkbox"/> Único                                                                                                                                                        |  | <input type="checkbox"/> Retrogrado<br><input type="checkbox"/> Avanzado<br><input type="checkbox"/> Ensayado<br><input type="checkbox"/> Confinado<br><input type="checkbox"/> Creciente<br><input type="checkbox"/> Decreciente<br><input type="checkbox"/> Móvil                                                                            |  | <input type="checkbox"/> Desliz. tradicional<br><input type="checkbox"/> Desliz. en cuña<br><input type="checkbox"/> Desliz. tradicional en cuña<br><input type="checkbox"/> Desliz. tradicional planar<br><input type="checkbox"/> Desliz. de rocas<br><input type="checkbox"/> Desliz. de arena<br><input type="checkbox"/> Desliz. de lodo |  | <input type="checkbox"/> Estratificación<br><input type="checkbox"/> Foliación<br><input type="checkbox"/> Ductilidad<br><input type="checkbox"/> Falla<br><input type="checkbox"/> Discontinuidad<br><input type="checkbox"/> Esquistosidad |  |
| CLASIFICACIÓN DEL MOVIMIENTO                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |  |                                                                                                                                                                                                                                              |  |
| TIPO MOVIMIENTO                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |  | SUBTIPO MOVIMIENTO                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |  | VELOCIDAD                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |  | TIPO MATERIAL                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |  | HUMEDAD                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |  |                                                                                                                                                                                                                                              |  |
| <input type="checkbox"/> Caída<br><input type="checkbox"/> Volcanismo<br><input checked="" type="checkbox"/> Deslizamiento<br><input type="checkbox"/> Flujo<br><input type="checkbox"/> Propagación Lateral<br><input type="checkbox"/> Rotación<br><input type="checkbox"/> Deform. gravit. profundas                                                                                                                                                                                                                                                                                     |  | <input type="checkbox"/> Caída de rocas<br><input type="checkbox"/> Caída de detritos<br><input type="checkbox"/> Caída de tierras<br><input type="checkbox"/> Volcan. Resaca de rocas<br><input type="checkbox"/> Volcan. de rocas<br><input type="checkbox"/> Volcan. macizo rocoso<br><input type="checkbox"/> Desliz. rotacional |  | <input type="checkbox"/> Desliz. tradicional<br><input type="checkbox"/> Desliz. en cuña<br><input type="checkbox"/> Desliz. tradicional en cuña<br><input type="checkbox"/> Desliz. tradicional planar<br><input type="checkbox"/> Desliz. de rocas<br><input type="checkbox"/> Desliz. de arena<br><input type="checkbox"/> Desliz. de lodo |  | <input type="checkbox"/> Desliz. por flujo<br><input type="checkbox"/> Desliz. de detritos<br><input type="checkbox"/> Desliz. roca fracturada<br><input type="checkbox"/> Propag. lateral lenta<br><input type="checkbox"/> Propag. lateral rápida<br><input type="checkbox"/> Rotación<br><input type="checkbox"/> Deform. gravit. profundas |  | <input type="checkbox"/> Roca<br><input type="checkbox"/> Detritos<br><input type="checkbox"/> Tierra<br><input type="checkbox"/> Lodo<br><input type="checkbox"/> Turba                                                                                                                                                                      |  | <input type="checkbox"/> Mojado<br><input type="checkbox"/> Muy Humedo<br><input type="checkbox"/> Humedo<br><input type="checkbox"/> Liger. Humedo<br><input type="checkbox"/> Seco                                                         |  |
| SISTEMA DE CLASIFICACIÓN*                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |  |                                                                                                                                                                                                                                              |  |
| <input type="checkbox"/> Residual<br><input type="checkbox"/> Sedimentario<br><input type="checkbox"/> Volcánico<br><input type="checkbox"/> Glacial<br><input type="checkbox"/> Marino<br><input type="checkbox"/> Lacustre<br><input type="checkbox"/> Entr. rápido (<5 m/año)<br><input type="checkbox"/> Muy rápido (>5 m/año)<br><input type="checkbox"/> Rápido (>1.8 m/año)<br><input type="checkbox"/> Moderado (>1.3 m/año)<br><input type="checkbox"/> Lento (>1.6 m/año)<br><input type="checkbox"/> Muy lento (>16 mm/año)<br><input type="checkbox"/> Entr. lento (<16 mm/año) |  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |  |                                                                                                                                                                                                                                              |  |

| FORMATO MODIFICADO PARA INVENTARIO DE MOVIMIENTOS EN MASA Vs 2012                                                                                                                                                                                                                  |           |  |  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |    |    |    |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |    |                                                                           |    |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |     |  |  |                                                                                                             |  |                                                                                                                                                                                          |  |                                                                                                                                                                                                          |  |                                                                                                                                                                    |  |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|--|--|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|----|----|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|---------------------------------------------------------------------------|----|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|--|--|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|
| Proyecto Multinacional Andino: Geociencias para las Comunidades Andinas                                                                                                                                                                                                            |           |  |  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |    |    |    |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |    |                                                                           |    |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |     |  |  |                                                                                                             |  |                                                                                                                                                                                          |  |                                                                                                                                                                                                          |  |                                                                                                                                                                    |  |
| DATOS DE REGISTRO                                                                                                                                                                                                                                                                  |           |  |  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |    |    |    |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |    |                                                                           |    |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |     |  |  |                                                                                                             |  |                                                                                                                                                                                          |  |                                                                                                                                                                                                          |  |                                                                                                                                                                    |  |
| ENCUESTADOR*                                                                                                                                                                                                                                                                       | M. Jaimes |  |  | FECHA EVENTO*                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | DI | ME | DA | FECHA REPORTE*                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | DI | ME                                                                        | DA | INSTITUCIÓN*                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | UIS |  |  |                                                                                                             |  |                                                                                                                                                                                          |  |                                                                                                                                                                                                          |  |                                                                                                                                                                    |  |
| LOCALIZACIÓN GEOGRÁFICA                                                                                                                                                                                                                                                            |           |  |  | REFERENTES GEOGRÁFICOS                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |    |    |    | PLANCHAS                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |    | DOCUMENTACIÓN                                                             |    |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |     |  |  |                                                                                                             |  |                                                                                                                                                                                          |  |                                                                                                                                                                                                          |  |                                                                                                                                                                    |  |
| POR DIVISIÓN POLÍTICA<br>Departamento* <u>Santander</u><br>Municipio* <u>S. V. Chucuri</u><br>Vereda* <u>Colombia - Bogotá</u>                                                                                                                                                     |           |  |  | COORDENADAS GEOGRÁFICAS<br>UTM<br>Lat (SDMS)* <u>X=1074584</u><br>Long (SDMS)* <u>Y=1249107</u><br>Altitud*<br>Proyección: Magna                                                                                                                                                                                              |    |    |    | PLANCHAS<br>AÑO ESCALA EDITOR                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |    | DOCUMENTACIÓN<br>FOTOGRAFÍAS AERIAS<br>Año Escala Editor                  |    |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |     |  |  |                                                                                                             |  |                                                                                                                                                                                          |  |                                                                                                                                                                                                          |  |                                                                                                                                                                    |  |
| ACTIVIDAD DEL MOVIMIENTO                                                                                                                                                                                                                                                           |           |  |  | DESCRIPCIÓN                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |    |    |    | LITOLOGÍA Y ESTRUCTURA                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |    | ESTRUCTURA                                                                |    |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |     |  |  |                                                                                                             |  |                                                                                                                                                                                          |  |                                                                                                                                                                                                          |  |                                                                                                                                                                    |  |
| EDAD<br><input checked="" type="checkbox"/> < 1 año<br><input type="checkbox"/> 1-5 años<br><input type="checkbox"/> 6-10 años<br><input type="checkbox"/> 11-15 años<br><input type="checkbox"/> 16-20 años<br><input type="checkbox"/> > 20 años                                 |           |  |  | ESTADO<br><input checked="" type="checkbox"/> Activo<br><input type="checkbox"/> Reactivado<br><input type="checkbox"/> Suspenso<br><input type="checkbox"/> INACTIVO<br><input type="checkbox"/> Latente<br><input type="checkbox"/> Abandonado<br><input type="checkbox"/> Estabilizado<br><input type="checkbox"/> Refrito |    |    |    | ESTILO<br><input checked="" type="checkbox"/> Simple<br><input type="checkbox"/> Compuesto<br><input type="checkbox"/> Múltiple<br><input type="checkbox"/> Suave<br><input type="checkbox"/> Único                                                                                                                                   |    |                                                                           |    | DISTRIBUCIÓN<br><input checked="" type="checkbox"/> Retrogrado<br><input type="checkbox"/> Avanzado<br><input type="checkbox"/> Escarpado<br><input type="checkbox"/> Confinado<br><input type="checkbox"/> Creciente<br><input type="checkbox"/> Decreciente<br><input type="checkbox"/> Móvil                                      |     |  |  | DESCRIPCIÓN<br>Nota: Incluir mínimo origen de la roca (LVI 6.5) Edaf, Fm, litología y estratigrafía, suelos |  | LITOLOGÍA Y ESTRUCTURA<br>ESTRUCTURA<br>Planos de Estratificación<br>Foliación<br>Diaclasas<br>Falla<br>Discontinuidad<br>Equitividad<br>NOTA: DR Dirección de movimiento, RE Rotamiento |  | ESTRUCTURA<br>ORIENTACIÓN<br>DR BC<br>ESPACIAMIENTO (m)<br>2-6.6 6.6-12 12-24.9 >24.9                                                                                                                    |  |                                                                                                                                                                    |  |
| TIPO MOVIMIENTO                                                                                                                                                                                                                                                                    |           |  |  | SUBTIPO MOVIMIENTO                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |    |    |    | VELOCIDAD                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |    | TIPO MATERIAL                                                             |    |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |     |  |  |                                                                                                             |  |                                                                                                                                                                                          |  |                                                                                                                                                                                                          |  |                                                                                                                                                                    |  |
| Caida<br><input checked="" type="checkbox"/> Volcanismo<br><input type="checkbox"/> Deslizamiento<br><input type="checkbox"/> Flujos<br><input type="checkbox"/> Propagación lateral<br><input type="checkbox"/> Resquebrajo<br><input type="checkbox"/> Deform. granit. profundas |           |  |  | Caida de roca<br><input checked="" type="checkbox"/> Caida de detritos<br><input type="checkbox"/> Caida de tierras<br><input type="checkbox"/> Volcan. fluvial de roca<br><input type="checkbox"/> Volcan. de roca<br><input type="checkbox"/> Volcan. masica rocosa<br><input type="checkbox"/> Desliz. rotacional          |    |    |    | Desliz. traslacional<br><input checked="" type="checkbox"/> Desliz. en cuña<br><input type="checkbox"/> Desliz. traslacional en cuña<br><input type="checkbox"/> Desliz. traslacional planar<br><input type="checkbox"/> Avanchada de rocas<br><input type="checkbox"/> Flujos de detritos<br><input type="checkbox"/> Flujos de lodo |    |                                                                           |    | Desliz. por flujo<br><input checked="" type="checkbox"/> Avanchada de detritos<br><input type="checkbox"/> Flujos de tierra<br><input type="checkbox"/> Crecida de detritos<br><input type="checkbox"/> Flujos de barro<br><input type="checkbox"/> Desliz. licuación de arena<br><input type="checkbox"/> Desliz. licuación de limo |     |  |  | Desliz. licuación de arena<br><input type="checkbox"/> Desliz. licuación de limo                            |  | Roca<br><input checked="" type="checkbox"/> Detritos<br><input type="checkbox"/> Tierra<br><input type="checkbox"/> Lodo<br><input type="checkbox"/> Turba                               |  | Humedad<br><input checked="" type="checkbox"/> Mojado<br><input type="checkbox"/> Muy Humedo<br><input type="checkbox"/> Húmedo<br><input type="checkbox"/> Algo Húmedo<br><input type="checkbox"/> Seco |  | Plasticidad<br><input checked="" type="checkbox"/> Alta<br><input type="checkbox"/> Media<br><input type="checkbox"/> Baja<br><input type="checkbox"/> No plástico |  |
| ORIGEN SUELO                                                                                                                                                                                                                                                                       |           |  |  | TIPO DEPOSITO (origen suelo y rocas)                                                                                                                                                                                                                                                                                          |    |    |    | VELOCIDAD                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |    | SISTEMA DE CLASIFICACIÓN*                                                 |    |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |     |  |  |                                                                                                             |  |                                                                                                                                                                                          |  |                                                                                                                                                                                                          |  |                                                                                                                                                                    |  |
| Residual<br><input checked="" type="checkbox"/> Sedimentario<br><input type="checkbox"/> Volcánico<br><input type="checkbox"/> Glacial                                                                                                                                             |           |  |  | Aluvial<br><input checked="" type="checkbox"/> Lacustre<br><input type="checkbox"/> Marino<br><input type="checkbox"/> Glacial                                                                                                                                                                                                |    |    |    | Fm. rápido (>1 m/año)<br><input type="checkbox"/> Moderado (>1 m/año)<br><input type="checkbox"/> Lento (>1 m/año)<br><input type="checkbox"/> Muy lento (>1 m/año)                                                                                                                                                                   |    | Fm. lento (<1 m/año)<br><input type="checkbox"/> Fm. muy lento (<1 m/año) |    | Hutchinson, 1988<br><input type="checkbox"/> Cruden y Varnes, 1998<br><input checked="" type="checkbox"/> Hungr et al., 2001                                                                                                                                                                                                         |     |  |  |                                                                                                             |  |                                                                                                                                                                                          |  |                                                                                                                                                                                                          |  |                                                                                                                                                                    |  |

| FORMATO MODIFICADO PARA INVENTARIO DE MOVIMIENTOS EN MASA Vs 2012                                                                                                                                                                                                                  |           |  |  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |    |    |    |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |    |                                                                           |    |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |     |                                                                                  |  |                                                                                                                                                            |  |                                                                                                                                                                                                          |  |                                                                                                                                                                    |  |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|--|--|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|----|----|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|---------------------------------------------------------------------------|----|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|----------------------------------------------------------------------------------|--|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|
| Proyecto Multinacional Andino: Geociencias para las Comunidades Andinas                                                                                                                                                                                                            |           |  |  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |    |    |    |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |    |                                                                           |    |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |     |                                                                                  |  |                                                                                                                                                            |  |                                                                                                                                                                                                          |  |                                                                                                                                                                    |  |
| DATOS DE REGISTRO                                                                                                                                                                                                                                                                  |           |  |  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |    |    |    |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |    |                                                                           |    |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |     |                                                                                  |  |                                                                                                                                                            |  |                                                                                                                                                                                                          |  |                                                                                                                                                                    |  |
| ENCUESTADOR*                                                                                                                                                                                                                                                                       | M. Ardila |  |  | FECHA EVENTO*                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | DI | ME | DA | FECHA REPORTE*                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | DI | ME                                                                        | DA | INSTITUCIÓN*                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | UIS |                                                                                  |  |                                                                                                                                                            |  |                                                                                                                                                                                                          |  |                                                                                                                                                                    |  |
| LOCALIZACIÓN GEOGRÁFICA                                                                                                                                                                                                                                                            |           |  |  | REFERENTES GEOGRÁFICOS                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |    |    |    | PLANCHAS                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |    | DOCUMENTACIÓN                                                             |    |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |     |                                                                                  |  |                                                                                                                                                            |  |                                                                                                                                                                                                          |  |                                                                                                                                                                    |  |
| POR DIVISIÓN POLÍTICA<br>Departamento* <u>Santander</u><br>Municipio* <u>S. V. Chucuri</u><br>Vereda* <u>Colombia - Bogotá</u>                                                                                                                                                     |           |  |  | COORDENADAS GEOGRÁFICAS<br>UTM<br>Lat (SDMS)* <u>X=1073574</u><br>Long (SDMS)* <u>Y=1252287</u><br>Altitud*<br>Proyección: Magna                                                                                                                                                                                              |    |    |    | PLANCHAS<br>AÑO ESCALA EDITOR                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |    | DOCUMENTACIÓN<br>FOTOGRAFÍAS AERIAS<br>Año Escala Editor                  |    |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |     |                                                                                  |  |                                                                                                                                                            |  |                                                                                                                                                                                                          |  |                                                                                                                                                                    |  |
| ACTIVIDAD DEL MOVIMIENTO                                                                                                                                                                                                                                                           |           |  |  | DESCRIPCIÓN                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |    |    |    | LITOLOGÍA Y ESTRUCTURA                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |    | ESTRUCTURA                                                                |    |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |     |                                                                                  |  |                                                                                                                                                            |  |                                                                                                                                                                                                          |  |                                                                                                                                                                    |  |
| EDAD<br><input checked="" type="checkbox"/> < 1 año<br><input type="checkbox"/> 1-5 años<br><input type="checkbox"/> 6-10 años<br><input type="checkbox"/> 11-15 años<br><input type="checkbox"/> 16-20 años<br><input type="checkbox"/> > 20 años                                 |           |  |  | ESTADO<br><input checked="" type="checkbox"/> Activo<br><input type="checkbox"/> Reactivado<br><input type="checkbox"/> Suspenso<br><input type="checkbox"/> INACTIVO<br><input type="checkbox"/> Latente<br><input type="checkbox"/> Abandonado<br><input type="checkbox"/> Estabilizado<br><input type="checkbox"/> Refrito |    |    |    | ESTILO<br><input checked="" type="checkbox"/> Simple<br><input type="checkbox"/> Compuesto<br><input type="checkbox"/> Múltiple<br><input type="checkbox"/> Suave<br><input type="checkbox"/> Único                                                                                                                                   |    |                                                                           |    | DISTRIBUCIÓN<br><input checked="" type="checkbox"/> Retrogrado<br><input type="checkbox"/> Avanzado<br><input type="checkbox"/> Escarpado<br><input type="checkbox"/> Confinado<br><input type="checkbox"/> Creciente<br><input type="checkbox"/> Decreciente<br><input type="checkbox"/> Móvil                                      |     |                                                                                  |  | DESCRIPCIÓN<br>Nota: Incluir mínimo origen de la roca (LVI 6.5) Edaf, Fm, litología y estratigrafía, suelos                                                |  | LITOLOGÍA Y ESTRUCTURA<br>ESTRUCTURA<br>Planos de Estratificación<br>Foliación<br>Diaclasas<br>Falla<br>Discontinuidad<br>Equitividad<br>NOTA: DR Dirección de movimiento, RE Rotamiento                 |  | ESTRUCTURA<br>ORIENTACIÓN<br>DR BC<br>ESPACIAMIENTO (m)<br>2-6.6 6.6-12 12-24.9 >24.9                                                                              |  |
| TIPO MOVIMIENTO                                                                                                                                                                                                                                                                    |           |  |  | SUBTIPO MOVIMIENTO                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |    |    |    | VELOCIDAD                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |    | TIPO MATERIAL                                                             |    |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |     |                                                                                  |  |                                                                                                                                                            |  |                                                                                                                                                                                                          |  |                                                                                                                                                                    |  |
| Caida<br><input checked="" type="checkbox"/> Volcanismo<br><input type="checkbox"/> Deslizamiento<br><input type="checkbox"/> Flujos<br><input type="checkbox"/> Propagación lateral<br><input type="checkbox"/> Resquebrajo<br><input type="checkbox"/> Deform. granit. profundas |           |  |  | Caida de roca<br><input checked="" type="checkbox"/> Caida de detritos<br><input type="checkbox"/> Caida de tierras<br><input type="checkbox"/> Volcan. fluvial de roca<br><input type="checkbox"/> Volcan. de roca<br><input type="checkbox"/> Volcan. masica rocosa<br><input type="checkbox"/> Desliz. rotacional          |    |    |    | Desliz. traslacional<br><input checked="" type="checkbox"/> Desliz. en cuña<br><input type="checkbox"/> Desliz. traslacional en cuña<br><input type="checkbox"/> Desliz. traslacional planar<br><input type="checkbox"/> Avanchada de rocas<br><input type="checkbox"/> Flujos de detritos<br><input type="checkbox"/> Flujos de lodo |    |                                                                           |    | Desliz. por flujo<br><input checked="" type="checkbox"/> Avanchada de detritos<br><input type="checkbox"/> Flujos de tierra<br><input type="checkbox"/> Crecida de detritos<br><input type="checkbox"/> Flujos de barro<br><input type="checkbox"/> Desliz. licuación de arena<br><input type="checkbox"/> Desliz. licuación de limo |     | Desliz. licuación de arena<br><input type="checkbox"/> Desliz. licuación de limo |  | Roca<br><input checked="" type="checkbox"/> Detritos<br><input type="checkbox"/> Tierra<br><input type="checkbox"/> Lodo<br><input type="checkbox"/> Turba |  | Humedad<br><input checked="" type="checkbox"/> Mojado<br><input type="checkbox"/> Muy Humedo<br><input type="checkbox"/> Húmedo<br><input type="checkbox"/> Algo Húmedo<br><input type="checkbox"/> Seco |  | Plasticidad<br><input checked="" type="checkbox"/> Alta<br><input type="checkbox"/> Media<br><input type="checkbox"/> Baja<br><input type="checkbox"/> No plástico |  |
| ORIGEN SUELO                                                                                                                                                                                                                                                                       |           |  |  | TIPO DEPOSITO (origen suelo y rocas)                                                                                                                                                                                                                                                                                          |    |    |    | VELOCIDAD                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |    | SISTEMA DE CLASIFICACIÓN*                                                 |    |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |     |                                                                                  |  |                                                                                                                                                            |  |                                                                                                                                                                                                          |  |                                                                                                                                                                    |  |
| Residual<br><input checked="" type="checkbox"/> Sedimentario<br><input type="checkbox"/> Volcánico<br><input type="checkbox"/> Glacial                                                                                                                                             |           |  |  | Aluvial<br><input checked="" type="checkbox"/> Lacustre<br><input type="checkbox"/> Marino<br><input type="checkbox"/> Glacial                                                                                                                                                                                                |    |    |    | Fm. rápido (>1 m/año)<br><input type="checkbox"/> Moderado (>1 m/año)<br><input type="checkbox"/> Lento (>1 m/año)<br><input type="checkbox"/> Muy lento (>1 m/año)                                                                                                                                                                   |    | Fm. lento (<1 m/año)<br><input type="checkbox"/> Fm. muy lento (<1 m/año) |    | Hutchinson, 1988<br><input type="checkbox"/> Cruden y Varnes, 1998<br><input checked="" type="checkbox"/> Hungr et al., 2001                                                                                                                                                                                                         |     |                                                                                  |  |                                                                                                                                                            |  |                                                                                                                                                                                                          |  |                                                                                                                                                                    |  |

| FORMATO MODIFICADO PARA INVENTARIO DE MOVIMIENTOS EN MASA Vs 2012                                                                                                                                                                                                                  |           |  |  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |    |    |    |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |    |                                                                           |    |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |     |                                                                                  |  |                                                                                                                                                            |  |                                                                                                                                                                                                          |  |                                                                                                                                                                    |  |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|--|--|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|----|----|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|---------------------------------------------------------------------------|----|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|----------------------------------------------------------------------------------|--|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|
| Proyecto Multinacional Andino: Geociencias para las Comunidades Andinas                                                                                                                                                                                                            |           |  |  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |    |    |    |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |    |                                                                           |    |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |     |                                                                                  |  |                                                                                                                                                            |  |                                                                                                                                                                                                          |  |                                                                                                                                                                    |  |
| DATOS DE REGISTRO                                                                                                                                                                                                                                                                  |           |  |  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |    |    |    |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |    |                                                                           |    |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |     |                                                                                  |  |                                                                                                                                                            |  |                                                                                                                                                                                                          |  |                                                                                                                                                                    |  |
| ENCUESTADOR*                                                                                                                                                                                                                                                                       | M. Jaimes |  |  | FECHA EVENTO*                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | DI | ME | DA | FECHA REPORTE*                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | DI | ME                                                                        | DA | INSTITUCIÓN*                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | UIS |                                                                                  |  |                                                                                                                                                            |  |                                                                                                                                                                                                          |  |                                                                                                                                                                    |  |
| LOCALIZACIÓN GEOGRÁFICA                                                                                                                                                                                                                                                            |           |  |  | REFERENTES GEOGRÁFICOS                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |    |    |    | PLANCHAS                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |    | DOCUMENTACIÓN                                                             |    |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |     |                                                                                  |  |                                                                                                                                                            |  |                                                                                                                                                                                                          |  |                                                                                                                                                                    |  |
| POR DIVISIÓN POLÍTICA<br>Departamento* <u>Santander</u><br>Municipio* <u>S. V. Chucuri</u><br>Vereda* <u>Colombia - Bogotá</u>                                                                                                                                                     |           |  |  | COORDENADAS GEOGRÁFICAS<br>UTM<br>Lat (SDMS)* <u>X=1074364</u><br>Long (SDMS)* <u>Y=1252731</u><br>Altitud*<br>Proyección: Magna                                                                                                                                                                                              |    |    |    | PLANCHAS<br>AÑO ESCALA EDITOR                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |    | DOCUMENTACIÓN<br>FOTOGRAFÍAS AERIAS<br>Año Escala Editor                  |    |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |     |                                                                                  |  |                                                                                                                                                            |  |                                                                                                                                                                                                          |  |                                                                                                                                                                    |  |
| ACTIVIDAD DEL MOVIMIENTO                                                                                                                                                                                                                                                           |           |  |  | DESCRIPCIÓN                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |    |    |    | LITOLOGÍA Y ESTRUCTURA                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |    | ESTRUCTURA                                                                |    |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |     |                                                                                  |  |                                                                                                                                                            |  |                                                                                                                                                                                                          |  |                                                                                                                                                                    |  |
| EDAD<br><input checked="" type="checkbox"/> < 1 año<br><input type="checkbox"/> 1-5 años<br><input type="checkbox"/> 6-10 años<br><input type="checkbox"/> 11-15 años<br><input type="checkbox"/> 16-20 años<br><input type="checkbox"/> > 20 años                                 |           |  |  | ESTADO<br><input checked="" type="checkbox"/> Activo<br><input type="checkbox"/> Reactivado<br><input type="checkbox"/> Suspenso<br><input type="checkbox"/> INACTIVO<br><input type="checkbox"/> Latente<br><input type="checkbox"/> Abandonado<br><input type="checkbox"/> Estabilizado<br><input type="checkbox"/> Refrito |    |    |    | ESTILO<br><input checked="" type="checkbox"/> Simple<br><input type="checkbox"/> Compuesto<br><input type="checkbox"/> Múltiple<br><input type="checkbox"/> Suave<br><input type="checkbox"/> Único                                                                                                                                   |    |                                                                           |    | DISTRIBUCIÓN<br><input checked="" type="checkbox"/> Retrogrado<br><input type="checkbox"/> Avanzado<br><input type="checkbox"/> Escarpado<br><input type="checkbox"/> Confinado<br><input type="checkbox"/> Creciente<br><input type="checkbox"/> Decreciente<br><input type="checkbox"/> Móvil                                      |     |                                                                                  |  | DESCRIPCIÓN<br>Nota: Incluir mínimo origen de la roca (LVI 6.5) Edaf, Fm, litología y estratigrafía, suelos                                                |  | LITOLOGÍA Y ESTRUCTURA<br>ESTRUCTURA<br>Planos de Estratificación<br>Foliación<br>Diaclasas<br>Falla<br>Discontinuidad<br>Equitividad<br>NOTA: DR Dirección de movimiento, RE Rotamiento                 |  | ESTRUCTURA<br>ORIENTACIÓN<br>DR BC<br>ESPACIAMIENTO (m)<br>2-6.6 6.6-12 12-24.9 >24.9                                                                              |  |
| TIPO MOVIMIENTO                                                                                                                                                                                                                                                                    |           |  |  | SUBTIPO MOVIMIENTO                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |    |    |    | VELOCIDAD                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |    | TIPO MATERIAL                                                             |    |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |     |                                                                                  |  |                                                                                                                                                            |  |                                                                                                                                                                                                          |  |                                                                                                                                                                    |  |
| Caida<br><input checked="" type="checkbox"/> Volcanismo<br><input type="checkbox"/> Deslizamiento<br><input type="checkbox"/> Flujos<br><input type="checkbox"/> Propagación lateral<br><input type="checkbox"/> Resquebrajo<br><input type="checkbox"/> Deform. granit. profundas |           |  |  | Caida de roca<br><input checked="" type="checkbox"/> Caida de detritos<br><input type="checkbox"/> Caida de tierras<br><input type="checkbox"/> Volcan. fluvial de roca<br><input type="checkbox"/> Volcan. de roca<br><input type="checkbox"/> Volcan. masica rocosa<br><input type="checkbox"/> Desliz. rotacional          |    |    |    | Desliz. traslacional<br><input checked="" type="checkbox"/> Desliz. en cuña<br><input type="checkbox"/> Desliz. traslacional en cuña<br><input type="checkbox"/> Desliz. traslacional planar<br><input type="checkbox"/> Avanchada de rocas<br><input type="checkbox"/> Flujos de detritos<br><input type="checkbox"/> Flujos de lodo |    |                                                                           |    | Desliz. por flujo<br><input checked="" type="checkbox"/> Avanchada de detritos<br><input type="checkbox"/> Flujos de tierra<br><input type="checkbox"/> Crecida de detritos<br><input type="checkbox"/> Flujos de barro<br><input type="checkbox"/> Desliz. licuación de arena<br><input type="checkbox"/> Desliz. licuación de limo |     | Desliz. licuación de arena<br><input type="checkbox"/> Desliz. licuación de limo |  | Roca<br><input checked="" type="checkbox"/> Detritos<br><input type="checkbox"/> Tierra<br><input type="checkbox"/> Lodo<br><input type="checkbox"/> Turba |  | Humedad<br><input checked="" type="checkbox"/> Mojado<br><input type="checkbox"/> Muy Humedo<br><input type="checkbox"/> Húmedo<br><input type="checkbox"/> Algo Húmedo<br><input type="checkbox"/> Seco |  | Plasticidad<br><input checked="" type="checkbox"/> Alta<br><input type="checkbox"/> Media<br><input type="checkbox"/> Baja<br><input type="checkbox"/> No plástico |  |
| ORIGEN SUELO                                                                                                                                                                                                                                                                       |           |  |  | TIPO DEPOSITO (origen suelo y rocas)                                                                                                                                                                                                                                                                                          |    |    |    | VELOCIDAD                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |    | SISTEMA DE CLASIFICACIÓN*                                                 |    |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |     |                                                                                  |  |                                                                                                                                                            |  |                                                                                                                                                                                                          |  |                                                                                                                                                                    |  |
| Residual<br><input checked="" type="checkbox"/> Sedimentario<br><input type="checkbox"/> Volcánico<br><input type="checkbox"/> Glacial                                                                                                                                             |           |  |  | Aluvial<br><input checked="" type="checkbox"/> Lacustre<br><input type="checkbox"/> Marino<br><input type="checkbox"/> Glacial                                                                                                                                                                                                |    |    |    | Fm. rápido (>1 m/año)<br><input type="checkbox"/> Moderado (>1 m/año)<br><input type="checkbox"/> Lento (>1 m/año)<br><input type="checkbox"/> Muy lento (>1 m/año)                                                                                                                                                                   |    | Fm. lento (<1 m/año)<br><input type="checkbox"/> Fm. muy lento (<1 m/año) |    | Hutchinson, 1988<br><input type="checkbox"/> Cruden y Varnes, 1998<br><input checked="" type="checkbox"/> Hungr et al., 2001                                                                                                                                                                                                         |     |                                                                                  |  |                                                                                                                                                            |  |                                                                                                                                                                                                          |  |                                                                                                                                                                    |  |

| FORMATO MODIFICADO PARA INVENTARIO DE MOVIMIENTOS EN MASA Vs 2012                            |                          |                         |                                      |                              |                          |                            |                          |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |                          |                                   |                          |                             |                                |                               |                          |  |  |        |  |  |
|----------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------|-------------------------|--------------------------------------|------------------------------|--------------------------|----------------------------|--------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------|-----------------------------------|--------------------------|-----------------------------|--------------------------------|-------------------------------|--------------------------|--|--|--------|--|--|
| Proyecto Multinacional Andino: Geociencias para las Comunidades Andinas                      |                          |                         |                                      |                              |                          |                            |                          |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |                          |                                   |                          |                             |                                |                               |                          |  |  |        |  |  |
| IMPORTANCIA*                                                                                 |                          |                         |                                      |                              |                          |                            |                          |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |                          |                                   |                          |                             |                                |                               |                          |  |  |        |  |  |
|                                                                                              |                          |                         |                                      |                              |                          |                            |                          |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |                          |                                   |                          | Alta                        | <input type="checkbox"/> Medio | <input type="checkbox"/> Baja |                          |  |  |        |  |  |
| ENCUESTADOR* <span style="font-size: 1.2em;">M. Ardila</span>                                |                          |                         |                                      |                              |                          |                            |                          |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |                          |                                   |                          |                             |                                |                               |                          |  |  |        |  |  |
| DATOS DE REGISTRO                                                                            |                          |                         |                                      |                              |                          |                            |                          |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |                          |                                   |                          |                             |                                |                               |                          |  |  |        |  |  |
| FECHA EVENTO*                                                                                |                          |                         | FECHA REPORTE*                       |                              |                          | INSTITUCIÓN*               |                          |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |                          |                                   |                          |                             |                                |                               |                          |  |  |        |  |  |
| DD MM AAA                                                                                    |                          |                         | DD MM AAA                            |                              |                          | UIS                        |                          |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |                          |                                   |                          |                             |                                |                               |                          |  |  |        |  |  |
| LOCALIZACIÓN GEOGRÁFICA                                                                      |                          |                         |                                      |                              |                          |                            |                          |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |                          |                                   |                          |                             |                                |                               |                          |  |  |        |  |  |
| POR DIVISIÓN POLÍTICA                                                                        |                          |                         | COORDENADAS GEOGRÁFICAS              |                              |                          | REFERENTES GEOGRÁFICOS     |                          |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | PLANCHAS                 |                                   |                          | DOCUMENTACIÓN               |                                |                               | FOTOGRAFÍAS AERIAS       |  |  |        |  |  |
| Departamento* <span style="font-size: 1.2em;">Cundinamarca</span>                            |                          |                         | PISO*                                |                              |                          | X=1073152                  |                          |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | PLANCHAS                 |                                   |                          | AÑO                         |                                |                               | ESCALA                   |  |  | EDITOR |  |  |
| Municipio* <span style="font-size: 1.2em;">S.V. de Chuschi</span>                            |                          |                         | ELEVACIÓN*                           |                              |                          | Y=1250945                  |                          |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | AÑO                      |                                   |                          | ESCALA                      |                                |                               | EDITOR                   |  |  |        |  |  |
| Vereda*                                                                                      |                          |                         | Proyección: Mapa "Colombia - Bogotá" |                              |                          |                            |                          |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |                          |                                   |                          |                             |                                |                               |                          |  |  |        |  |  |
| ACTIVIDAD DEL MOVIMIENTO                                                                     |                          |                         |                                      |                              |                          |                            |                          |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |                          |                                   |                          |                             |                                |                               |                          |  |  |        |  |  |
| EDAD                                                                                         |                          | ESTADO                  |                                      | ESTILO                       |                          | DISTRIBUCIÓN               |                          | DESCRIPCIÓN                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |                          |                                   |                          |                             |                                |                               |                          |  |  |        |  |  |
| <1 año                                                                                       | <input type="checkbox"/> | Activo                  | <input type="checkbox"/>             | Simple                       | <input type="checkbox"/> | Retrograda                 | <input type="checkbox"/> | <div style="display: flex; justify-content: space-between;"> <div> Estructura<br/> Estratificación<br/> Foliación<br/> Difusión<br/> Falla<br/> Discrepancia<br/> Espesoridad </div> <div> Orientación<br/> DR<br/> RZ<br/> &gt;2<br/> J=0-6<br/> G=0-2<br/> D=J=0-6<br/> &lt;0-6 </div> <div> Espaciamiento (m)<br/> </div> </div> |                          |                                   |                          |                             |                                |                               |                          |  |  |        |  |  |
| 1-5 años                                                                                     | <input type="checkbox"/> | Reactivado              | <input type="checkbox"/>             | Compuesta                    | <input type="checkbox"/> | Avanzado                   | <input type="checkbox"/> |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |                          |                                   |                          |                             |                                |                               |                          |  |  |        |  |  |
| 6-10 años                                                                                    | <input type="checkbox"/> | Suspendido              | <input type="checkbox"/>             | Múltiple                     | <input type="checkbox"/> | Enmarchado                 | <input type="checkbox"/> |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |                          |                                   |                          |                             |                                |                               |                          |  |  |        |  |  |
| 11-15 años                                                                                   | <input type="checkbox"/> | INACTIVO                | <input type="checkbox"/>             | Succeso                      | <input type="checkbox"/> | Confinado                  | <input type="checkbox"/> |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |                          |                                   |                          |                             |                                |                               |                          |  |  |        |  |  |
| 16-20 años                                                                                   | <input type="checkbox"/> | Abandonado              | <input type="checkbox"/>             | Lento                        | <input type="checkbox"/> | Gradiente                  | <input type="checkbox"/> |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |                          |                                   |                          |                             |                                |                               |                          |  |  |        |  |  |
| > 30 años                                                                                    | <input type="checkbox"/> | Estabilizado            | <input type="checkbox"/>             | Discreto                     | <input type="checkbox"/> | Decreciente                | <input type="checkbox"/> |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |                          |                                   |                          |                             |                                |                               |                          |  |  |        |  |  |
|                                                                                              | <input type="checkbox"/> | Refecto                 | <input type="checkbox"/>             | Mixto                        | <input type="checkbox"/> | Mixto                      | <input type="checkbox"/> |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |                          |                                   |                          |                             |                                |                               |                          |  |  |        |  |  |
| Nota: Incluir mínimo origen de la roca (Lm 6.5) Edad, Pm, Etimología y estratigrafía, suelos |                          |                         |                                      |                              |                          |                            |                          |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |                          |                                   |                          |                             |                                |                               |                          |  |  |        |  |  |
| CLASIFICACIÓN DEL MOVIMIENTO                                                                 |                          |                         |                                      |                              |                          |                            |                          |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |                          |                                   |                          |                             |                                |                               |                          |  |  |        |  |  |
| SUBTIPO MOVIMIENTO                                                                           |                          |                         |                                      |                              |                          |                            |                          |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |                          |                                   |                          |                             |                                |                               |                          |  |  |        |  |  |
| TIPO MOVIMIENTO                                                                              |                          | 1                       |                                      | 2                            |                          | 3                          |                          | 4                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |                          | 5                                 |                          | 6                           |                                | 7                             |                          |  |  |        |  |  |
| Caida de roca                                                                                | <input type="checkbox"/> | Caida de roca           | <input type="checkbox"/>             | Desliz. tradicional          | <input type="checkbox"/> | Desliz. por flujo          | <input type="checkbox"/> | Desliz. licuación de detritos                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | <input type="checkbox"/> | Desliz. licuación roca fracturada | <input type="checkbox"/> | Desliz. por flujo           | <input type="checkbox"/>       | Desliz. por flujo             | <input type="checkbox"/> |  |  |        |  |  |
| Volcanciento                                                                                 | <input type="checkbox"/> | Caida de detritos       | <input type="checkbox"/>             | Desliz. en cueva             | <input type="checkbox"/> | Avanchada de detritos      | <input type="checkbox"/> | Desliz. licuación roca fracturada                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | <input type="checkbox"/> | Desliz. por flujo                 | <input type="checkbox"/> | Desliz. por flujo           | <input type="checkbox"/>       | Desliz. por flujo             | <input type="checkbox"/> |  |  |        |  |  |
| Deslizamiento                                                                                | <input type="checkbox"/> | Caida de tierras        | <input type="checkbox"/>             | Desliz. tradicional en cueva | <input type="checkbox"/> | Flujo de arena             | <input type="checkbox"/> | Flujo de arena                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | <input type="checkbox"/> | Flujo de arena                    | <input type="checkbox"/> | Flujo de arena              | <input type="checkbox"/>       | Flujo de arena                | <input type="checkbox"/> |  |  |        |  |  |
| Flujo                                                                                        | <input type="checkbox"/> | Volcan. fluvial de roca | <input type="checkbox"/>             | Desliz. tradicional planar   | <input type="checkbox"/> | Crescda de detritos        | <input type="checkbox"/> | Propp. lateral licuación                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | <input type="checkbox"/> | Propp. lateral licuación          | <input type="checkbox"/> | Propp. lateral licuación    | <input type="checkbox"/>       | Propp. lateral licuación      | <input type="checkbox"/> |  |  |        |  |  |
| Propagación Lateral                                                                          | <input type="checkbox"/> | Volcan. de roca         | <input type="checkbox"/>             | Avanchada de rocas           | <input type="checkbox"/> | Flujo de tierra            | <input type="checkbox"/> | Reptación de suelos                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | <input type="checkbox"/> | Reptación de suelos               | <input type="checkbox"/> | Reptación de suelos         | <input type="checkbox"/>       | Reptación de suelos           | <input type="checkbox"/> |  |  |        |  |  |
| Reptación                                                                                    | <input type="checkbox"/> | Volcan. mudas rocas     | <input type="checkbox"/>             | Flujo de detritos            | <input type="checkbox"/> | Desliz. licuación de arena | <input type="checkbox"/> | Sofocación                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | <input type="checkbox"/> | Sofocación                        | <input type="checkbox"/> | Sofocación                  | <input type="checkbox"/>       | Sofocación                    | <input type="checkbox"/> |  |  |        |  |  |
| Deflome, Gorgon, Profundar                                                                   | <input type="checkbox"/> | local. -rotacional      | <input type="checkbox"/>             | Flujo de lodo                | <input type="checkbox"/> | Desliz. licuación de lodo  | <input type="checkbox"/> | Colapso (sin permeabilidad)                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | <input type="checkbox"/> | Colapso (sin permeabilidad)       | <input type="checkbox"/> | Colapso (sin permeabilidad) | <input type="checkbox"/>       | Colapso (sin permeabilidad)   | <input type="checkbox"/> |  |  |        |  |  |
| VELOCIDAD                                                                                    |                          |                         |                                      |                              |                          |                            |                          |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |                          |                                   |                          |                             |                                |                               |                          |  |  |        |  |  |
| ORIGEN SUELO                                                                                 |                          | TIPO DEPOSITO           |                                      | TIPO DEPOSITO                |                          | TIPO DEPOSITO              |                          | TIPO DEPOSITO                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |                          | TIPO DEPOSITO                     |                          | TIPO DEPOSITO               |                                | TIPO DEPOSITO                 |                          |  |  |        |  |  |
| Residual                                                                                     | <input type="checkbox"/> | Aluvial                 | <input type="checkbox"/>             | Aluvial                      | <input type="checkbox"/> | Aluvial                    | <input type="checkbox"/> | Aluvial                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | <input type="checkbox"/> | Aluvial                           | <input type="checkbox"/> | Aluvial                     | <input type="checkbox"/>       | Aluvial                       | <input type="checkbox"/> |  |  |        |  |  |
| Sedimentario                                                                                 | <input type="checkbox"/> | Volcánico               | <input type="checkbox"/>             | Lacustro                     | <input type="checkbox"/> | Lacustro                   | <input type="checkbox"/> | Lacustro                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | <input type="checkbox"/> | Lacustro                          | <input type="checkbox"/> | Lacustro                    | <input type="checkbox"/>       | Lacustro                      | <input type="checkbox"/> |  |  |        |  |  |
| Velocidad                                                                                    |                          | Velocidad               |                                      | Velocidad                    |                          | Velocidad                  |                          |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |                          |                                   |                          |                             |                                |                               |                          |  |  |        |  |  |

| FORMATO MODIFICADO PARA INVENTARIO DE MOVIMIENTOS EN MASA Vs 2012                                                                                                                                                                                                                                              |  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |  |                                                                                                                                                                            |  |                                                                                                                                                                                      |  |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|
| Proyecto Multinacional Andino: Geociencias para las Comunidades Andinas                                                                                                                                                                                                                                        |  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |  |                                                                                                                                                                            |  |                                                                                                                                                                                      |  |
| IMPORTANCIA*                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |  |                                                                                                                                                                            |  |                                                                                                                                                                                      |  |
| Alta <input type="checkbox"/> Media <input type="checkbox"/> Baja <input type="checkbox"/>                                                                                                                                                                                                                     |  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |  |                                                                                                                                                                            |  |                                                                                                                                                                                      |  |
| ENCUESTADOR* <u>M. Jaime</u>                                                                                                                                                                                                                                                                                   |  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |  |                                                                                                                                                                            |  |                                                                                                                                                                                      |  |
| FECHA EVENTO* <u>01/11/2018</u> FECHA REPORTE* <u>10/11/2018</u> INSTITUCIÓN* <u>UIS</u>                                                                                                                                                                                                                       |  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |  |                                                                                                                                                                            |  |                                                                                                                                                                                      |  |
| LOCALIZACIÓN GEOGRÁFICA                                                                                                                                                                                                                                                                                        |  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |  |                                                                                                                                                                            |  |                                                                                                                                                                                      |  |
| POR DIVISIÓN POLÍTICA                                                                                                                                                                                                                                                                                          |  | COORDENADAS GEOGRÁFICAS                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |  | REFERENTES GEOGRÁFICOS                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |  | PLANCHAS                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |  | DOCUMENTACIÓN                                                                                                                                                              |  |                                                                                                                                                                                      |  |
| Departamento* <u>Santander</u>                                                                                                                                                                                                                                                                                 |  | Municipio* <u>S.N. de Chiriquí</u>                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |  | Vereda* <u>Colombia-Bogotá</u>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |  | PLANCHAS AÑO ESCALA EDITOR                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |  | FOTOGRAFÍAS AERIAS AÑO ESCALA EDITOR                                                                                                                                       |  |                                                                                                                                                                                      |  |
| ACTIVIDAD DEL MOVIMIENTO                                                                                                                                                                                                                                                                                       |  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |  |                                                                                                                                                                            |  |                                                                                                                                                                                      |  |
| EDAD                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |  | ESTADO                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |  | ESTILO                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |  | DISTRIBUCIÓN                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |  | DESCRIPCIÓN                                                                                                                                                                |  |                                                                                                                                                                                      |  |
| <input checked="" type="checkbox"/> <1 año<br><input type="checkbox"/> 1-5 años<br><input type="checkbox"/> 6-10 años<br><input type="checkbox"/> 11-15 años<br><input type="checkbox"/> 16-20 años                                                                                                            |  | <input checked="" type="checkbox"/> Activo<br><input type="checkbox"/> Reactivo<br><input type="checkbox"/> Suspensivo<br><input type="checkbox"/> INACTIVO<br><input type="checkbox"/> Latente<br><input type="checkbox"/> Abandonado<br><input type="checkbox"/> Estabilizado<br><input type="checkbox"/> Retiro                              |  | <input checked="" type="checkbox"/> Complejo<br><input type="checkbox"/> Compuesto<br><input type="checkbox"/> Múltiple<br><input type="checkbox"/> Sucesivo<br><input type="checkbox"/> Único                                                                                                                                                                 |  | <input checked="" type="checkbox"/> Retroactivo<br><input type="checkbox"/> Avanzado<br><input type="checkbox"/> Enchanchado<br><input type="checkbox"/> Confínado<br><input type="checkbox"/> Creciente<br><input type="checkbox"/> Decreciente<br><input type="checkbox"/> Móvil                                                                             |  | Descripción: <u>X=1073119</u><br><u>Y=1250945</u>                                                                                                                          |  |                                                                                                                                                                                      |  |
| UTIOLOGÍA Y ESTRUCTURA                                                                                                                                                                                                                                                                                         |  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |  |                                                                                                                                                                            |  |                                                                                                                                                                                      |  |
| ESTRUCTURA                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |  | ORIENTACIÓN                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |  | ESPACIAMIENTO (m)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |  |                                                                                                                                                                            |  |                                                                                                                                                                                      |  |
| Plano de Estratificación                                                                                                                                                                                                                                                                                       |  | DR                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |  | <input type="checkbox"/> 2-0.6<br><input type="checkbox"/> 0.6-0.2<br><input type="checkbox"/> 0.2-0.06<br><input type="checkbox"/> <0.06                                                                                                                                                                                                                      |  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |  |                                                                                                                                                                            |  |                                                                                                                                                                                      |  |
| Rotación                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |  | DR                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |  | <input type="checkbox"/> 2-0.6<br><input type="checkbox"/> 0.6-0.2<br><input type="checkbox"/> 0.2-0.06<br><input type="checkbox"/> <0.06                                                                                                                                                                                                                      |  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |  |                                                                                                                                                                            |  |                                                                                                                                                                                      |  |
| Dieléctricas                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |  | DR                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |  | <input type="checkbox"/> 2-0.6<br><input type="checkbox"/> 0.6-0.2<br><input type="checkbox"/> 0.2-0.06<br><input type="checkbox"/> <0.06                                                                                                                                                                                                                      |  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |  |                                                                                                                                                                            |  |                                                                                                                                                                                      |  |
| Falla                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |  | DR                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |  | <input type="checkbox"/> 2-0.6<br><input type="checkbox"/> 0.6-0.2<br><input type="checkbox"/> 0.2-0.06<br><input type="checkbox"/> <0.06                                                                                                                                                                                                                      |  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |  |                                                                                                                                                                            |  |                                                                                                                                                                                      |  |
| Discontinuidad                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |  | DR                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |  | <input type="checkbox"/> 2-0.6<br><input type="checkbox"/> 0.6-0.2<br><input type="checkbox"/> 0.2-0.06<br><input type="checkbox"/> <0.06                                                                                                                                                                                                                      |  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |  |                                                                                                                                                                            |  |                                                                                                                                                                                      |  |
| Especificidad                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |  | DR                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |  | <input type="checkbox"/> 2-0.6<br><input type="checkbox"/> 0.6-0.2<br><input type="checkbox"/> 0.2-0.06<br><input type="checkbox"/> <0.06                                                                                                                                                                                                                      |  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |  |                                                                                                                                                                            |  |                                                                                                                                                                                      |  |
| NOTA: DR Dirección de Inclinación, BE Resquebrajamiento                                                                                                                                                                                                                                                        |  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |  |                                                                                                                                                                            |  |                                                                                                                                                                                      |  |
| CLASIFICACIÓN DEL MOVIMIENTO                                                                                                                                                                                                                                                                                   |  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |  |                                                                                                                                                                            |  |                                                                                                                                                                                      |  |
| TIPO MOVIMIENTO                                                                                                                                                                                                                                                                                                |  | SUBTIPO MOVIMIENTO                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |  | VELOCIDAD                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |  | TIPO MATERIAL                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |  | HUMEDAD                                                                                                                                                                    |  |                                                                                                                                                                                      |  |
| <input checked="" type="checkbox"/> Caída<br><input type="checkbox"/> Volcanismo<br><input type="checkbox"/> Deslizamiento<br><input type="checkbox"/> Flujos<br><input type="checkbox"/> Propagación lateral<br><input type="checkbox"/> Rotación<br><input type="checkbox"/> Deformación, gravit., profundas |  | <input checked="" type="checkbox"/> Caída de roca<br><input type="checkbox"/> Caída de detritos<br><input type="checkbox"/> Caída de tierras<br><input type="checkbox"/> Volcan. fluvial de roca<br><input type="checkbox"/> Volcan. de roca<br><input type="checkbox"/> Volcan. masivo reciente<br><input type="checkbox"/> Desliz. rotacional |  | <input checked="" type="checkbox"/> Desliz. traslacional<br><input type="checkbox"/> Desliz. en cuña<br><input type="checkbox"/> Desliz. traslacional en cuña<br><input type="checkbox"/> Desliz. traslacional planar<br><input type="checkbox"/> Avanchada de rocas<br><input type="checkbox"/> Flujos de detritos<br><input type="checkbox"/> Flujos de lodo |  | <input checked="" type="checkbox"/> Desliz. por flujo<br><input type="checkbox"/> Avanchada de detritos<br><input type="checkbox"/> Flujos de tierra<br><input type="checkbox"/> Crecida de detritos<br><input type="checkbox"/> Flujos de turbas<br><input type="checkbox"/> Desliz. licuación de arena<br><input type="checkbox"/> Desliz. licuación de lodo |  | <input type="checkbox"/> Roca<br><input type="checkbox"/> Detritos<br><input type="checkbox"/> Tierra<br><input type="checkbox"/> Lodos<br><input type="checkbox"/> Turbas |  | <input type="checkbox"/> Mojado<br><input type="checkbox"/> Muy húmedo<br><input type="checkbox"/> Húmedo<br><input type="checkbox"/> Liger. húmedo<br><input type="checkbox"/> Seco |  |
| ORIGEN SUELO                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |  | TIPO DEPOSITO (según naturaleza del material)                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |  | VELOCIDAD                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |  | TIPO MATERIAL                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |  | HUMEDAD                                                                                                                                                                    |  |                                                                                                                                                                                      |  |
| <input checked="" type="checkbox"/> Residual<br><input type="checkbox"/> Sedimentario                                                                                                                                                                                                                          |  | <input type="checkbox"/> Aluvial<br><input type="checkbox"/> Eólico<br><input type="checkbox"/> Glacial                                                                                                                                                                                                                                         |  | <input type="checkbox"/> Muy rápido (>5 m/s)<br><input type="checkbox"/> Rápido (>1.8 m/s)                                                                                                                                                                                                                                                                     |  | <input type="checkbox"/> Moderado (>1.3 m/s)<br><input type="checkbox"/> Lento (>1.6 m/s)                                                                                                                                                                                                                                                                      |  | <input type="checkbox"/> Muy lento (>16 mm/año)                                                                                                                            |  |                                                                                                                                                                                      |  |
| SISTEMA DE CLASIFICACIÓN*                                                                                                                                                                                                                                                                                      |  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |  |                                                                                                                                                                            |  |                                                                                                                                                                                      |  |
| Hutchinson, 1968 <input type="checkbox"/> Cruden y Varnes, 1996 <input checked="" type="checkbox"/> Varnes, 1978 <input type="checkbox"/> Hungr et al., 2001 <input type="checkbox"/>                                                                                                                          |  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |  |                                                                                                                                                                            |  |                                                                                                                                                                                      |  |

| FORMATO MODIFICADO PARA INVENTARIO DE MOVIMIENTOS EN MASA Vs 2012                                                                                                                                                                                                                                              |  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |  |                                                                                                                                                                            |  |                                                                                                                                                                                      |  |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|
| Proyecto Multinacional Andino: Geociencias para las Comunidades Andinas                                                                                                                                                                                                                                        |  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |  |                                                                                                                                                                            |  |                                                                                                                                                                                      |  |
| IMPORTANCIA*                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |  |                                                                                                                                                                            |  |                                                                                                                                                                                      |  |
| Alta <input type="checkbox"/> Media <input type="checkbox"/> Baja <input type="checkbox"/>                                                                                                                                                                                                                     |  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |  |                                                                                                                                                                            |  |                                                                                                                                                                                      |  |
| ENCUESTADOR* <u>M. Ardila</u>                                                                                                                                                                                                                                                                                  |  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |  |                                                                                                                                                                            |  |                                                                                                                                                                                      |  |
| FECHA EVENTO* <u>01/11/2018</u> FECHA REPORTE* <u>10/11/2018</u> INSTITUCIÓN* <u>UIS</u>                                                                                                                                                                                                                       |  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |  |                                                                                                                                                                            |  |                                                                                                                                                                                      |  |
| LOCALIZACIÓN GEOGRÁFICA                                                                                                                                                                                                                                                                                        |  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |  |                                                                                                                                                                            |  |                                                                                                                                                                                      |  |
| POR DIVISIÓN POLÍTICA                                                                                                                                                                                                                                                                                          |  | COORDENADAS GEOGRÁFICAS                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |  | REFERENTES GEOGRÁFICOS                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |  | PLANCHAS                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |  | DOCUMENTACIÓN                                                                                                                                                              |  |                                                                                                                                                                                      |  |
| Departamento* <u>Santander</u>                                                                                                                                                                                                                                                                                 |  | Municipio* <u>S.N. de Chiriquí</u>                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |  | Vereda* <u>Colombia-Bogotá</u>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |  | PLANCHAS AÑO ESCALA EDITOR                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |  | FOTOGRAFÍAS AERIAS AÑO ESCALA EDITOR                                                                                                                                       |  |                                                                                                                                                                                      |  |
| ACTIVIDAD DEL MOVIMIENTO                                                                                                                                                                                                                                                                                       |  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |  |                                                                                                                                                                            |  |                                                                                                                                                                                      |  |
| EDAD                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |  | ESTADO                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |  | ESTILO                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |  | DISTRIBUCIÓN                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |  | DESCRIPCIÓN                                                                                                                                                                |  |                                                                                                                                                                                      |  |
| <input checked="" type="checkbox"/> <1 año<br><input type="checkbox"/> 1-5 años<br><input type="checkbox"/> 6-10 años<br><input type="checkbox"/> 11-15 años<br><input type="checkbox"/> 16-20 años                                                                                                            |  | <input checked="" type="checkbox"/> Activo<br><input type="checkbox"/> Reactivo<br><input type="checkbox"/> Suspensivo<br><input type="checkbox"/> INACTIVO<br><input type="checkbox"/> Latente<br><input type="checkbox"/> Abandonado<br><input type="checkbox"/> Estabilizado<br><input type="checkbox"/> Retiro                              |  | <input checked="" type="checkbox"/> Complejo<br><input type="checkbox"/> Compuesto<br><input type="checkbox"/> Múltiple<br><input type="checkbox"/> Sucesivo<br><input type="checkbox"/> Único                                                                                                                                                                 |  | <input checked="" type="checkbox"/> Retroactivo<br><input type="checkbox"/> Avanzado<br><input type="checkbox"/> Enchanchado<br><input type="checkbox"/> Confínado<br><input type="checkbox"/> Creciente<br><input type="checkbox"/> Decreciente<br><input type="checkbox"/> Móvil                                                                             |  | Descripción: <u>X=1073100</u><br><u>Y=1252447</u>                                                                                                                          |  |                                                                                                                                                                                      |  |
| UTIOLOGÍA Y ESTRUCTURA                                                                                                                                                                                                                                                                                         |  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |  |                                                                                                                                                                            |  |                                                                                                                                                                                      |  |
| ESTRUCTURA                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |  | ORIENTACIÓN                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |  | ESPACIAMIENTO (m)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |  |                                                                                                                                                                            |  |                                                                                                                                                                                      |  |
| Plano de Estratificación                                                                                                                                                                                                                                                                                       |  | DR                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |  | <input type="checkbox"/> 2-0.6<br><input type="checkbox"/> 0.6-0.2<br><input type="checkbox"/> 0.2-0.06<br><input type="checkbox"/> <0.06                                                                                                                                                                                                                      |  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |  |                                                                                                                                                                            |  |                                                                                                                                                                                      |  |
| Rotación                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |  | DR                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |  | <input type="checkbox"/> 2-0.6<br><input type="checkbox"/> 0.6-0.2<br><input type="checkbox"/> 0.2-0.06<br><input type="checkbox"/> <0.06                                                                                                                                                                                                                      |  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |  |                                                                                                                                                                            |  |                                                                                                                                                                                      |  |
| Dieléctricas                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |  | DR                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |  | <input type="checkbox"/> 2-0.6<br><input type="checkbox"/> 0.6-0.2<br><input type="checkbox"/> 0.2-0.06<br><input type="checkbox"/> <0.06                                                                                                                                                                                                                      |  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |  |                                                                                                                                                                            |  |                                                                                                                                                                                      |  |
| Falla                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |  | DR                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |  | <input type="checkbox"/> 2-0.6<br><input type="checkbox"/> 0.6-0.2<br><input type="checkbox"/> 0.2-0.06<br><input type="checkbox"/> <0.06                                                                                                                                                                                                                      |  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |  |                                                                                                                                                                            |  |                                                                                                                                                                                      |  |
| Discontinuidad                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |  | DR                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |  | <input type="checkbox"/> 2-0.6<br><input type="checkbox"/> 0.6-0.2<br><input type="checkbox"/> 0.2-0.06<br><input type="checkbox"/> <0.06                                                                                                                                                                                                                      |  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |  |                                                                                                                                                                            |  |                                                                                                                                                                                      |  |
| Especificidad                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |  | DR                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |  | <input type="checkbox"/> 2-0.6<br><input type="checkbox"/> 0.6-0.2<br><input type="checkbox"/> 0.2-0.06<br><input type="checkbox"/> <0.06                                                                                                                                                                                                                      |  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |  |                                                                                                                                                                            |  |                                                                                                                                                                                      |  |
| NOTA: DR Dirección de Inclinación, BE Resquebrajamiento                                                                                                                                                                                                                                                        |  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |  |                                                                                                                                                                            |  |                                                                                                                                                                                      |  |
| CLASIFICACIÓN DEL MOVIMIENTO                                                                                                                                                                                                                                                                                   |  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |  |                                                                                                                                                                            |  |                                                                                                                                                                                      |  |
| TIPO MOVIMIENTO                                                                                                                                                                                                                                                                                                |  | SUBTIPO MOVIMIENTO                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |  | VELOCIDAD                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |  | TIPO MATERIAL                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |  | HUMEDAD                                                                                                                                                                    |  |                                                                                                                                                                                      |  |
| <input checked="" type="checkbox"/> Caída<br><input type="checkbox"/> Volcanismo<br><input type="checkbox"/> Deslizamiento<br><input type="checkbox"/> Flujos<br><input type="checkbox"/> Propagación lateral<br><input type="checkbox"/> Rotación<br><input type="checkbox"/> Deformación, gravit., profundas |  | <input checked="" type="checkbox"/> Caída de roca<br><input type="checkbox"/> Caída de detritos<br><input type="checkbox"/> Caída de tierras<br><input type="checkbox"/> Volcan. fluvial de roca<br><input type="checkbox"/> Volcan. de roca<br><input type="checkbox"/> Volcan. masivo reciente<br><input type="checkbox"/> Desliz. rotacional |  | <input checked="" type="checkbox"/> Desliz. traslacional<br><input type="checkbox"/> Desliz. en cuña<br><input type="checkbox"/> Desliz. traslacional en cuña<br><input type="checkbox"/> Desliz. traslacional planar<br><input type="checkbox"/> Avanchada de rocas<br><input type="checkbox"/> Flujos de detritos<br><input type="checkbox"/> Flujos de lodo |  | <input checked="" type="checkbox"/> Desliz. por flujo<br><input type="checkbox"/> Avanchada de detritos<br><input type="checkbox"/> Flujos de tierra<br><input type="checkbox"/> Crecida de detritos<br><input type="checkbox"/> Flujos de turbas<br><input type="checkbox"/> Desliz. licuación de arena<br><input type="checkbox"/> Desliz. licuación de lodo |  | <input type="checkbox"/> Roca<br><input type="checkbox"/> Detritos<br><input type="checkbox"/> Tierra<br><input type="checkbox"/> Lodos<br><input type="checkbox"/> Turbas |  | <input type="checkbox"/> Mojado<br><input type="checkbox"/> Muy húmedo<br><input type="checkbox"/> Húmedo<br><input type="checkbox"/> Liger. húmedo<br><input type="checkbox"/> Seco |  |
| ORIGEN SUELO                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |  | TIPO DEPOSITO (según naturaleza del material)                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |  | VELOCIDAD                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |  | TIPO MATERIAL                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |  | HUMEDAD                                                                                                                                                                    |  |                                                                                                                                                                                      |  |
| <input checked="" type="checkbox"/> Residual<br><input type="checkbox"/> Sedimentario                                                                                                                                                                                                                          |  | <input type="checkbox"/> Aluvial<br><input type="checkbox"/> Eólico<br><input type="checkbox"/> Glacial                                                                                                                                                                                                                                         |  | <input type="checkbox"/> Muy rápido (>5 m/s)<br><input type="checkbox"/> Rápido (>1.8 m/s)                                                                                                                                                                                                                                                                     |  | <input type="checkbox"/> Moderado (>1.3 m/s)<br><input type="checkbox"/> Lento (>1.6 m/s)                                                                                                                                                                                                                                                                      |  | <input type="checkbox"/> Muy lento (>16 mm/año)                                                                                                                            |  |                                                                                                                                                                                      |  |
| SISTEMA DE CLASIFICACIÓN*                                                                                                                                                                                                                                                                                      |  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |  |                                                                                                                                                                            |  |                                                                                                                                                                                      |  |
| Hutchinson, 1968 <input type="checkbox"/> Cruden y Varnes, 1996 <input checked="" type="checkbox"/> Varnes, 1978 <input type="checkbox"/> Hungr et al., 2001 <input type="checkbox"/>                                                                                                                          |  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |  |                                                                                                                                                                            |  |                                                                                                                                                                                      |  |

| FORMATO MODIFICADO PARA INVENTARIO DE MOVIMIENTOS EN MASA Vs 2012                                                                                                                                                                                                                                              |  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |  |                                                                                                                                                                            |  |                                                                                                                                                                                      |  |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|
| Proyecto Multinacional Andino: Geociencias para las Comunidades Andinas                                                                                                                                                                                                                                        |  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |  |                                                                                                                                                                            |  |                                                                                                                                                                                      |  |
| IMPORTANCIA*                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |  |                                                                                                                                                                            |  |                                                                                                                                                                                      |  |
| Alta <input type="checkbox"/> Media <input type="checkbox"/> Baja <input type="checkbox"/>                                                                                                                                                                                                                     |  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |  |                                                                                                                                                                            |  |                                                                                                                                                                                      |  |
| ENCUESTADOR* <u>M. Ardila</u>                                                                                                                                                                                                                                                                                  |  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |  |                                                                                                                                                                            |  |                                                                                                                                                                                      |  |
| FECHA EVENTO* <u>01/11/2018</u> FECHA REPORTE* <u>10/11/2018</u> INSTITUCIÓN* <u>UIS</u>                                                                                                                                                                                                                       |  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |  |                                                                                                                                                                            |  |                                                                                                                                                                                      |  |
| LOCALIZACIÓN GEOGRÁFICA                                                                                                                                                                                                                                                                                        |  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |  |                                                                                                                                                                            |  |                                                                                                                                                                                      |  |
| POR DIVISIÓN POLÍTICA                                                                                                                                                                                                                                                                                          |  | COORDENADAS GEOGRÁFICAS                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |  | REFERENTES GEOGRÁFICOS                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |  | PLANCHAS                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |  | DOCUMENTACIÓN                                                                                                                                                              |  |                                                                                                                                                                                      |  |
| Departamento* <u>Santander</u>                                                                                                                                                                                                                                                                                 |  | Municipio* <u>S.N. de Chiriquí</u>                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |  | Vereda* <u>Colombia-Bogotá</u>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |  | PLANCHAS AÑO ESCALA EDITOR                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |  | FOTOGRAFÍAS AERIAS AÑO ESCALA EDITOR                                                                                                                                       |  |                                                                                                                                                                                      |  |
| ACTIVIDAD DEL MOVIMIENTO                                                                                                                                                                                                                                                                                       |  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |  |                                                                                                                                                                            |  |                                                                                                                                                                                      |  |
| EDAD                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |  | ESTADO                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |  | ESTILO                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |  | DISTRIBUCIÓN                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |  | DESCRIPCIÓN                                                                                                                                                                |  |                                                                                                                                                                                      |  |
| <input checked="" type="checkbox"/> <1 año<br><input type="checkbox"/> 1-5 años<br><input type="checkbox"/> 6-10 años<br><input type="checkbox"/> 11-15 años<br><input type="checkbox"/> 16-20 años                                                                                                            |  | <input checked="" type="checkbox"/> Activo<br><input type="checkbox"/> Reactivo<br><input type="checkbox"/> Suspensivo<br><input type="checkbox"/> INACTIVO<br><input type="checkbox"/> Latente<br><input type="checkbox"/> Abandonado<br><input type="checkbox"/> Estabilizado<br><input type="checkbox"/> Retiro                              |  | <input checked="" type="checkbox"/> Complejo<br><input type="checkbox"/> Compuesto<br><input type="checkbox"/> Múltiple<br><input type="checkbox"/> Sucesivo<br><input type="checkbox"/> Único                                                                                                                                                                 |  | <input checked="" type="checkbox"/> Retroactivo<br><input type="checkbox"/> Avanzado<br><input type="checkbox"/> Enchanchado<br><input type="checkbox"/> Confínado<br><input type="checkbox"/> Creciente<br><input type="checkbox"/> Decreciente<br><input type="checkbox"/> Móvil                                                                             |  | Descripción: <u>X=1073124</u><br><u>Y=1252542</u>                                                                                                                          |  |                                                                                                                                                                                      |  |
| UTIOLOGÍA Y ESTRUCTURA                                                                                                                                                                                                                                                                                         |  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |  |                                                                                                                                                                            |  |                                                                                                                                                                                      |  |
| ESTRUCTURA                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |  | ORIENTACIÓN                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |  | ESPACIAMIENTO (m)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |  |                                                                                                                                                                            |  |                                                                                                                                                                                      |  |
| Plano de Estratificación                                                                                                                                                                                                                                                                                       |  | DR                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |  | <input type="checkbox"/> 2-0.6<br><input type="checkbox"/> 0.6-0.2<br><input type="checkbox"/> 0.2-0.06<br><input type="checkbox"/> <0.06                                                                                                                                                                                                                      |  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |  |                                                                                                                                                                            |  |                                                                                                                                                                                      |  |
| Rotación                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |  | DR                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |  | <input type="checkbox"/> 2-0.6<br><input type="checkbox"/> 0.6-0.2<br><input type="checkbox"/> 0.2-0.06<br><input type="checkbox"/> <0.06                                                                                                                                                                                                                      |  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |  |                                                                                                                                                                            |  |                                                                                                                                                                                      |  |
| Dieléctricas                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |  | DR                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |  | <input type="checkbox"/> 2-0.6<br><input type="checkbox"/> 0.6-0.2<br><input type="checkbox"/> 0.2-0.06<br><input type="checkbox"/> <0.06                                                                                                                                                                                                                      |  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |  |                                                                                                                                                                            |  |                                                                                                                                                                                      |  |
| Falla                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |  | DR                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |  | <input type="checkbox"/> 2-0.6<br><input type="checkbox"/> 0.6-0.2<br><input type="checkbox"/> 0.2-0.06<br><input type="checkbox"/> <0.06                                                                                                                                                                                                                      |  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |  |                                                                                                                                                                            |  |                                                                                                                                                                                      |  |
| Discontinuidad                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |  | DR                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |  | <input type="checkbox"/> 2-0.6<br><input type="checkbox"/> 0.6-0.2<br><input type="checkbox"/> 0.2-0.06<br><input type="checkbox"/> <0.06                                                                                                                                                                                                                      |  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |  |                                                                                                                                                                            |  |                                                                                                                                                                                      |  |
| Especificidad                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |  | DR                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |  | <input type="checkbox"/> 2-0.6<br><input type="checkbox"/> 0.6-0.2<br><input type="checkbox"/> 0.2-0.06<br><input type="checkbox"/> <0.06                                                                                                                                                                                                                      |  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |  |                                                                                                                                                                            |  |                                                                                                                                                                                      |  |
| NOTA: DR Dirección de Inclinación, BE Resquebrajamiento                                                                                                                                                                                                                                                        |  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |  |                                                                                                                                                                            |  |                                                                                                                                                                                      |  |
| CLASIFICACIÓN DEL MOVIMIENTO                                                                                                                                                                                                                                                                                   |  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |  |                                                                                                                                                                            |  |                                                                                                                                                                                      |  |
| TIPO MOVIMIENTO                                                                                                                                                                                                                                                                                                |  | SUBTIPO MOVIMIENTO                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |  | VELOCIDAD                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |  | TIPO MATERIAL                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |  | HUMEDAD                                                                                                                                                                    |  |                                                                                                                                                                                      |  |
| <input checked="" type="checkbox"/> Caída<br><input type="checkbox"/> Volcanismo<br><input type="checkbox"/> Deslizamiento<br><input type="checkbox"/> Flujos<br><input type="checkbox"/> Propagación lateral<br><input type="checkbox"/> Rotación<br><input type="checkbox"/> Deformación, gravit., profundas |  | <input checked="" type="checkbox"/> Caída de roca<br><input type="checkbox"/> Caída de detritos<br><input type="checkbox"/> Caída de tierras<br><input type="checkbox"/> Volcan. fluvial de roca<br><input type="checkbox"/> Volcan. de roca<br><input type="checkbox"/> Volcan. masivo reciente<br><input type="checkbox"/> Desliz. rotacional |  | <input checked="" type="checkbox"/> Desliz. traslacional<br><input type="checkbox"/> Desliz. en cuña<br><input type="checkbox"/> Desliz. traslacional en cuña<br><input type="checkbox"/> Desliz. traslacional planar<br><input type="checkbox"/> Avanchada de rocas<br><input type="checkbox"/> Flujos de detritos<br><input type="checkbox"/> Flujos de lodo |  | <input checked="" type="checkbox"/> Desliz. por flujo<br><input type="checkbox"/> Avanchada de detritos<br><input type="checkbox"/> Flujos de tierra<br><input type="checkbox"/> Crecida de detritos<br><input type="checkbox"/> Flujos de turbas<br><input type="checkbox"/> Desliz. licuación de arena<br><input type="checkbox"/> Desliz. licuación de lodo |  | <input type="checkbox"/> Roca<br><input type="checkbox"/> Detritos<br><input type="checkbox"/> Tierra<br><input type="checkbox"/> Lodos<br><input type="checkbox"/> Turbas |  | <input type="checkbox"/> Mojado<br><input type="checkbox"/> Muy húmedo<br><input type="checkbox"/> Húmedo<br><input type="checkbox"/> Liger. húmedo<br><input type="checkbox"/> Seco |  |
| ORIGEN SUELO                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |  | TIPO DEPOSITO (según naturaleza del material)                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |  | VELOCIDAD                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |  | TIPO MATERIAL                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |  | HUMEDAD                                                                                                                                                                    |  |                                                                                                                                                                                      |  |
| <input checked="" type="checkbox"/> Residual<br><input type="checkbox"/> Sedimentario                                                                                                                                                                                                                          |  | <input type="checkbox"/> Aluvial<br><input type="checkbox"/> Eólico<br><input type="checkbox"/> Glacial                                                                                                                                                                                                                                         |  | <input type="checkbox"/> Muy rápido (>5 m/s)<br><input type="checkbox"/> Rápido (>1.8 m/s)                                                                                                                                                                                                                                                                     |  | <input type="checkbox"/> Moderado (>1.3 m/s)<br><input type="checkbox"/> Lento (>1.6 m/s)                                                                                                                                                                                                                                                                      |  | <input type="checkbox"/> Muy lento (>16 mm/año)                                                                                                                            |  |                                                                                                                                                                                      |  |
| SISTEMA DE CLASIFICACIÓN*                                                                                                                                                                                                                                                                                      |  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |  |                                                                                                                                                                            |  |                                                                                                                                                                                      |  |
| Hutchinson, 1968 <input type="checkbox"/> Cruden y Varnes, 1996 <input checked="" type="checkbox"/> Varnes, 1978 <input type="checkbox"/> Hungr et al., 2001 <input type="checkbox"/>                                                                                                                          |  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |  |                                                                                                                                                                            |  |                                                                                                                                                                                      |  |

[illegible]

| FORMATO MODIFICADO PARA INVENTARIO DE MOVIMIENTOS EN MASA Vs 2012                                                                                                                                                                                                                                        |  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |  |                                                                                                                                                                                                      |  |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|
| Proyecto Multinacional Andino: Geociencias para las Comunidades Andinas                                                                                                                                                                                                                                  |  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |  |                                                                                                                                                                                                      |  |
| IMPORTANCIA*                                                                                                                                                                                                                                                                                             |  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |  |                                                                                                                                                                                                      |  |
| Alta <input type="checkbox"/> Media <input type="checkbox"/> Baja <input type="checkbox"/>                                                                                                                                                                                                               |  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |  |                                                                                                                                                                                                      |  |
| ENCUESTADOR* M. Jarames y M. A. Peña                                                                                                                                                                                                                                                                     |  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |  |                                                                                                                                                                                                      |  |
| FECHA EVENTO* 10/03/2018                                                                                                                                                                                                                                                                                 |  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |  |                                                                                                                                                                                                      |  |
| FECHA REPORTE* 10/03/2018                                                                                                                                                                                                                                                                                |  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |  |                                                                                                                                                                                                      |  |
| INSTITUCIÓN* Universidad Industrial de Santander                                                                                                                                                                                                                                                         |  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |  |                                                                                                                                                                                                      |  |
| LOCALIZACIÓN GEOGRÁFICA                                                                                                                                                                                                                                                                                  |  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |  |                                                                                                                                                                                                      |  |
| POR DIVISIÓN POLÍTICA                                                                                                                                                                                                                                                                                    |  | COORDENADAS GEOGRÁFICAS                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |  | REFERENTES GEOGRÁFICOS                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |  | PLANCHAS                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |  | DOCUMENTACIÓN                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |  |                                                                                                                                                                                                      |  |
| Departamento* Santander                                                                                                                                                                                                                                                                                  |  | Latitud* 10° 02' 32"                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |  | Referentes* X=109° 02' 32"                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |  | Planchas: ASO, ESCALA, EDITOR                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |  | FOTOGRAFÍAS AERIAS                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |  |                                                                                                                                                                                                      |  |
| Municipio* S. V. de Chucurí                                                                                                                                                                                                                                                                              |  | Altura* 1254082                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |  | Referentes* Y=1254082                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |  | Nro. Foto, Nro. Foto, ASO, Escala, Editor                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |  |                                                                                                                                                                                                      |  |
| Vereda*                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |  | Proyección: Magna Colombia - Bogotá                                                                                                                                                                                                                                                                                               |  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |  |                                                                                                                                                                                                      |  |
| ACTIVIDAD DEL MOVIMIENTO                                                                                                                                                                                                                                                                                 |  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |  |                                                                                                                                                                                                      |  |
| EPOCA                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |  | ESTADO                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |  | ESTILO                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |  | DISTRIBUCIÓN                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |  | DESCRIPCIÓN                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |  |                                                                                                                                                                                                      |  |
| <input checked="" type="checkbox"/> < 1 año<br><input type="checkbox"/> 1-5 años<br><input type="checkbox"/> 6-10 años<br><input type="checkbox"/> 11-15 años<br><input type="checkbox"/> 16-20 años<br><input type="checkbox"/> > 20 años                                                               |  | <input type="checkbox"/> Activo<br><input type="checkbox"/> Reactivo<br><input type="checkbox"/> Suspensión<br><input type="checkbox"/> Inactivo<br><input type="checkbox"/> Latente<br><input type="checkbox"/> Abandonado<br><input type="checkbox"/> Estabilizado<br><input type="checkbox"/> Ralento                          |  | <input type="checkbox"/> Complejo<br><input type="checkbox"/> Reactivo<br><input type="checkbox"/> Simple<br><input type="checkbox"/> Reactivo<br><input type="checkbox"/> Simple<br><input type="checkbox"/> Reactivo<br><input type="checkbox"/> Simple                                                                                         |  | <input type="checkbox"/> Avanzado<br><input type="checkbox"/> Enchufado<br><input type="checkbox"/> Confinado<br><input type="checkbox"/> Crescente<br><input type="checkbox"/> Decretente<br><input type="checkbox"/> Mixto                                                                                                                       |  | <input type="checkbox"/> Avanzado<br><input type="checkbox"/> Enchufado<br><input type="checkbox"/> Confinado<br><input type="checkbox"/> Crescente<br><input type="checkbox"/> Decretente<br><input type="checkbox"/> Mixto                                                                                                                                                       |  | Descripción:                                                                                                                                                                                         |  |
| Nota: Incluir mínimo origen de la masa, (A) (S) Edad, f.m., litología y estratigrafía, tectónica.                                                                                                                                                                                                        |  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |  |                                                                                                                                                                                                      |  |
| LITOLOGÍA Y ESTRUCTURA                                                                                                                                                                                                                                                                                   |  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |  |                                                                                                                                                                                                      |  |
| ESTRUCTURA                                                                                                                                                                                                                                                                                               |  | ORIENTACIÓN                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |  | ESPACIAMIENTO (m)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |  |                                                                                                                                                                                                      |  |
| Puntos de<br>Estratificación<br>Fallas<br>Discontinuidad<br>Espatocidad                                                                                                                                                                                                                                  |  | DR<br>BR<br>> 2<br>2-0.8<br>0.8-0.2<br>0.2-0.08<br>< 0.08                                                                                                                                                                                                                                                                         |  | Espatocidad<br>Espatocidad<br>Espatocidad<br>Espatocidad<br>Espatocidad<br>Espatocidad                                                                                                                                                                                                                                                            |  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |  |                                                                                                                                                                                                      |  |
| CLASIFICACIÓN DEL MOVIMIENTO                                                                                                                                                                                                                                                                             |  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |  |                                                                                                                                                                                                      |  |
| TIPO MOVIMIENTO                                                                                                                                                                                                                                                                                          |  | SUBTIPO MOVIMIENTO                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |  | SUBTIPO MOVIMIENTO                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |  | SUBTIPO MOVIMIENTO                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |  | SUBTIPO MOVIMIENTO                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |  |                                                                                                                                                                                                      |  |
| <input checked="" type="checkbox"/> Caida<br><input type="checkbox"/> Volcanismo<br><input type="checkbox"/> Deslizamiento<br><input type="checkbox"/> Flujos<br><input type="checkbox"/> Propagación lateral<br><input type="checkbox"/> Reacción<br><input type="checkbox"/> Deform. gravit. profundas |  | <input type="checkbox"/> Caida de roca<br><input type="checkbox"/> Caida de detritos<br><input type="checkbox"/> Caida de tierras<br><input type="checkbox"/> Volcan. Resaca de roca<br><input type="checkbox"/> Volcan. de roca<br><input type="checkbox"/> Volcan. masica resaca<br><input type="checkbox"/> Desliz. rotacional |  | <input type="checkbox"/> Desliz. traslacional<br><input type="checkbox"/> Desliz. en cuña<br><input type="checkbox"/> Desliz. traslacional en cuña<br><input type="checkbox"/> Desliz. traslacional planar<br><input type="checkbox"/> Avalancha de rocas<br><input type="checkbox"/> Flujo de detritos<br><input type="checkbox"/> Flujo de todo |  | <input type="checkbox"/> Desliz. por flujo<br><input type="checkbox"/> Avalancha de detritos<br><input type="checkbox"/> Flujo de tierra<br><input type="checkbox"/> Chorro de detritos<br><input type="checkbox"/> Flujo de tierra<br><input type="checkbox"/> Desliz. traslación de arena<br><input type="checkbox"/> Desliz. traslación de lodo |  | <input type="checkbox"/> Desliz. traslación de rocas<br><input type="checkbox"/> Desliz. traslación de rocas fracturadas<br><input type="checkbox"/> Propag. lateral lenta<br><input type="checkbox"/> Propag. lateral traslación<br><input type="checkbox"/> Reacción de suelos<br><input type="checkbox"/> Soliflucción<br><input type="checkbox"/> Soliflucción (en permafrost) |  | TIPO MATERIAL<br><input type="checkbox"/> Roca<br><input checked="" type="checkbox"/> Detritos<br><input type="checkbox"/> Tierra<br><input type="checkbox"/> Lodo<br><input type="checkbox"/> Turba |  |
| <input type="checkbox"/> Resaca<br><input type="checkbox"/> Sedimentario                                                                                                                                                                                                                                 |  | <input type="checkbox"/> Volcánico<br><input type="checkbox"/> Glacial                                                                                                                                                                                                                                                            |  | <input type="checkbox"/> Volcánico<br><input type="checkbox"/> Glacial                                                                                                                                                                                                                                                                            |  | <input type="checkbox"/> Volcánico<br><input type="checkbox"/> Glacial                                                                                                                                                                                                                                                                             |  | <input type="checkbox"/> Volcánico<br><input type="checkbox"/> Glacial                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |  |                                                                                                                                                                                                      |  |
| <input type="checkbox"/> Resaca<br><input type="checkbox"/> Sedimentario                                                                                                                                                                                                                                 |  | <input type="checkbox"/> Volcánico<br><input type="checkbox"/> Glacial                                                                                                                                                                                                                                                            |  | <input type="checkbox"/> Volcánico<br><input type="checkbox"/> Glacial                                                                                                                                                                                                                                                                            |  | <input type="checkbox"/> Volcánico<br><input type="checkbox"/> Glacial                                                                                                                                                                                                                                                                             |  | <input type="checkbox"/> Volcánico<br><input type="checkbox"/> Glacial                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |  |                                                                                                                                                                                                      |  |
| <input type="checkbox"/> Resaca<br><input type="checkbox"/> Sedimentario                                                                                                                                                                                                                                 |  | <input type="checkbox"/> Volcánico<br><input type="checkbox"/> Glacial                                                                                                                                                                                                                                                            |  | <input type="checkbox"/> Volcánico<br><input type="checkbox"/> Glacial                                                                                                                                                                                                                                                                            |  | <input type="checkbox"/> Volcánico<br><input type="checkbox"/> Glacial                                                                                                                                                                                                                                                                             |  | <input type="checkbox"/> Volcánico<br><input type="checkbox"/> Glacial                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |  |                                                                                                                                                                                                      |  |
| <input type="checkbox"/> Resaca<br><input type="checkbox"/> Sedimentario                                                                                                                                                                                                                                 |  | <input type="checkbox"/> Volcánico<br><input type="checkbox"/> Glacial                                                                                                                                                                                                                                                            |  | <input type="checkbox"/> Volcánico<br><input type="checkbox"/> Glacial                                                                                                                                                                                                                                                                            |  | <input type="checkbox"/> Volcánico<br><input type="checkbox"/> Glacial                                                                                                                                                                                                                                                                             |  | <input type="checkbox"/> Volcánico<br><input type="checkbox"/> Glacial                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |  |                                                                                                                                                                                                      |  |
| <input type="checkbox"/> Resaca<br><input type="checkbox"/> Sedimentario                                                                                                                                                                                                                                 |  | <input type="checkbox"/> Volcánico<br><input type="checkbox"/> Glacial                                                                                                                                                                                                                                                            |  | <input type="checkbox"/> Volcánico<br><input type="checkbox"/> Glacial                                                                                                                                                                                                                                                                            |  | <input type="checkbox"/> Volcánico<br><input type="checkbox"/> Glacial                                                                                                                                                                                                                                                                             |  | <input type="checkbox"/> Volcánico<br><input type="checkbox"/> Glacial                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |  |                                                                                                                                                                                                      |  |
| <input type="checkbox"/> Resaca<br><input type="checkbox"/> Sedimentario                                                                                                                                                                                                                                 |  | <input type="checkbox"/> Volcánico<br><input type="checkbox"/> Glacial                                                                                                                                                                                                                                                            |  | <input type="checkbox"/> Volcánico<br><input type="checkbox"/> Glacial                                                                                                                                                                                                                                                                            |  | <input type="checkbox"/> Volcánico<br><input type="checkbox"/> Glacial                                                                                                                                                                                                                                                                             |  | <input type="checkbox"/> Volcánico<br><input type="checkbox"/> Glacial                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |  |                                                                                                                                                                                                      |  |
| <input type="checkbox"/> Resaca<br><input type="checkbox"/> Sedimentario                                                                                                                                                                                                                                 |  | <input type="checkbox"/> Volcánico<br><input type="checkbox"/> Glacial                                                                                                                                                                                                                                                            |  | <input type="checkbox"/> Volcánico<br><input type="checkbox"/> Glacial                                                                                                                                                                                                                                                                            |  | <input type="checkbox"/> Volcánico<br><input type="checkbox"/> Glacial                                                                                                                                                                                                                                                                             |  | <input type="checkbox"/> Volcánico<br><input type="checkbox"/> Glacial                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |  |                                                                                                                                                                                                      |  |
| <input type="checkbox"/> Resaca<br><input type="checkbox"/> Sedimentario                                                                                                                                                                                                                                 |  | <input type="checkbox"/> Volcánico<br><input type="checkbox"/> Glacial                                                                                                                                                                                                                                                            |  | <input type="checkbox"/> Volcánico<br><input type="checkbox"/> Glacial                                                                                                                                                                                                                                                                            |  | <input type="checkbox"/> Volcánico<br><input type="checkbox"/> Glacial                                                                                                                                                                                                                                                                             |  | <input type="checkbox"/> Volcánico<br><input type="checkbox"/> Glacial                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |  |                                                                                                                                                                                                      |  |
| <input type="checkbox"/> Resaca<br><input type="checkbox"/> Sedimentario                                                                                                                                                                                                                                 |  | <input type="checkbox"/> Volcánico<br><input type="checkbox"/> Glacial                                                                                                                                                                                                                                                            |  | <input type="checkbox"/> Volcánico<br><input type="checkbox"/> Glacial                                                                                                                                                                                                                                                                            |  | <input type="checkbox"/> Volcánico<br><input type="checkbox"/> Glacial                                                                                                                                                                                                                                                                             |  | <input type="checkbox"/> Volcánico<br><input type="checkbox"/> Glacial                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |  |                                                                                                                                                                                                      |  |
| <input type="checkbox"/> Resaca<br><input type="checkbox"/> Sedimentario                                                                                                                                                                                                                                 |  | <input type="checkbox"/> Volcánico<br><input type="checkbox"/> Glacial                                                                                                                                                                                                                                                            |  | <input type="checkbox"/> Volcánico<br><input type="checkbox"/> Glacial                                                                                                                                                                                                                                                                            |  | <input type="checkbox"/> Volcánico<br><input type="checkbox"/> Glacial                                                                                                                                                                                                                                                                             |  | <input type="checkbox"/> Volcánico<br><input type="checkbox"/> Glacial                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |  |                                                                                                                                                                                                      |  |
| <input type="checkbox"/> Resaca<br><input type="checkbox"/> Sedimentario                                                                                                                                                                                                                                 |  | <input type="checkbox"/> Volcánico<br><input type="checkbox"/> Glacial                                                                                                                                                                                                                                                            |  | <input type="checkbox"/> Volcánico<br><input type="checkbox"/> Glacial                                                                                                                                                                                                                                                                            |  | <input type="checkbox"/> Volcánico<br><input type="checkbox"/> Glacial                                                                                                                                                                                                                                                                             |  | <input type="checkbox"/> Volcánico<br><input type="checkbox"/> Glacial                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |  |                                                                                                                                                                                                      |  |
| <input type="checkbox"/> Resaca<br><input type="checkbox"/> Sedimentario                                                                                                                                                                                                                                 |  | <input type="checkbox"/> Volcánico<br><input type="checkbox"/> Glacial                                                                                                                                                                                                                                                            |  | <input type="checkbox"/> Volcánico<br><input type="checkbox"/> Glacial                                                                                                                                                                                                                                                                            |  | <input type="checkbox"/> Volcánico<br><input type="checkbox"/> Glacial                                                                                                                                                                                                                                                                             |  | <input type="checkbox"/> Volcánico<br><input type="checkbox"/> Glacial                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |  |                                                                                                                                                                                                      |  |
| <input type="checkbox"/> Resaca<br><input type="checkbox"/> Sedimentario                                                                                                                                                                                                                                 |  | <input type="checkbox"/> Volcánico<br><input type="checkbox"/> Glacial                                                                                                                                                                                                                                                            |  | <input type="checkbox"/> Volcánico<br><input type="checkbox"/> Glacial                                                                                                                                                                                                                                                                            |  | <input type="checkbox"/> Volcánico<br><input type="checkbox"/> Glacial                                                                                                                                                                                                                                                                             |  | <input type="checkbox"/> Volcánico<br><input type="checkbox"/> Glacial                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |  |                                                                                                                                                                                                      |  |
| <input type="checkbox"/> Resaca<br><input type="checkbox"/> Sedimentario                                                                                                                                                                                                                                 |  | <input type="checkbox"/> Volcánico<br><input type="checkbox"/> Glacial                                                                                                                                                                                                                                                            |  | <input type="checkbox"/> Volcánico<br><input type="checkbox"/> Glacial                                                                                                                                                                                                                                                                            |  | <input type="checkbox"/> Volcánico<br><input type="checkbox"/> Glacial                                                                                                                                                                                                                                                                             |  | <input type="checkbox"/> Volcánico<br><input type="checkbox"/> Glacial                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |  |                                                                                                                                                                                                      |  |
| <input type="checkbox"/> Resaca<br><input type="checkbox"/> Sedimentario                                                                                                                                                                                                                                 |  | <input type="checkbox"/> Volcánico<br><input type="checkbox"/> Glacial                                                                                                                                                                                                                                                            |  | <input type="checkbox"/> Volcánico<br><input type="checkbox"/> Glacial                                                                                                                                                                                                                                                                            |  | <input type="checkbox"/> Volcánico<br><input type="checkbox"/> Glacial                                                                                                                                                                                                                                                                             |  | <input type="checkbox"/> Volcánico<br><input type="checkbox"/> Glacial                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |  |                                                                                                                                                                                                      |  |
| <input type="checkbox"/> Resaca<br><input type="checkbox"/> Sedimentario                                                                                                                                                                                                                                 |  | <input type="checkbox"/> Volcánico<br><input type="checkbox"/> Glacial                                                                                                                                                                                                                                                            |  | <input type="checkbox"/> Volcánico<br><input type="checkbox"/> Glacial                                                                                                                                                                                                                                                                            |  | <input type="checkbox"/> Volcánico<br><input type="checkbox"/> Glacial                                                                                                                                                                                                                                                                             |  | <input type="checkbox"/> Volcánico<br><input type="checkbox"/> Glacial                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |  |                                                                                                                                                                                                      |  |
| <input type="checkbox"/> Resaca<br><input type="checkbox"/> Sedimentario                                                                                                                                                                                                                                 |  | <input type="checkbox"/> Volcánico<br><input type="checkbox"/> Glacial                                                                                                                                                                                                                                                            |  | <input type="checkbox"/> Volcánico<br><input type="checkbox"/> Glacial                                                                                                                                                                                                                                                                            |  | <input type="checkbox"/> Volcánico<br><input type="checkbox"/> Glacial                                                                                                                                                                                                                                                                             |  | <input type="checkbox"/> Volcánico<br><input type="checkbox"/> Glacial                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |  |                                                                                                                                                                                                      |  |
| <input type="checkbox"/> Resaca<br><input type="checkbox"/> Sedimentario                                                                                                                                                                                                                                 |  | <input type="checkbox"/> Volcánico<br><input type="checkbox"/> Glacial                                                                                                                                                                                                                                                            |  | <input type="checkbox"/> Volcánico<br><input type="checkbox"/> Glacial                                                                                                                                                                                                                                                                            |  | <input type="checkbox"/> Volcánico<br><input type="checkbox"/> Glacial                                                                                                                                                                                                                                                                             |  | <input type="checkbox"/> Volcánico<br><input type="checkbox"/> Glacial                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |  |                                                                                                                                                                                                      |  |
| <input type="checkbox"/> Resaca<br><input type="checkbox"/> Sedimentario                                                                                                                                                                                                                                 |  | <input type="checkbox"/> Volcánico<br><input type="checkbox"/> Glacial                                                                                                                                                                                                                                                            |  | <input type="checkbox"/> Volcánico<br><input type="checkbox"/> Glacial                                                                                                                                                                                                                                                                            |  | <input type="checkbox"/> Volcánico<br><input type="checkbox"/> Glacial                                                                                                                                                                                                                                                                             |  | <input type="checkbox"/> Volcánico<br><input type="checkbox"/> Glacial                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |  |                                                                                                                                                                                                      |  |
| <input type="checkbox"/> Resaca<br><input type="checkbox"/> Sedimentario                                                                                                                                                                                                                                 |  | <input type="checkbox"/> Volcánico<br><input type="checkbox"/> Glacial                                                                                                                                                                                                                                                            |  | <input type="checkbox"/> Volcánico<br><input type="checkbox"/> Glacial                                                                                                                                                                                                                                                                            |  | <input type="checkbox"/> Volcánico<br><input type="checkbox"/> Glacial                                                                                                                                                                                                                                                                             |  | <input type="checkbox"/> Volcánico<br><input type="checkbox"/> Glacial                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |  |                                                                                                                                                                                                      |  |
| <input type="checkbox"/> Resaca<br><input type="checkbox"/> Sedimentario                                                                                                                                                                                                                                 |  | <input type="checkbox"/> Volcánico<br><input type="checkbox"/> Glacial                                                                                                                                                                                                                                                            |  | <input type="checkbox"/> Volcánico<br><input type="checkbox"/> Glacial                                                                                                                                                                                                                                                                            |  | <input type="checkbox"/> Volcánico<br><input type="checkbox"/> Glacial                                                                                                                                                                                                                                                                             |  | <input type="checkbox"/> Volcánico<br><input type="checkbox"/> Glacial                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |  |                                                                                                                                                                                                      |  |
| <input type="checkbox"/> Resaca<br><input type="checkbox"/> Sedimentario                                                                                                                                                                                                                                 |  | <input type="checkbox"/> Volcánico<br><input type="checkbox"/> Glacial                                                                                                                                                                                                                                                            |  | <input type="checkbox"/> Volcánico<br><input type="checkbox"/> Glacial                                                                                                                                                                                                                                                                            |  | <input type="checkbox"/> Volcánico<br><input type="checkbox"/> Glacial                                                                                                                                                                                                                                                                             |  | <input type="checkbox"/> Volcánico<br><input type="checkbox"/> Glacial                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |  |                                                                                                                                                                                                      |  |
| <input type="checkbox"/> Resaca<br><input type="checkbox"/> Sedimentario                                                                                                                                                                                                                                 |  | <input type="checkbox"/> Volcánico<br><input type="checkbox"/> Glacial                                                                                                                                                                                                                                                            |  | <input type="checkbox"/> Volcánico<br><input type="checkbox"/> Glacial                                                                                                                                                                                                                                                                            |  | <input type="checkbox"/> Volcánico<br><input type="checkbox"/> Glacial                                                                                                                                                                                                                                                                             |  | <input type="checkbox"/> Volcánico<br><input type="checkbox"/> Glacial                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |  |                                                                                                                                                                                                      |  |
| <input type="checkbox"/> Resaca<br><input type="checkbox"/> Sedimentario                                                                                                                                                                                                                                 |  | <input type="checkbox"/> Volcánico<br><input type="checkbox"/> Glacial                                                                                                                                                                                                                                                            |  | <input type="checkbox"/> Volcánico<br><input type="checkbox"/> Glacial                                                                                                                                                                                                                                                                            |  | <input type="checkbox"/> Volcánico<br><input type="checkbox"/> Glacial                                                                                                                                                                                                                                                                             |  | <input type="checkbox"/> Volcánico<br><input type="checkbox"/> Glacial                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |  |                                                                                                                                                                                                      |  |
| <input type="checkbox"/> Resaca<br><input type="checkbox"/> Sedimentario                                                                                                                                                                                                                                 |  | <input type="checkbox"/> Volcánico<br><input type="checkbox"/> Glacial                                                                                                                                                                                                                                                            |  | <input type="checkbox"/> Volcánico<br><input type="checkbox"/> Glacial                                                                                                                                                                                                                                                                            |  | <input type="checkbox"/> Volcánico<br><input type="checkbox"/> Glacial                                                                                                                                                                                                                                                                             |  | <input type="checkbox"/> Volcánico<br><input type="checkbox"/> Glacial                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |  |                                                                                                                                                                                                      |  |
| <input type="checkbox"/> Resaca<br><input type="checkbox"/> Sedimentario                                                                                                                                                                                                                                 |  | <input type="checkbox"/> Volcánico<br><input type="checkbox"/> Glacial                                                                                                                                                                                                                                                            |  | <input type="checkbox"/> Volcánico<br><input type="checkbox"/> Glacial                                                                                                                                                                                                                                                                            |  | <input type="checkbox"/> Volcánico<br><input type="checkbox"/> Glacial                                                                                                                                                                                                                                                                             |  | <input type="checkbox"/> Volcánico<br><input type="checkbox"/> Glacial                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |  |                                                                                                                                                                                                      |  |
| <input type="checkbox"/> Resaca<br><input type="checkbox"/> Sedimentario                                                                                                                                                                                                                                 |  | <input type="checkbox"/> Volcánico<br><input type="checkbox"/> Glacial                                                                                                                                                                                                                                                            |  | <input type="checkbox"/> Volcánico<br><input type="checkbox"/> Glacial                                                                                                                                                                                                                                                                            |  | <input type="checkbox"/> Volcánico<br><input type="checkbox"/> Glacial                                                                                                                                                                                                                                                                             |  | <input type="checkbox"/> Volcánico<br><input type="checkbox"/> Glacial                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |  |                                                                                                                                                                                                      |  |
| <input type="checkbox"/> Resaca<br><input type="checkbox"/> Sedimentario                                                                                                                                                                                                                                 |  | <input type="checkbox"/> Volcánico<br><input type="checkbox"/> Glacial                                                                                                                                                                                                                                                            |  | <input type="checkbox"/> Volcánico<br><input type="checkbox"/> Glacial                                                                                                                                                                                                                                                                            |  | <input type="checkbox"/> Volcánico<br><input type="checkbox"/> Glacial                                                                                                                                                                                                                                                                             |  | <input type="checkbox"/> Volcánico<br><input type="checkbox"/> Glacial                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |  |                                                                                                                                                                                                      |  |
| <input type="checkbox"/> Resaca<br><input type="checkbox"/> Sedimentario                                                                                                                                                                                                                                 |  | <input type="checkbox"/> Volcánico<br><input type="checkbox"/> Glacial                                                                                                                                                                                                                                                            |  | <input type="checkbox"/> Volcánico<br><input type="checkbox"/> Glacial                                                                                                                                                                                                                                                                            |  | <input type="checkbox"/> Volcánico<br><input type="checkbox"/> Glacial                                                                                                                                                                                                                                                                             |  | <input type="checkbox"/> Volcánico<br><input type="checkbox"/> Glacial                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |  |                                                                                                                                                                                                      |  |
| <input type="checkbox"/> Resaca<br><input type="checkbox"/> Sedimentario                                                                                                                                                                                                                                 |  | <input type="checkbox"/> Volcánico<br><input type="checkbox"/> Glacial                                                                                                                                                                                                                                                            |  | <input type="checkbox"/> Volcánico<br><input type="checkbox"/> Glacial                                                                                                                                                                                                                                                                            |  | <input type="checkbox"/> Volcánico<br><input type="checkbox"/> Glacial                                                                                                                                                                                                                                                                             |  | <input type="checkbox"/> Volcánico<br><input type="checkbox"/> Glacial                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |  |                                                                                                                                                                                                      |  |
| <input type="checkbox"/> Resaca<br><input type="checkbox"/> Sedimentario                                                                                                                                                                                                                                 |  | <input type="checkbox"/> Volcánico<br><input type="checkbox"/> Glacial                                                                                                                                                                                                                                                            |  | <input type="checkbox"/> Volcánico<br><input type="checkbox"/> Glacial                                                                                                                                                                                                                                                                            |  | <input type="checkbox"/> Volcánico<br><input type="checkbox"/> Glacial                                                                                                                                                                                                                                                                             |  | <input type="checkbox"/> Volcánico<br><input type="checkbox"/> Glacial                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |  |                                                                                                                                                                                                      |  |
| <input type="checkbox"/> Resaca<br><input type="checkbox"/> Sedimentario                                                                                                                                                                                                                                 |  | <input type="checkbox"/> Volcánico<br><input type="checkbox"/> Glacial                                                                                                                                                                                                                                                            |  | <input type="checkbox"/> Volcánico<br><input type="checkbox"/> Glacial                                                                                                                                                                                                                                                                            |  | <input type="checkbox"/> Volcánico<br><input type="checkbox"/> Glacial                                                                                                                                                                                                                                                                             |  | <input type="checkbox"/> Volcánico<br><input type="checkbox"/> Glacial                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |  |                                                                                                                                                                                                      |  |
| <input type="checkbox"/> Resaca<br><input type="checkbox"/> Sedimentario                                                                                                                                                                                                                                 |  | <input type="checkbox"/> Volcánico<br><input type="checkbox"/> Glacial                                                                                                                                                                                                                                                            |  | <input type="checkbox"/> Volcánico<br><input type="checkbox"/> Glacial                                                                                                                                                                                                                                                                            |  | <input type="checkbox"/> Volcánico<br><input type="checkbox"/> Glacial                                                                                                                                                                                                                                                                             |  | <input type="checkbox"/> Volcánico<br><input type="checkbox"/> Glacial                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |  |                                                                                                                                                                                                      |  |
| <input type="checkbox"/> Resaca<br><input type="checkbox"/> Sedimentario                                                                                                                                                                                                                                 |  | <input type="checkbox"/> Volcánico<br><input type="checkbox"/> Glacial                                                                                                                                                                                                                                                            |  | <input type="checkbox"/> Volcánico<br><input type="checkbox"/> Glacial                                                                                                                                                                                                                                                                            |  | <input type="checkbox"/> Volcánico<br><input type="checkbox"/> Glacial                                                                                                                                                                                                                                                                             |  | <input type="checkbox"/> Volcánico<br><input type="checkbox"/> Glacial                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |  |                                                                                                                                                                                                      |  |
| <input type="checkbox"/> Resaca<br><input type="checkbox"/> Sedimentario                                                                                                                                                                                                                                 |  | <input type="checkbox"/> Volcánico<br><input type="checkbox"/> Glacial                                                                                                                                                                                                                                                            |  | <input type="checkbox"/> Volcánico<br><input type="checkbox"/> Glacial                                                                                                                                                                                                                                                                            |  | <input type="checkbox"/> Volcánico<br><input type="checkbox"/> Glacial                                                                                                                                                                                                                                                                             |  | <input type="checkbox"/> Volcánico<br><input type="checkbox"/> Glacial                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |  |                                                                                                                                                                                                      |  |
| <input type="checkbox"/> Resaca<br><input type="checkbox"/> Sedimentario                                                                                                                                                                                                                                 |  | <input type="checkbox"/> Volcánico<br><input type="checkbox"/> Glacial                                                                                                                                                                                                                                                            |  | <input type="checkbox"/> Volcánico<br><input type="checkbox"/> Glacial                                                                                                                                                                                                                                                                            |  | <input type="checkbox"/> Volcánico<br><input type="checkbox"/> Glacial                                                                                                                                                                                                                                                                             |  | <input type="checkbox"/> Volcánico<br><input type="checkbox"/> Glacial                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |  |                                                                                                                                                                                                      |  |
| <input type="checkbox"/> Resaca<br><input type="checkbox"/> Sedimentario                                                                                                                                                                                                                                 |  | <input type="checkbox"/> Volcánico<br><input type="checkbox"/> Glacial                                                                                                                                                                                                                                                            |  | <input type="checkbox"/> Volcánico<br><input type="checkbox"/> Glacial                                                                                                                                                                                                                                                                            |  | <input type="checkbox"/> Volcánico<br><input type="checkbox"/> Glacial                                                                                                                                                                                                                                                                             |  | <input type="checkbox"/> Volcánico<br><input type="checkbox"/> Glacial                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |  |                                                                                                                                                                                                      |  |
| <input type="checkbox"/> Resaca<br><input type="checkbox"/> Sedimentario                                                                                                                                                                                                                                 |  | <input type="checkbox"/> Volcánico<br><input type="checkbox"/> Glacial                                                                                                                                                                                                                                                            |  | <input type="checkbox"/> Volcánico<br><input type="checkbox"/> Glacial                                                                                                                                                                                                                                                                            |  | <input type="checkbox"/> Volcánico<br><input type="checkbox"/> Glacial                                                                                                                                                                                                                                                                             |  | <input type="checkbox"/> Volcánico<br><input type="checkbox"/> Glacial                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |  |                                                                                                                                                                                                      |  |
| <input type="checkbox"/> Resaca<br><input type="checkbox"/> Sedimentario                                                                                                                                                                                                                                 |  | <input type="checkbox"/> Volcánico<br><input type="checkbox"/> Glacial                                                                                                                                                                                                                                                            |  | <input type="checkbox"/> Volcánico<br><input type="checkbox"/> Glacial                                                                                                                                                                                                                                                                            |  | <input type="checkbox"/> Volcánico<br><input type="checkbox"/> Glacial                                                                                                                                                                                                                                                                             |  | <input type="checkbox"/> Volcánico<br><input type="checkbox"/> Glacial                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |  |                                                                                                                                                                                                      |  |
| <input type="checkbox"/> Resaca<br><input type="checkbox"/> Sedimentario                                                                                                                                                                                                                                 |  | <input type="checkbox"/> Volcánico<br><input type="checkbox"/> Glacial                                                                                                                                                                                                                                                            |  | <input type="checkbox"/> Volcánico<br><input type="checkbox"/> Glacial                                                                                                                                                                                                                                                                            |  | <input type="checkbox"/> Volcánico<br><input type="checkbox"/> Glacial                                                                                                                                                                                                                                                                             |  | <input type="checkbox"/> Volcánico<br><input type="checkbox"/> Glacial                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |  |                                                                                                                                                                                                      |  |
| <input type="checkbox"/> Resaca<br><input type="checkbox"/> Sedimentario                                                                                                                                                                                                                                 |  | <input type="checkbox"/> Volcánico<br><input type="checkbox"/> Glacial                                                                                                                                                                                                                                                            |  | <input type="checkbox"/> Volcánico<br><input type="checkbox"/> Glacial                                                                                                                                                                                                                                                                            |  | <input type="checkbox"/> Volcánico<br><input type="checkbox"/> Glacial                                                                                                                                                                                                                                                                             |  | <input type="checkbox"/> Volcánico<br><input type="checkbox"/> Glacial                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |  |                                                                                                                                                                                                      |  |
| <input type="checkbox"/> Resaca<br><input type="checkbox"/> Sedimentario                                                                                                                                                                                                                                 |  | <input type="checkbox"/> Volcánico<br><input type="checkbox"/> Glacial                                                                                                                                                                                                                                                            |  | <input type="checkbox"/> Volcánico<br><input type="checkbox"/> Glacial                                                                                                                                                                                                                                                                            |  | <input type="checkbox"/> Volcánico<br><input type="checkbox"/> Glacial                                                                                                                                                                                                                                                                             |  | <input type="checkbox"/> Volcánico<br><input type="checkbox"/> Glacial                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |  |                                                                                                                                                                                                      |  |
| <input type="checkbox"/> Resaca<br><input type="checkbox"/> Sedimentario                                                                                                                                                                                                                                 |  | <input type="checkbox"/> Volcánico<br><input type="checkbox"/> Glacial                                                                                                                                                                                                                                                            |  | <input type="checkbox"/> Volcánico<br><input type="checkbox"/> Glacial                                                                                                                                                                                                                                                                            |  | <input type="checkbox"/> Volcánico<br><input type="checkbox"/> Glacial                                                                                                                                                                                                                                                                             |  | <input type="checkbox"/> Volcánico<br><input type="checkbox"/> Glacial                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |  |                                                                                                                                                                                                      |  |
| <input type="checkbox"/> Resaca<br><input type="checkbox"/> Sedimentario                                                                                                                                                                                                                                 |  | <input type="checkbox"/> Volcánico<br><input type="checkbox"/> Glacial                                                                                                                                                                                                                                                            |  | <input type="checkbox"/> Volcánico<br><input type="checkbox"/> Glacial                                                                                                                                                                                                                                                                            |  | <input type="checkbox"/> Volcánico<br><input type="checkbox"/> Glacial                                                                                                                                                                                                                                                                             |  | <input type="checkbox"/> Volcánico<br><input type="checkbox"/> Glacial                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |  |                                                                                                                                                                                                      |  |
| <input type="checkbox"/> Resaca<br><input type="checkbox"/> Sedimentario                                                                                                                                                                                                                                 |  | <input type="checkbox"/> Volcánico<br><input type="checkbox"/> Glacial                                                                                                                                                                                                                                                            |  | <input type="checkbox"/> Volcánico<br><input type="checkbox"/> Glacial                                                                                                                                                                                                                                                                            |  | <input type="checkbox"/> Volcánico<br><input type="checkbox"/> Glacial                                                                                                                                                                                                                                                                             |  | <input type="checkbox"/> Volcánico<br><input type="checkbox"/> Glacial                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |  |                                                                                                                                                                                                      |  |
| <input type="checkbox"/> Resaca<br><input type="checkbox"/> Sedimentario                                                                                                                                                                                                                                 |  | <input type="checkbox"/> Volcánico<br><input type="checkbox"/> Glacial                                                                                                                                                                                                                                                            |  | <input type="checkbox"/> Volcánico<br><input type="checkbox"/> Glacial                                                                                                                                                                                                                                                                            |  | <input type="checkbox"/> Volcánico<br><input type="checkbox"/> Glacial                                                                                                                                                                                                                                                                             |  | <input type="checkbox"/> Volcánico<br><input type="checkbox"/> Glacial                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |  |                                                                                                                                                                                                      |  |
| <input type="checkbox"/> Resaca<br><input type="checkbox"/> Sedimentario                                                                                                                                                                                                                                 |  | <input type="checkbox"/> Volcánico<br><input type="checkbox"/> Glacial                                                                                                                                                                                                                                                            |  | <input type="checkbox"/> Volcánico<br><input type="checkbox"/> Glacial                                                                                                                                                                                                                                                                            |  | <input type="checkbox"/> Volcánico<br><input type="checkbox"/> Glacial                                                                                                                                                                                                                                                                             |  | <input type="checkbox"/> Volcánico<br><input type="checkbox"/> Glacial                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |  |                                                                                                                                                                                                      |  |
| <input type="checkbox"/> Resaca<br><input type="checkbox"/> Sedimentario                                                                                                                                                                                                                                 |  | <input type="checkbox"/> Volcánico<br><input type="checkbox"/> Glacial                                                                                                                                                                                                                                                            |  | <input type="checkbox"/> Volcánico<br><input type="checkbox"/> Glacial                                                                                                                                                                                                                                                                            |  | <input type="checkbox"/> Volcánico<br><input type="checkbox"/> Glacial                                                                                                                                                                                                                                                                             |  | <input type="checkbox"/> Volcánico<br><input type="checkbox"/> Glacial                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |  |                                                                                                                                                                                                      |  |
| <input type="checkbox"/> Resaca<br><input type="checkbox"/> Sedimentario                                                                                                                                                                                                                                 |  | <input type="checkbox"/> Volcánico<br><input type="checkbox"/> Glacial                                                                                                                                                                                                                                                            |  | <input type="checkbox"/> Volcánico<br><input type="checkbox"/> Glacial                                                                                                                                                                                                                                                                            |  | <input type="checkbox"/> Volcánico<br><input type="checkbox"/> Glacial                                                                                                                                                                                                                                                                             |  | <input type="checkbox"/> Volcánico<br><input type="checkbox"/> Glacial                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |  |                                                                                                                                                                                                      |  |
| <input type="checkbox"/> Resaca<br><input type="checkbox"/> Sedimentario                                                                                                                                                                                                                                 |  | <input type="checkbox"/> Volcánico<br><input type="checkbox"/> Glacial                                                                                                                                                                                                                                                            |  | <input type="checkbox"/> Volcánico<br><input type="checkbox"/> Glacial                                                                                                                                                                                                                                                                            |  | <input type="checkbox"/> Volcánico<br><input type="checkbox"/> Glacial                                                                                                                                                                                                                                                                             |  | <input type="checkbox"/> Volcánico<br><input type="checkbox"/> Glacial                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |  |                                                                                                                                                                                                      |  |
| <input type="checkbox"/> Resaca<br><input type="checkbox"/> Sedimentario                                                                                                                                                                                                                                 |  | <input type="checkbox"/> Volcánico<br><input type="checkbox"/> Glacial                                                                                                                                                                                                                                                            |  | <input type="checkbox"/> Volcánico<br><input type="checkbox"/> Glacial                                                                                                                                                                                                                                                                            |  | <input type="checkbox"/> Volcánico<br><input type="checkbox"/> Glacial                                                                                                                                                                                                                                                                             |  | <input type="checkbox"/> Volcánico<br><input type="checkbox"/> Glacial                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |  |                                                                                                                                                                                                      |  |
| <input type="checkbox"/> Resaca<br><input type="checkbox"/> Sedimentario                                                                                                                                                                                                                                 |  | <input type="checkbox"/> Volcánico<br><input type="checkbox"/> Glacial                                                                                                                                                                                                                                                            |  | <input type="checkbox"/> Volcánico<br><input type="checkbox"/> Glacial                                                                                                                                                                                                                                                                            |  | <input type="checkbox"/> Volcánico<br><input type="checkbox"/> Glacial                                                                                                                                                                                                                                                                             |  | <input type="checkbox"/> Volcánico<br><input type="checkbox"/> Glacial                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |  |                                                                                                                                                                                                      |  |
| <input type="checkbox"/> Resaca<br><input type="checkbox"/> Sedimentario                                                                                                                                                                                                                                 |  | <input type="checkbox"/> Volcánico<br><input type="checkbox"/> Glacial                                                                                                                                                                                                                                                            |  | <input type="checkbox"/> Volcánico<br><input type="checkbox"/> Glacial                                                                                                                                                                                                                                                                            |  | <input type="checkbox"/> Volcánico<br><input type="checkbox"/> Glacial                                                                                                                                                                                                                                                                             |  | <input type="checkbox"/> Volcánico<br><input type="checkbox"/> Glacial                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |  |                                                                                                                                                                                                      |  |
| <input type="checkbox"/> Resaca<br><input type="checkbox"/> Sedimentario                                                                                                                                                                                                                                 |  | <input type="checkbox"/> Volcánico<br><input type="checkbox"/> Glacial                                                                                                                                                                                                                                                            |  | <input type="checkbox"/> Volcánico<br><input type="checkbox"/> Glacial                                                                                                                                                                                                                                                                            |  | <input type="checkbox"/> Volcánico<br><input type="checkbox"/> Glacial                                                                                                                                                                                                                                                                             |  | <input type="checkbox"/> Volcánico<br><input type="checkbox"/> Glacial                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |  |                                                                                                                                                                                                      |  |
| <input type="checkbox"/> Resaca<br><input type="checkbox"/> Sedimentario                                                                                                                                                                                                                                 |  | <input type="checkbox"/> Volcánico<br><input type="checkbox"/> Glacial                                                                                                                                                                                                                                                            |  | <input type="checkbox"/> Volcánico<br><input type="checkbox"/> Glacial                                                                                                                                                                                                                                                                            |  | <input type="checkbox"/> Volcánico<br><input type="checkbox"/> Glacial                                                                                                                                                                                                                                                                             |  | <input type="checkbox"/> Volcánico<br><input type="checkbox"/> Glacial                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |  |                                                                                                                                                                                                      |  |
| <input type="checkbox"/> Resaca<br><input type="checkbox"/> Sedimentario                                                                                                                                                                                                                                 |  | <input type="checkbox"/> Volcánico<br><input type="checkbox"/> Glacial                                                                                                                                                                                                                                                            |  | <input type="checkbox"/> Volcánico<br><input type="checkbox"/> Glacial                                                                                                                                                                                                                                                                            |  | <input type="checkbox"/> Volcánico<br><input type="checkbox"/> Glacial                                                                                                                                                                                                                                                                             |  | <input type="checkbox"/> Volcánico<br><input type="checkbox"/> Glacial                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |  |                                                                                                                                                                                                      |  |
| <input type="checkbox"/> Resaca<br><input type="checkbox"/> Sedimentario                                                                                                                                                                                                                                 |  | <input type="checkbox"/> Volcánico<br><input type="checkbox"/> Glacial                                                                                                                                                                                                                                                            |  | <input type="checkbox"/> Volcánico<br><input type="checkbox"/> Glacial                                                                                                                                                                                                                                                                            |  | <input type="checkbox"/> Volcánico<br><input type="checkbox"/> Glacial                                                                                                                                                                                                                                                                             |  | <input type="checkbox"/> Volcánico<br><input type="checkbox"/> Glacial                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |  |                                                                                                                                                                                                      |  |
| <input type="checkbox"/> Resaca<br><input type="checkbox"/> Sedimentario                                                                                                                                                                                                                                 |  | <input type="checkbox"/> Volcánico<br><input type="checkbox"/> Glacial                                                                                                                                                                                                                                                            |  | <input type="checkbox"/> Volcánico<br><input type="checkbox"/> Glacial                                                                                                                                                                                                                                                                            |  | <input type="checkbox"/> Volcánico<br><input type="checkbox"/> Glacial                                                                                                                                                                                                                                                                             |  | <input type="checkbox"/> Volcánico<br><input type="checkbox"/> Glacial                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |  |                                                                                                                                                                                                      |  |
| <input type="checkbox"/> Resaca<br><input type="checkbox"/> Sedimentario                                                                                                                                                                                                                                 |  | <input type="checkbox"/> Volcánico<br><input type="checkbox"/> Glacial                                                                                                                                                                                                                                                            |  | <input type="checkbox"/> Volcánico<br><input type="checkbox"/> Glacial                                                                                                                                                                                                                                                                            |  | <input type="checkbox"/> Volcánico<br><input type="checkbox"/> Glacial                                                                                                                                                                                                                                                                             |  | <input type="checkbox"/> Volcánico<br><input type="checkbox"/> Glacial                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |  |                                                                                                                                                                                                      |  |
| <input type="checkbox"/> Resaca<br><input type="checkbox"/> Sedimentario                                                                                                                                                                                                                                 |  | <input type="checkbox"/> Volcánico<br><input type="checkbox"/> Glacial                                                                                                                                                                                                                                                            |  | <input type="checkbox"/> Volcánico<br><input type="checkbox"/> Glacial                                                                                                                                                                                                                                                                            |  | <input type="checkbox"/> Volcánico<br><input type="checkbox"/> Glacial                                                                                                                                                                                                                                                                             |  | <input type="checkbox"/> Volcánico<br><input type="checkbox"/> Glacial                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |  |                                                                                                                                                                                                      |  |
| <input type="checkbox"/> Resaca<br><input type="checkbox"/> Sedimentario                                                                                                                                                                                                                                 |  | <input type="checkbox"/> Volcánico<br><input type="checkbox"/> Glacial                                                                                                                                                                                                                                                            |  | <input type="checkbox"/> Volcánico<br><input type="checkbox"/> Glacial                                                                                                                                                                                                                                                                            |  | <input type="checkbox"/> Volcánico<br><input type="checkbox"/> Glacial                                                                                                                                                                                                                                                                             |  | <input type="checkbox"/> Volcánico<br><input type="checkbox"/> Glacial                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |  |                                                                                                                                                                                                      |  |
| <input type="checkbox"/> Resaca<br><input type="checkbox"/> Sedimentario                                                                                                                                                                                                                                 |  | <input type="checkbox"/> Volcánico<br><input type="checkbox"/> Glacial                                                                                                                                                                                                                                                            |  | <input type="checkbox"/> Volcánico<br><input type="checkbox"/> Glacial                                                                                                                                                                                                                                                                            |  | <input type="checkbox"/> Volcánico<br><input type="checkbox"/> Glacial                                                                                                                                                                                                                                                                             |  | <input type="checkbox"/> Volcánico<br><input type="checkbox"/> Glacial                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |  |                                                                                                                                                                                                      |  |
| <input type="checkbox"/> Resaca<br><input type="checkbox"/> Sedimentario                                                                                                                                                                                                                                 |  | <input type="checkbox"/> Volcánico<br><input type="checkbox"/> Glacial                                                                                                                                                                                                                                                            |  | <input type="checkbox"/> Volcánico<br><input type="checkbox"/> Glacial                                                                                                                                                                                                                                                                            |  | <input type="checkbox"/> Volcánico<br><input type="checkbox"/> Glacial                                                                                                                                                                                                                                                                             |  | <input type="checkbox"/> Volcánico<br><input type="checkbox"/> Glacial                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |  |                                                                                                                                                                                                      |  |
| <input type="checkbox"/> Resaca<br><input type="checkbox"/> Sedimentario                                                                                                                                                                                                                                 |  | <input type="checkbox"/> Volcánico<br><input type="checkbox"/> Glacial                                                                                                                                                                                                                                                            |  | <input type="checkbox"/> Volcánico<br><input type="checkbox"/> Glacial                                                                                                                                                                                                                                                                            |  | <input type="checkbox"/> Volcánico<br><input type="checkbox"/> Glacial                                                                                                                                                                                                                                                                             |  | <input type="checkbox"/> Volcánico<br><input type="checkbox"/> Glacial                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |  |                                                                                                                                                                                                      |  |
| <input type="checkbox"/> Resaca<br><input type="checkbox"/> Sedimentario                                                                                                                                                                                                                                 |  | <input type="checkbox"/> Volcánico<br>                                                                                                                                                                                                                                                                                            |  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |  |                                                                                                                                                                                                      |  |