

AMENAZA POR MOVIMIENTOS EN MASA A ESCALA 1:25.000

Seminario de Investigación

Análisis de la amenaza por movimientos en masa en el municipio de Herveo, Tolima a escala

1:25.000 aplicado a la guía metodológica del Servicio Geológico Colombiano del 2017

Yessid Fernando Zabala Garces

Katherin Shayuri Basto Córdón

Sara Angelica Moyano Gómez

Trabajo de grado para optar al título de

Geólogo

Director

Leonardo Palmera Sánchez
Geólogo, MsC Geociencias

Codirector

Joaquín Andrés Valencia Ortiz
Geólogo, MsC Geología Ambiental
Universidad Industrial de Santander

Facultad de Ingenierías Físicoquímicas

Escuela de Geología

Bucaramanga

2024

Dedicatoria

A Dios por darnos la sabiduría y la fuerza para culminar esta fase tan importante en nuestras vidas.

A nuestros padres, hermanos y seres queridos que han estado en este gran progreso, que siempre creyeron en nuestras capacidades, por el apoyo incondicional y consejos para nuestro crecimiento personal y profesional.

A nuestras parejas, Por acompañarnos en cada paso de este proyecto, ofreciéndonos su apoyo y sabios consejos. Gracias por estar a nuestro lado, ayudándonos a superar los desafíos y celebrando cada pequeño logro.

Agradecimientos

A nuestros docentes que con su sabiduría y paciencia nos dieron su tiempo y esfuerzo para guiarnos en nuestra carrera profesional y en la finalización de este proyecto.

A la Universidad Industrial de Santander que fue nuestro espacio de aprendizaje y nuestro apoyo generándonos los espacios e implementos para poder alcanzar esta nueva fase en nuestra vida.

A todas las personas que aportaron en nuestro crecimiento generando experiencias positivas para nuestra vida profesional.

Tabla de contenido

Introducción	10
Justificación	12
1.Capítulo 1.....	14
1.1 Generalidades del seminario de investigación.....	14
1.2 Alcance	15
1.3 Ventajas	15
1.4 Organización.....	16
1.5 Tema del seminario	17
1.6 Dirección de seminario de investigación.....	17
1.7 Descripción de los roles.....	18
1.8 Metodología.....	19
2.Capítulo 2.....	20
2.1 Objetivo general del libro de investigación.....	20
2.1.1 Objetivos específicos del libro de investigación	20
2.2 Selección de subtemas.....	20
2.2.1 Núcleo 1: Marco Legal	21
2.2.2 Núcleo 2: Geoamenazas.....	21
3. Capítulo 3.....	23
3.1 Sesiones del seminario	23
4. Conclusiones	35
5.Recomendaciones	38
Referencias Bibliográficas	39

Lista de tablas

Tabla 1. Distribución de la relatoría de los temas del seminario de investigación. ... 23

Lista de figuras

Figura 1. Esquema metodológico del seminario de investigación	19
Figura 2. Acta documentada para el seminario de investigación	27
Figura 3. Portada del libro de memorias del seminario de investigacion	29
Figura 4. Primer ejemplo de presentaciones para el seminario de investigación.....	34
Figura 5. Segundo ejemplo de presentaciones para el seminario de investigación.....	34

Lista de Anexos

Ver anexos adjuntos y pueden ser consultados en el repositorio de la Biblioteca UIS

Anexo A. Libro de Memorias.

Anexo B. Libro de Investigación.

Anexo C. Presentaciones

Resumen

Título: Seminario de investigación “Análisis de la amenaza por movimientos en masa en el municipio de Herveo, Tolima a escala 1:25.000 aplicado a la guía metodológica del Servicio Geológico Colombiano del 2017.”*

Autores: Yessid Fernando Zabala Garces, Katherin Shayuri Basto Cordón, Sara Angelica Moyano Gómez**

Palabras claves: Seminario alemán, Susceptibilidad, Amenaza, Movimientos en masa, Unidades geológicas superficiales, Geomorfología.

Como estudiantes de geología, nos comprometemos a mitigar amenazas ambientales en nuestro país y, en la medida de lo posible, a nivel mundial. Para lograrlo, buscamos constantemente adquirir conocimientos que aporten a la investigación en nuestra disciplina. Un ejemplo clave son los seminarios de investigación, que facilitan la interacción entre profesionales y estudiantes, creando espacios de discusión donde se fomenta el desarrollo de un pensamiento crítico mediante el método científico. Estos seminarios son esenciales para fortalecer las habilidades necesarias para enfrentar los desafíos en geología y abordar las amenazas ambientales.

El seminario se estructuró en dos núcleos principales: el primero abordó el marco legal, mientras que el segundo se centró en amenazas naturales como la actividad sísmica, volcánica, movimientos en masa, inundaciones, tsunamis, incendios forestales y otras amenazas climáticas. Este seminario incluyó 40 sesiones de una hora cada una, dirigidas por expertos.

Con el objetivo de analizar la amenaza por movimientos en masa en Herveo-Tolima a una escala de 1:25.000, se realizó un análisis geológico, incluyendo estudios de geomorfología, fallas, pendientes, coberturas, suelos y curvatura. Los resultados se utilizaron para crear mapas de susceptibilidad, clasificando la zona en alta, media y baja susceptibilidad a movimientos en masa. Con estos datos y la información sobre detonantes climáticos y sísmicos, se elaboró un mapa de amenazas, clasificando la región en cuatro categorías de riesgo: muy alta, alta, media y baja.

Estos análisis proporcionan información valiosa para implementar medidas de mitigación del riesgo, ayudando a proteger infraestructuras y, lo más importante, salvar vidas humanas.

*Trabajo de grado

** Facultad de Ingenierías Físicoquímicas . Escuela de Geología
Director Leonardo Palmera Sánchez, Geólogo, Msc Geociencias.
Codirector Joaquín Andrés Valencia Ortiz, Geólogo, Msc Geología Ambiental

Abstract

Title: Research seminar “Analysis of the hazard due to mass movements in the municipality of Herveo, Tolima at a scale of 1:25,000 applied to the methodological guide of the Colombian Geological Service of 2017.”

Authors: Yessid Fernando Zabala Garces

Katherin Shayuri Basto Lace

Sara Angelica Moyano Gómez

Keywords: German seminar, Susceptibility, Hazard, Mass movements, Surface geological units, Geomorphology.

As geology students, we are committed to mitigating environmental threats in our country and, to the extent possible, globally. To achieve this, we constantly seek to acquire knowledge that contributes to research in our discipline. A key example is the research seminars, which facilitate interaction between professionals and students, creating spaces for discussion where the development of critical thinking is encouraged through the scientific method. These seminars are essential to strengthen the skills necessary to face challenges in geology and address environmental threats.

The seminar was structured in two main cores: the first addressed the legal framework, while the second focused on natural threats such as seismic activity, volcanic activity, mass movements, floods, tsunamis, forest fires and other climate threats. This seminar included 40 sessions of one hour each, led by experts.

In order to analyse the threat of landslides in Herveo-Tolima at a scale of 1:25,000, a geological analysis was carried out, including studies of geomorphology, faults, slopes, cover, soils and curvature. The results were used to create susceptibility maps, classifying the area into high, medium and low susceptibility to landslides. With this data and information on climatic and seismic triggers, a hazard map was created, classifying the region into four risk categories: very high, high, medium and low.

These analyses provide valuable information for implementing risk mitigation measures, helping to protect infrastructure and, most importantly, save human lives.

*Bachelor Thesis

** Facultad de Ingenierías Físicoquímicas . Escuela de Geología
Director Leonardo Palmera Sánchez, Geólogo, Msc Geociencias.
Codirector Joaquín Andrés Valencia Ortiz, Geólogo, MsC Geología Ambiental

Introducción

El seminario de investigación más conocido como seminario alemán, es una modalidad académica cuyo origen se da a finales de siglo XVIII en la Universidad de Gottingen en Alemania, este se presenta por sesiones en las cuales los participantes están en constante colaboración (Caicedo F, Palmera S, Plata D, & Rojas A, 2014). Considerando que el seminario será conducido por un docente experimentado en los temas a tratar, dicho director podrá expresar sus opiniones e intervenir durante las sesiones, corrigiendo y fomentando así una mayor participación en los debates. La Universidad Industrial de Santander da la posibilidad de realizar un seminario de investigación como modalidad de trabajo de grado.

Esta modalidad se divide en dos partes: Trabajo de Grado I, que implica la entrega de un plan de estudios con la investigación, los temas y cronogramas necesarios para iniciar el seminario; y Trabajo de Grado II, donde se lleva a cabo la ejecución del seminario y se presenta un informe final que recopila los datos investigados, las discusiones y los resultados obtenidos durante los estudios realizados en el seminario (El seminario de investigación como modalidad para el desarrollo de Trabajos de grado en la UIS., 2022).

El seminario permitió el desarrollo de habilidades de análisis, argumentación, investigación y comunicación, en donde los estudiantes profundizaron en los diferentes temas, con el fin de fomentar el aprendizaje activo, la responsabilidad y la colaboración, impactando positivamente en la formación de los participantes.

Colombia se caracteriza por la presencia de numerosas amenazas de origen natural como lo son: las inundaciones, sismos, erupciones volcánicas, incendios forestales, sequias y una de las más comunes y abundantes en Colombia los movimientos en masa (UNGRD, 2020) (CORPOURABA, 2011). Uno de los sitios donde se puede observar este tipo de fenómenos es

AMENAZA POR MOVIMIENTOS EN MASA A ESCALA 1:25.000

en el municipio de Herveo-Tolima, ubicado en las proximidades de dos volcanes: el volcán Cerro Bravo y el Nevado del Ruiz, este último considerado uno de los más activos de Colombia.

La ocurrencia de movimientos en masa está condicionada por diversos factores de tipo inherente, dependiente y sus detonantes, como la topografía, la geología, las condiciones climáticas y la actividad antrópica. En el caso del municipio de Herveo, en el Tolima, convergen varios de estos elementos. La región experimenta notables precipitaciones, presenta pendientes pronunciadas y está sujeta a condiciones meteorológicas adversas. A esto se suma el factor antrópico, donde las prácticas como el manejo de ganado, la quema de la cobertura vegetal y la construcción de vías contribuyen significativamente a la inestabilidad del suelo.

A partir de esto, se adoptó la metodología del seminario alemán para recopilar toda la información necesaria y procesar esta información de manera más eficiente para su aplicación en el desarrollo del proyecto de investigación. Esto permitirá obtener una visión más clara de los aspectos que deseamos analizar, en particular, la amenaza por movimientos en masa en la zona de estudio. La información recopilada se plasmará en una entrega final, que no solo describirá detalladamente la metodología aplicada durante el seminario, sino que también incluirá los productos finales, tales como el libro de memorias, mapas y el libro de la tesis.

Justificación

Los movimientos en masa son uno de los fenómenos naturales con mayores índices de pérdidas humanas y económicas en el planeta. Esta condición para Colombia se ha manifestado en los últimos 100 años con alrededor de 7590 víctimas mortales, la afectación de 239,790 familias, todos vinculados a 11800 movimientos en masa registrados para este periodo (UNGRD, 2020). Debido a esto, la evaluación de la susceptibilidad y amenaza por movimientos en masa es una herramienta importante en la organización de los territorios (Dirección General de Protección Civil y Emergencias, 2020).

Colombia cuenta con 1.103 municipios organizados en todo su territorio, entre estos se encuentra el municipio de Herveo, al norte del Departamento de Tolima (zona de estudio). La mayor parte del territorio de este municipio es montañoso y su relieve corresponde a la Cordillera Central de los Andes colombianos. De acuerdo con el plan municipal de gestión de riesgo de desastres, el principal fenómeno que genera amenaza a la población, los bienes y el ambiente son los movimientos en masa que están asociados a fenómenos naturales y antrópicos (CORTOLIMA, 2021).

De acuerdo con lo mencionado anteriormente, este estudio se encuadra principalmente en la estructura de un seminario de investigación. En este contexto, se implementarán estrategias que se centren en el método científico, abarcando el estudio, la planificación y el intercambio de ideas. Además, se persigue la construcción de conocimiento a través del análisis de la amenaza por movimientos en la región de estudio. Para lograr este objetivo, se llevará a cabo la elaboración de un mapa de amenaza por movimientos en masa a una escala de 1:25.000, utilizando como base la guía metodológica proporcionada por el Servicio Geológico Colombiano (SGC, 2017). Esto se justifica al ser un trabajo que se sustenta en la información más actualizada a nivel mundial, recopilando, resumiendo y aplicando las últimas tendencias

AMENAZA POR MOVIMIENTOS EN MASA A ESCALA 1:25.000

en metodologías para generar modelos de susceptibilidad y amenaza por movimientos en masa específicamente en el entorno colombiano.

Dentro del planteamiento metodológico se busca la caracterización de los atributos geoambientales para el cálculo de la susceptibilidad por movimientos en masa, a partir de un proceso de fotointerpretación donde se construye las Unidades Geológicas Superficiales (UGS), Subunidades Geomorfológicas (SGMF), Coberturas de la tierra y el Análisis multitemporal de las coberturas. A partir de la construcción de las capas temáticas dentro de la caracterización de la susceptibilidad se estima el grado de amenaza por movimientos en masa en el área de estudio por medio de una superposición de mapas teniendo en cuenta el grado de susceptibilidad y los detonantes (lluvias y actividad sísmica).

Se espera que dentro del marco del seminario de investigación sirva de orientación para el estudio de los movimientos en masa en el municipio de Herveo, Tolima en beneficio de mejorar la información de la amenaza por movimientos en masa para la región. Finalmente, se proyecta que este producto del trabajo de investigación pueda ser utilizado por los entes gubernamentales locales y/o regionales como base para el desarrollo de su planificación territorial; además, los productos obtenidos en esta investigación son realizados con insumos de libre adquisición, brindado la oportunidad de crear herramientas de bajo coste en la evaluación de escenarios de amenaza en la gestión del riesgo de desastres.

1. Capítulo 1

1.1. Generalidades del seminario de investigación

El seminario de investigación también es llamado “seminario alemán” conocido así por su origen en el siglo XVIII en Alemania” (Caicedo F, et al., 2014). A través de esta iniciativa, los estudiantes tienen la oportunidad de profundizar en un tema específico de manera única, participando de forma activa y colaborativa con sus compañeros y con los directores del seminario. Este enfoque proporciona una perspectiva diferenciada, fomentando la interacción constante entre los participantes y facilitando un aprendizaje enriquecedor y más participativo.

Los estudiantes pasan por un proceso en el cual aprenden a ser más críticos, a trabajar en equipo y a fortalecer habilidades para manejar información científica con la cual pueden apoyar los temas a presentar.

Estos temas específicos son seleccionados por el experto en este caso el director y el guía del seminario, generando así las sesiones en las cuales se van dar espacios de discusión y retroalimentación, tomando un tiempo específico para cada sesión donde se lleva a cabo la presentación del tema escogido para cada participante, donde pueden utilizar distintos materiales para expresarse de la mejor forma posible y poder generar un mejor entendimiento al público, mientras se está presentando el tema los participantes se encuentran llenando un formato en el cual se deja por escrito un breve resumen de la presentación y las preguntas que más adelante pueden resolver con la ayuda del director y la persona que presenta el tema, cuando se da por finalizada la presentación se genera un espacio para resolver las dudas que puedan llegar a generarse por los participantes o los expertos y así poder realizar una discusión sobre aportes que ellos tengan, dando la oportunidad de realizar una retroalimentación positiva dentro de todas las actividades del seminario.

1.2 Alcance

El seminario tiene como alcance principal generar una cartografía de amenaza por movimientos en masa para el municipio de Herveo, Tolima a escala 1:25.000, siguiendo la guía metodológica del Servicio Geológico Colombiano del 2017. Para ello, se recopilará información sobre las Unidades Geológicas Superficiales, las Subunidades Geomorfológicas, la morfodinámica y las pendientes del área de estudio.

Adicionalmente, se analizará el cambio de la cobertura de la tierra entre 1990 y 2017, y se calculará la susceptibilidad por movimientos en masa a partir del método bivariado. Se compilará información sobre los factores detonantes de lluvia y actividad sísmica, y finalmente, se calculará la amenaza a partir de la susceptibilidad y los factores detonantes.

Los resultados del presente estudio se darán a modo de informe técnico con la metodología y resultados del estudio. Se espera que estos productos sean una herramienta útil para la gestión del riesgo en el municipio de Herveo, Tolima.

1.3 Ventajas

El seminario de investigación surge como una técnica para promover el desarrollo integral, ofreciendo una serie de ventajas significativas como:

- Hace que los estudiantes profundicen en los temas acordados y promueve el aprendizaje mediante una experiencia colectiva, posibilitando la apreciación de la eficacia del trabajo en equipo. Si el grupo incluye estudiantes de diversos campos de estudio, se aprovecha la riqueza de la interdisciplinariedad, cualidades cruciales y aplicables en el entorno laboral contemporáneo.
- Contribuye a mejorar las habilidades de comunicación con otros estudiantes y profesionales al fomentar debates sobre los temas acordados. Además, facilita la retroalimentación y la clarificación de dudas que puedan surgir durante las discusiones.

AMENAZA POR MOVIMIENTOS EN MASA A ESCALA 1:25.000

- Facilita el respaldo de un profesional que guía los temas de estudio, actuando como director del seminario de investigación. Esto, a su vez, potencia las habilidades de trabajo en equipo debido a la continua interacción entre estudiantes y profesionales generada por el seminario.
- Permite la investigación en el ámbito de la geología, su aplicación puede conducir a la investigación de campo, proporcionando experiencia en la recolección y análisis de datos dentro de este campo de estudio.

1.4 Organización

El seminario de investigación implica la realización de relatorías, correlatorías, discusiones y protocolos. Estas actividades son llevadas a cabo por los miembros del grupo, quienes asumen roles rotativos. Esto significa que, en cada sesión, un participante puede desempeñar el papel de correlato, mientras que en la siguiente sesión podría asumir el rol de relator, garantizando una distribución equitativa de responsabilidades.

La estructura de este seminario se planifica mediante sesiones definidas, cada una con su tema, fecha y hora correspondientes, así como una duración preestablecida.

Director: Leonardo Palmera Sánchez

Codirector: Joaquín Andrés Valencia Ortiz

Integrantes: Yessid Fernando Zabala Garcés

Katherin Shayuri Basto Córdón

Sara Angélica Moyano Gómez

Se desarrollaron en total 20 sesiones, en cada una se presentarán 2 subtemas y tendrán una duración de 120 minutos en total, en el orden asignado por el director.

1.5 Tema del seminario

El Seminario de Investigación tiene como eje central el análisis de las amenazas de origen natural haciendo énfasis en los movimientos en masa, todo esto mediante la recopilación de guías metodológicas como: la Guía metodológica para la zonificación de amenaza por movimientos en masa escala 1: 25.000 (SGC, 2017), inventarios de movimientos en masa (Simma) y mapas de zonificación con respecto a la amenaza. A lo largo del seminario, se examinan y debaten el panorama tanto a nivel mundial como nacional de estas geoamenazas, guiados por los temas específicos establecidos para lograr los objetivos planteados.

El proceso de documentación se lleva a cabo en el siguiente orden:

1.5.1 Marco legal y metodologías:

Dentro de este tema, se buscaba identificar las normativas vigentes correspondientes al riesgo de desastres, así como explorar las diferentes metodologías disponibles para abordar cada tipo de amenaza específica que se desee estudiar.

1.5.2 Geoamenazas

Se presentan las bases conceptuales, causas relacionadas, eventos más representativos, metodologías para el cálculo de amenaza y técnicas de monitoreo relacionadas a los diferentes tipos de Geoamenazas.

1.6 Dirección de seminario de investigación

El seminario de investigación “Análisis de la amenaza por movimientos en masa en el municipio de Herveo, Tolima a escala 1:25.000 aplicando la guía metodológica del servicio geológico colombiano del 2017” fue dirigido por el profesor Leonardo Palmera Sánchez y codirigido por el profesor Joaquín Andrés Valencia Ortiz, quienes con su experiencia y

AMENAZA POR MOVIMIENTOS EN MASA A ESCALA 1:25.000

conocimiento han dirigido de una manera muy profesional todo lo planteado desde la fase inicial hasta su culminación.

1.7 Descripción de los roles

1.7.1 El director:

El director asume la responsabilidad de guiar y respaldar a los participantes, no solo en el contenido de sus presentaciones, sino también en su habilidad para comunicarse con el público. Puede intervenir durante o después de la sesión para brindar su opinión, corregir y complementar las contribuciones de los participantes.

1.7.2 El relator:

Se encarga de presentar el tema de manera accesible para los participantes, enriqueciéndolo con la información recolectada y transmitiéndola a través de diversos medios, como videos, gráficos, mapas, entre otros. Esto estimula el interés de los participantes, fomentando la discusión y facilitando una retroalimentación más completa del tema.

1.7.3 El correlator:

Es la persona que complementa la relatoría con su reflexión y crítica personal, estimulando a los participantes a participar en debates. Por ende, debe prestar atención a toda la exposición y su comunicación debe ser clara y respetuosa en todo momento.

1.7.4 La discusión:

Al final de cada sesión, hay un tiempo designado para que los participantes aclaren dudas, formulen preguntas y expresen sus opiniones sobre el tema. Durante esta discusión abierta, los participantes pueden evaluar críticamente el material presentado, intercambiar perspectivas y contribuir con sus conocimientos a la comprensión colectiva del seminario. Esto permite que el grupo, bajo la guía del director, profundice en los temas de investigación enriqueciendo así la experiencia general del seminario.

1.7.5 *El protocolante:*

Esta persona se encarga de elaborar un informe sobre el tema abordado en cada sesión. Este informe debe resumir las ideas principales presentadas y discutidas, además de incluir sus propios comentarios sobre aspectos formales del contenido.

El protocolo debe ser leído en la siguiente sesión, pero antes de esto, debe ser revisado por el relator de la respectiva sesión y por el director del seminario (Caicedo F, Palmera S, Plata D, & Rojas A, 2014).

1.7.6 *¿Que se busca que logren los participantes?*

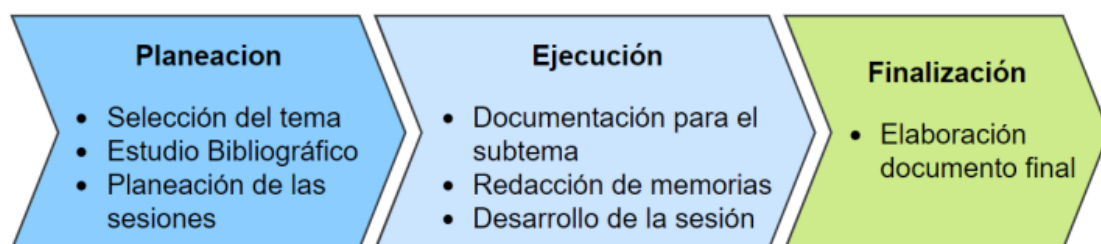
Se pretende que los participantes desarrollen sus habilidades comunicativas, identificación de problemas, pensamiento crítico y mayor trabajo en equipo y así lograr obtener todos los implementos necesarios para el desarrollo de su libro de investigación.

1.8 Metodología

En la Figura 1 se muestra la organización del seminario, consta de tres etapas principales interrelacionadas: 1. Planeación: Establecimiento de objetivos, selección de temas y participantes, y desarrollo de cronograma. 2. Ejecución: Implementación de la metodología, sesiones, discusión y cumplimiento de objetivos. 3. Finalización: Presentación de informes finales, evaluación de resultados e identificación de áreas de mejora para futuros seminarios.

Figura 1

Esquema metodológico del seminario de investigación



Nota: Modificado de (Lineamientos para el seminario de investigación como modalidad para el desarrollo del trabajo de grado UIS, 2007)

2. Capítulo 2

2.1 Objetivo general del libro de investigación

Generar la cartografía de amenaza por movimientos en masa en el municipio de Herveo, Tolima a escala 1:25.000 con base en la guía metodológica del Servicio Geológico Colombiano del 2017 (SGC, 2017).

2.1.1 Objetivos específicos del libro de investigación

Recopilar la información de Unidades Geológicas Superficiales (UGS), las Subunidades Geomorfológicas (SGMF), morfodinámica y pendientes a partir del seminario de investigación.

Adquisición y tratamiento de las coberturas de la tierra del portal del Ideam y análisis temporal del cambio de la cobertura entre el año 1990 y 2017.

Cálculo de la susceptibilidad por movimientos en masa para el área de estudio por medio del método bivariado.

Compilación de los factores detonantes de lluvia y actividad sísmica.

Cálculo de amenaza a partir del modelo de susceptibilidad generado y su correlación con los factores detonantes.

2.2 Selección de subtemas

Una vez recopilada la información y siguiendo el plan establecido en el seminario, se organiza una serie de subtemas para su análisis y estudio, a fin de brindar claridad sobre el tema central. El seminario se estructura en tres núcleos principales: el primero se enfoca en el

AMENAZA POR MOVIMIENTOS EN MASA A ESCALA 1:25.000

marco legal, el segundo aborda el tema central de las Geoamenazas, dividido en siete partes que contienen subtemas específicos, y el tercero consiste en la salida de campo:

2.2.1 Núcleo 1: Marco Legal

- Marco de Sendai para la reducción del riesgo de desastres (2015-2030).
- Ley 1523 de 2012.
- Decreto 1640 de 2012.
- Decreto 1807 de 2014 y 1077 del 2015.
- Decreto 1232 de 2020.
- Determinantes ambientales para la elaboración, ajuste, revisión y/o modificación de los planes básicos y esquemas de ordenamiento territorial de la CAS.
- Determinantes ambientales para la elaboración, ajuste, revisión y/o modificación de los planes básicos y esquemas de ordenamiento territorial de la CDMB.
- ¿Qué es método? ¿Qué es metodología? Definición de Heurístico, Estadístico, Estocástico, Determinístico. Ejemplos de cada uno de ellos.
- Metodología para movimientos en masa del SGC a escala 1:100.000. SGC, 2013.
- Metodología para movimientos en masa del SGC a escala 1:25.000. SGC, 2017.
- Metodología para movimientos en masa del SGC a escala 1:10.000 - 5.000. SGC, 2016.
- Metodología para avenida torrencial del SGC. SGC, 2021.

2.2.2 Núcleo 2: Geoamenazas

Parte 1: Amenaza por actividad sísmica

- Retrospección de la Sismología.
- Escenario Sísmico a nivel mundial, eventos, causas y magnitud de daños.
- Escenario sísmico a nivel nacional, eventos, causas y magnitud de daños.

Parte 2: Amenaza por actividad volcánica.

AMENAZA POR MOVIMIENTOS EN MASA A ESCALA 1:25.000

- Retrospección en conceptos de Volcanología.
- Escenario Volcánico a nivel mundial, eventos, causas y magnitud de daños.
- Escenario Volcánico a nivel nacional, eventos, causas y magnitud de daños.
- Métodos y metodologías para el cálculo de la amenaza volcánica.
- Técnicas de monitoreo volcánico.
- Condiciones detonadas por la actividad volcánica.

Parte 3: Amenaza por movimientos en masa

- Retrospección en conceptos de MM.
- Escenario MM a nivel mundial, eventos, causas y magnitud de daños.
- Escenario MM a nivel nacional, eventos, causas y magnitud de daños.
- Métodos y metodologías para el cálculo de la amenaza MM.
- Como afectan lo factores detonantes a los MM (Lluvia, Sismo, Antrópico)

Parte 4: Amenaza por inundaciones y avenidas torrenciales

- Retrospección en conceptos de AV.
- Escenario AV a nivel mundial, eventos, causas y magnitud de daños.
- Escenario AV a nivel nacional, eventos, causas y magnitud de daños.
- Métodos y metodologías para el cálculo de la amenaza AV.
- Programas para el cálculo de las condiciones hidrológicas he hidráulicas.

Parte 5: Amenaza por tsunamis

- Retrospección en conceptos de tsunamis.
- Escenario por tsunamis a nivel mundial, eventos, causas y magnitud de daños.
- Escenario tsunamis a nivel nacional, eventos, causas y magnitud de daños.
- Métodos y metodologías para el cálculo de la amenaza por tsunamis.

Parte 6: Amenaza por incendios forestales

- Retrospección en conceptos de incendios.

AMENAZA POR MOVIMIENTOS EN MASA A ESCALA 1:25.000

- Escenario por incendios a nivel mundial, eventos, causas y magnitud de daños.
- Escenario por incendios a nivel nacional, eventos, causas y magnitud de daños.
- Métodos y metodologías para el cálculo de la amenaza por incendios.

Parte 7: Otras amenazas de tipo climático

(fenómeno ENOS, olas de calor, tormentas eléctricas, desecación, tormentas de arena, tornados)

2.2.3 Núcleo 3: Salida de Campo a Herveo (Tolima)**3. Capítulo 3****3.1 Sesiones del seminario**

La actividad formativa está estructurada en sesiones, cada una de ellas enfocada en dos subtemas específicos. Durante cada sesión, el orador presenta durante aproximadamente 40 minutos, seguido por el correlator quien ofrece información adicional. Luego, en la fase de debate y discusión, cada participante toma notas sobre declaraciones esenciales, preguntas planteadas y sugerencias para mejorar el desempeño del orador. Esto facilita recordar las ideas y conocimientos compartidos, así como profundizar en los temas tratados. (Véase Anexo A).

Los temas se ejecutaron como lo muestra la siguiente tabla:

Tabla 1

Distribución de la relatoría de los temas del seminario de investigación.

Núcleo 1. Marco legal		
	Subtemas	Relatores
1	Marco de Sendai para la reducción del riesgo de desastres (2015-2030).	Karen Castillo y Ana Quintero
2	Ley 1523 de 2012.	Sofía Ariza y Johana Rodríguez
3	Decreto 1640 de 2012.	Valentina Rodríguez y Yessid Zabala
4	Decreto 1807 de 2014 y 1077 del 2015.	Ana Gonzales y Andrés Padilla
5	Decreto 1232 de 2020.	Sofía Ariza y Johana Rodríguez

AMENAZA POR MOVIMIENTOS EN MASA A ESCALA 1:25.000

6	Determinantes ambientales para la elaboración, ajuste, revisión y/o modificación de los planes básicos y esquemas de ordenamiento territorial de la CAS.	Karen Castillo y Ana Quintero
7	Determinantes ambientales para la elaboración, ajuste, revisión y/o modificación de los planes básicos y esquemas de ordenamiento territorial de la CDMB.	Valentina Rodríguez y Yessid Zabala
8	¿Qué es método? ¿Qué es metodología? Definición de Heurístico, Estadístico, Estocástico, Determinístico. Ejemplos de cada uno de ellos.	Ana Gonzales y Andrés Padilla
9	Metodología para MM del SGC a escala 1:100.000. SGC, 2013.	Sara Moyano y Katherin Basto
10	Metodología para MM del SGC a escala 1:25.000. SGC, 2017.	Ana Gonzales y Andrés Padilla
11	Metodología para MM del SGC a escala 1:10.000 - 5.000. SGC, 2016.	Sara Moyano y Katherin Basto
12	Metodología para AT del SGC. SGC, 2021.	Sofía Ariza y Johana Rodríguez
Núcleo 2		
1	Amenaza por actividad sísmica.	
1.1	Retrospección de la Sismología.	Sara Moyano y Katherin Basto
1.2	Escenario Sísmico a nivel mundial, eventos, causas y magnitud de daños.	Ana Gonzales y Andrés Padilla
1.3	Escenario sísmico a nivel nacional, eventos, causas y magnitud de daños.	Sofía Ariza y Johana Rodríguez
2	Amenaza por actividad volcánica.	
2.1	Retrospección en conceptos de Volcanología.	Sara Moyano y Katherin Basto
2.2	Escenario Volcánico a nivel mundial, eventos, causas y magnitud de daños.	Valentina Rodríguez y Yessid Zabala
2.3	Escenario Volcánico a nivel nacional, eventos, causas y magnitud de daños.	Valentina Rodríguez y Yessid Zabala
2.4	Métodos y metodologías para el cálculo de la amenaza volcánica.	Karen Castillo y Ana Quintero
2.5	Técnicas de monitoreo volcánico.	Sofía Ariza y Johana Rodríguez
2.6	Condiciones detonadas por la actividad volcánica.	Sara Moyano y Katherin Basto
3	Amenaza por Movimientos en Masa	
3.1	Retrospección en conceptos de MM.	Ana Gonzales y Andrés Padilla
3.2	Escenario MM a nivel mundial, eventos, causas y magnitud de daños.	Karen Castillo y Ana Quintero
3.3	Escenario MM a nivel nacional, eventos, causas y magnitud de daños.	Valentina Rodríguez y Yessid Zabala
3.4	Métodos y metodologías para el cálculo de la amenaza MM.	Ana Gonzales y Andrés Padilla
3.5	Como afectan lo factores detonantes a los MM (Lluvia, Sismo, Antrópico)	Karen Castillo y Ana Quintero
4	Amenaza por inundaciones y avenidas torrenciales	
4.1	Retrospección en conceptos de AV.	Sofía Ariza y Johana Rodríguez
4.2	Escenario AV a nivel mundial, eventos, causas y magnitud de daños.	Valentina Rodríguez y Yessid Zabala
4.3	Escenario AV a nivel nacional, eventos, causas y magnitud de daños.	Ana Gonzales y Andrés Padilla
4.4	Métodos y metodologías para el cálculo de la amenaza AV.	Sofía Ariza y Johana Rodríguez
4.5	Programas para el cálculo de las condiciones hidrológicas he hidráulicas.	Karen Castillo y Ana Quintero

AMENAZA POR MOVIMIENTOS EN MASA A ESCALA 1:25.000

5	Amenaza por tsunamis	
5.1	Retrospección en conceptos de tsunamis.	Sara Moyano y Katherin Basto
5.2	Escenario por tsunamis a nivel mundial, eventos, causas y magnitud de daños.	Valentina Rodríguez y Yessid Zabala
5.3	Escenario tsunamis a nivel nacional, eventos, causas y magnitud de daños.	Sara Moyano y Katherin Basto
5.4	Métodos y metodologías para el cálculo de la amenaza por tsunamis.	Karen Castillo y Ana Quintero
6	Amenaza por incendios forestales	
6.1	Retrospección en conceptos de incendios.	Ana Gonzales y Andrés Padilla
6.2	Escenario por incendios a nivel mundial, eventos, causas y magnitud de daños.	Sara Moyano y Katherin Basto
6.3	Escenario por incendios a nivel nacional, eventos, causas y magnitud de daños.	Sofía Ariza y Johana Rodríguez
6.4	Métodos y metodologías para el cálculo de la amenaza por incendios.	Karen Castillo y Ana Quintero
7	Otras amenazas de tipo climático: Tormentas eléctricas, Tornados, Desecación. Maremotos. Tormentas de arena. Olas de calor. Fenómeno ENOS.	Valentina Rodríguez y Yessid Zabala

3.1.1 Descripción de los subtemas

1. Marco legal y metodologías: Se buscaba identificar las normativas vigentes correspondientes al riesgo de desastres y los tipos de metodología existentes que se puede utilizar en cada caso particular dependiendo del tipo de amenaza que se quiera estudiar.

2. Amenaza por actividad sísmica: Se realiza una retrospección de conceptos de sismología, el escenario sísmico mundial y nacional junto con los métodos y metodologías para el cálculo de estas amenazas.

3. Amenaza por actividad volcánica: Retrospección de conceptos, actividad volcánica más representativa presentada a nivel mundial y nacional, cálculo de amenaza, técnicas de monitoreo y condiciones detonadas por esta actividad.

4. Amenaza por movimientos en masa: Análisis del escenario a nivel mundial y nacional, revisión bibliográfica de un conjunto de información relacionada a los eventos de movimiento en masa, recopilación y creación de una base de datos, análisis multitemporal y morfométrico, metodología para el cálculo de amenaza y afectación de los factores detonantes.

AMENAZA POR MOVIMIENTOS EN MASA A ESCALA 1:25.000

5. Amenaza por inundaciones y avenidas torrenciales: Conceptos básicos, escenario mundial y nacional, cálculo de amenaza y programas para el cálculo de las condiciones hidrológicas e hidráulicas.

6. Amenaza por tsunamis: Factores detonantes, escalas de intensidad, magnitud de daños, sistemas de alerta, medidas de prevención y eventos representativos que han sucedido a nivel mundial y nacional.

7. Amenaza por incendios forestales: Clasificación según elemento combustible y distribución, principales causas, magnitud de daños, escalas, eventos a nivel mundial y nacional, cálculo de amenaza y prevención.

8. Otras amenazas de tipo climático: Análisis de otros fenómenos naturales, formación, representaciones esquemáticas, efectos y prevención.


3.1.2 Protocolo

Este documento sirve como el registro final representativo de cada seminario, ya que documenta todo lo sucedido durante el desarrollo de cada presentación. Incluye las preguntas realizadas, los aportes adicionales hechos durante la discusión y un resumen de lo que cada participante consideró más importante en la sesión. A continuación, se muestra una de las actas documentadas durante el desarrollo del seminario donde se puede observar el nombre del participante, los relatores, el título de la presentación, el resumen del participante y la discusión generada respecto al tema presentado, estos documentos los podemos observar en el (anexo C).

AMENAZA POR MOVIMIENTOS EN MASA A ESCALA 1:25.000

Figura 2

Acta documentada para el seminario de investigación.

INFORME SEMINARIO		Módulo "Seminario Científico"	
Nombre y Apellido: <u>Yessid Cabala</u>		Código Estudiante:	
Seminario "Evaluación de los riesgos geológicos"		Fecha y hora (inicio y fin):	
Título de la presentación: <u>Metodología para MM del SGC a escala 1:10.000 - 1:5000. SGC, 2016.</u>			
Nombre y afiliación de la persona que realiza la presentación: <u>Katherin Basto</u> <u>SARA MOTANO</u>			
Instrucciones:			
<ol style="list-style-type: none"> 1. El anverso de esta hoja se utilizará para su informe sobre el seminario. Debe estar escrito a mano ordenada, en oraciones completas y de una manera comprensible para el examinador. 2. El reverso de esta hoja se utilizará para tomar notas durante el seminario. Pueden ser breves e incompletos y no necesitan ser comprensibles para nadie más que para usted. Use una hoja de papel adicional si necesita más espacio para tomar notas. Las notas manuscritas originales completas (!) deben enviarse con su informe, en cualquier caso. 3. Su informe dará cuenta de su percepción del seminario. Esto incluye la presentación científica real, así como la discusión con la audiencia. El informe cubrirá el contenido científico, así como los aspectos formales de cómo se realizó la presentación y cómo la percibió. Informe explícitamente sus contribuciones durante la discusión. Discutir la presentación con otros estudiantes después del seminario es una buena oportunidad para reflexionar sobre todos los aspectos antes de completar el formulario. 			
Resumen (informe los mensajes clave y las declaraciones básicas de la presentación resumidas en oraciones completas y adecuadas de una manera comprensible y concisa):			
<p><u>según la metodología de la guía es solo para MM, se hace una valoración de riesgo, en pérdidas anuales y la condición del riesgo se mira si mitigable o no y se mira en un análisis de costo beneficio, entonces la elaboración de estudios básicos según la guía se hace 1.5000 para amenaza en zonas urbanas.</u></p> <p>Breve resumen de la discusión (considerar las preguntas que hizo, las preguntas que le hubiera gustado hacer, las preguntas hechas por otros, los puntos planteados que el presentador podría aclarar y las de sus preguntas que quedaron sin respuesta):</p> <p><u>¿Cómo se clasifican, las pérdidas económicas directas e indirectas o en que influyen lo MM? a lo cual se respondió, diciendo que se clasifican en pérdidas económicas físicas y humanas en las cual los MM afectan tanto físicamente como humanamente</u> <u>ej: Daños de una casa, muerte de una persona.</u></p>			
Programa de Geología	Facultad de Físicoquímicas	Página 1	

3.1.3 Finalización

El producto tangible del Seminario de Investigación en Geoamenazas consiste en una serie de información, documentos y conclusiones recopilados a lo largo de su desarrollo. Estos son los resultados finales entregados como el producto concluyente del seminario:

1. El presente documento donde se explica en detalle las bases metodológicas del seminario alemán.

AMENAZA POR MOVIMIENTOS EN MASA A ESCALA 1:25.000

2. Un libro de memorias donde se documentan todos los temas y subtemas organizados por capítulos en el orden en que se desarrollaron las sesiones (Véase Anexo A).

3. Un libro de investigación que documenta el desarrollo, análisis y conclusiones de la línea de investigación “Análisis de la amenaza por movimientos en masa en el municipio de Herveo, Tolima a escala 1:25.000 aplicando la guía metodológica del Servicio Geológico Colombiano del 2017” (Véase Anexo B)

4. 40 presentaciones que fueron la ayuda visual por los relatores durante la exposición de los subtemas. (Véase Anexo C)

3.1.4 Libro de memorias

El libro de memorias "Geoamenazas" recopila las investigaciones realizadas durante el Seminario de Investigación. En él se reflejan los conocimientos y contribuciones de cada participante, los cuales surgieron a partir de sus lecturas, análisis de publicaciones y las discusiones dirigidas por los directores del seminario.

Este libro está dividido en dos núcleos: Marco Legal y Geoamenazas, el segundo a su vez se divide en siete partes con subtemas específicos como se explicó anteriormente, y cada presentación consta de un informe. Este documento está disponible en la escuela de Geología y en la biblioteca de la Universidad Industrial de Santander. A continuación, se muestra en la Figura 3 la portada exterior del libro de memorias.

Figura 3

portada del libro de memorias

**3.1.5 Libro de investigación**

El libro de investigación del seminario se titula “Análisis de la amenaza por movimientos en masa en el municipio de Herveo, Tolima a escala 1:25.000 aplicando la guía metodológica del servicio geológico colombiano del 2017 (SGC, 2017)”. El área de estudio presenta movimientos en masa, los cuales son el resultado de una combinación de factores como la topografía, el clima, el uso inadecuado del suelo y la actividad sísmica. Ubicada en la región andina, esta área experimenta la convergencia de las placas tectónicas de Nazca y Sudamericana generando una serie de fallas notables, como el sistema de fallas de palestina,

AMENAZA POR MOVIMIENTOS EN MASA A ESCALA 1:25.000

así como numerosos lineamientos encontrados en el área (Barrero (2000) citado por Eliana M, 2012).

El estudio tiene como objetivo principal identificar y comprender la susceptibilidad y amenaza en la región. Para lograr esto, se lleva a cabo un análisis geomorfológico, estructural y de las Unidades Geológicas Superficiales (UGS) presentes, evaluando su influencia en la amenaza por movimientos en masa. El libro de investigación recopila los datos recolectados en el campo, los cuales fueron fundamentales para realizar el presente estudio. El desarrollo de este libro se dividió en seis fases: búsqueda de información bibliográfica, seminario de investigación, trabajo de campo, integración de los datos al SIG (sistemas de información geográfica), análisis de resultados y, finalmente, elaboración y entrega del documento final.

Durante este estudio, se llevó a cabo una revisión de la geología estructural local con el fin de confirmar la ubicación de las fallas y lineamientos previamente identificados, así como de registrar nuevas fallas o lineamientos que no estaban documentados en la bibliografía consultada. Estas observaciones se realizaron en el terreno, lo que posibilitó una comprensión más precisa del contexto estructural.

Para abarcar de manera integral toda la zona de estudio, también se llevaron a cabo vuelos con drones para capturar fotografías aéreas. Estas imágenes proporcionaron una perspectiva adicional y detallada del área, contribuyendo así a una mejor comprensión y análisis del entorno geológico y geomorfológico.

Para el tratamiento de la información recolectada y la generación de los mapas correspondientes, se llevó a cabo por medio de un proceso de foto interpretación y análisis de las imágenes capturadas por drones. Estas herramientas permitieron la creación de mapas actualizados. En cuanto a los mapas de cobertura y uso del suelo, se utilizó la información adquirida del portal del Ideam, siguiendo las indicaciones de la guía metodológica para la

AMENAZA POR MOVIMIENTOS EN MASA A ESCALA 1:25.000

zonificación de amenazas por movimientos en masa a escala 1:25000 del Servicio Geológico Colombiano (SGC, 2017), específicamente la metodología Corine Land Cover.

Para analizar el cambio temporal de las coberturas, se emplearon las capas de bosque-no bosque del Ideam, la cual tomo de base las descripciones realizadas por (Valencia Ortiz et al., (2023). Este enfoque permitió observar los cambios en las coberturas entre los años 1990 y 2017. Se identificó una relación entre las coberturas y los usos del suelo con respecto a la ganancia, pérdida y persistencia, así como con el catálogo de movimientos en masa generado por (Castillo V & Quintero, (2023). Se evidenció que las zonas con mayor frecuencia de movimientos en masa coinciden con áreas que han experimentado una pérdida significativa de cobertura vegetal, la cual también podría estar asociada a prácticas inadecuadas de manejo del suelo.

Asimismo, se procedió a evaluar la susceptibilidad del área de estudio mediante el análisis de los mapas previamente elaborados y siguiendo la metodología del Sgc del 2017. Se realizó un tratamiento de datos utilizando los pesos de evidencia a partir del procesamiento de las variables geomorfología, Unidades Geológicas Superficiales (UGS), coberturas de suelo, curvatura y el catálogo de movimientos en masa. Donde las variables se dividieron en clases y por medio de los cálculos estadísticos se hallaron los pesos positivos ($w+$), negativo ($w-$) y final (Wf). Posteriormente, se llevó a cabo el cálculo de susceptibilidad mediante la aplicación de la ecuación del Índice de Susceptibilidad a Deslizamientos (LSI), lo que condujo a la creación de un nuevo mapa. Este mapa fue reclasificado en 100 percentiles y, al realizar los cálculos junto con la variable de movimientos en masa, se procedió a realizar la curva de éxito y calcular el área bajo la curva, resultando en un ajuste del 88%, siendo este un porcentaje aceptable para realizar la categorización de susceptibilidad por deslizamientos según los rangos establecidos por el (SGC, 2017) en nuestra área de estudio. Este mapa se clasifico en tres niveles de susceptibilidad: alta, media y baja. Se observó que las áreas de alta susceptibilidad

AMENAZA POR MOVIMIENTOS EN MASA A ESCALA 1:25.000

son donde se encuentran más movimientos en masa, especialmente en geoformas estructurales con material muy fracturado y geoformas denudacionales en zonas con roca de calidad media o baja. En las zonas de susceptibilidad media y baja, si no se manejan adecuadamente los suelos, esta susceptibilidad puede aumentar y convertirse en alta.

En este proyecto también se analizaron los factores detonante lluvia y sísmica con ayuda de los resultados de la tesis de (Gonzalez Y & Padilla G, 2023). Para el análisis del detonante lluvia se utilizaron 9 estaciones meteorológicas con las cuales se calcularon los valores de precipitaciones máximas diarias para varios periodos de retorno calculándose con una distribución de Gumbel tipo 1 (Gonzalez Y & Padilla G, 2023) y para este análisis se tomaron los valores de precipitaciones máximas del periodo de retorno de 25 años según él (SGC, 2013), donde estos valores se interpolaron por el método IDW y los resultados se reclasificaron en 5 rangos dando así el factor detonante lluvia necesario para realizar la amenaza.

Para el análisis del factor sismo se evaluaron los valores de Peak Ground Acceleration (PGA) descritos en el Modelo Nacional de Amenaza Sísmica para un período de retorno de 475 años (SGC (2010) citado por Gonzalez Y & Padilla G, 2023) en la zona de estudio, para el cual se ha asignado un valor 150-200 cm/s^2 obteniendo así una calificación 3 dándonos así el factor sísmico de la zona de estudio.

La zona de estudio fue clasificada en cuatro categorías de amenaza: muy alta, alta, media y baja. Se observó que las áreas con amenaza muy alta y alta muestran una susceptibilidad elevada a los movimientos en masa, con una alta incidencia de estos eventos en dichas categorías. Esta región se caracteriza por ser susceptible a la actividad sísmica, debido a la actividad tectónica y la proximidad de los volcanes Nevado del Ruiz y Cerro Bravo. Estas condiciones, sumadas a las altas precipitaciones entre 1400 a 2400mm promedio anual

AMENAZA POR MOVIMIENTOS EN MASA A ESCALA 1:25.000

(Consejo municipal de gestión del riesgo de desastres (CMGRD), 2021), contribuyen a generar niveles de amenaza altos y muy altos.

En estas zonas, se pueden observar geoformas volcánicas como flujos laharicos, así como geoformas de tipo estructural como: espolones, laderas estructurales y contrapendientes las cuales están asociadas al sistema de fallas de Palestina y a los lineamientos encontrados. También se presentan geoformas denudativas como laderas onduladas y erosivas. Estas características se encuentran sobre rocas de mala y moderada calidad, tales como esquistos del complejo Cajamarca y tonalitas y anfibolitas del intrusivo gnéisico de Padua.

En cuanto a las coberturas, se encuentran bosques de galería y ripiario, mosaicos de cultivos y pastos limpios, con diferentes usos del suelo como sistemas combinados de agricultura y ganadería, así como áreas destinadas a la protección y producción. El manejo antrópico de estos suelos puede influir significativamente en la amenaza, aumentándola o disminuyéndola según el tipo de prácticas adoptadas.

Aunque no podemos pasar por alto la presencia de una cantidad considerable de movimientos en masa en la zona de amenaza media, esto se debe en gran parte a los factores mencionados previamente. Sin embargo, en estas áreas, las condiciones son menos propicias a generar movimientos en masa, dado que las rocas poseen una calidad que va desde buena hasta muy buena. Además, las coberturas y el uso del suelo también ejercen un impacto notable en este entorno.

3.1.6 Presentaciones

Las presentaciones sirven como herramienta didáctica utilizada durante las sesiones para abordar el tema de manera fluida y captar la atención de todos los participantes y asistentes. Se destacan por la especial importancia que se otorga a las imágenes y tablas, mientras que el texto se utiliza como complemento de estas. Las figuras 4 y 5 son ejemplo de

AMENAZA POR MOVIMIENTOS EN MASA A ESCALA 1:25.000

las diapositivas usadas durante el desarrollo del seminario. Este material fue elaborado con el programa Microsoft PowerPoint y está estructurado de la siguiente manera:

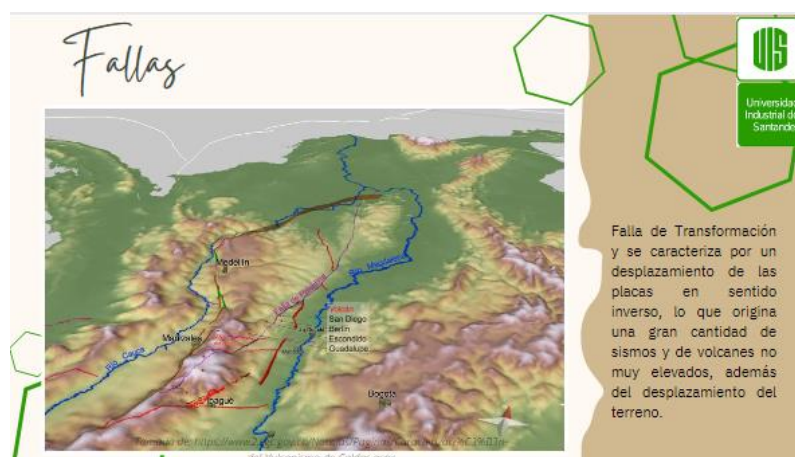
1. Presentación de la sesión del seminario correspondiente
2. Contenido de la sesión
3. Desarrollo del tema
4. Bibliografía

Figura 4

Primer ejemplo de presentaciones para el seminario de investigación

**Figura 5**

Segundo ejemplo de presentaciones para el seminario de investigación



4. Conclusiones

El seminario de investigación no solo enriquece el conocimiento académico, sino que también fomenta el crecimiento personal y profesional de los estudiantes. Como metodología de trabajo de grado en la Universidad Industrial de Santander permite una inmersión profunda en temas específicos, como las geoamenazas. Además de esto, facilita el desarrollo de habilidades de investigación entre los estudiantes y mejora su capacidad para expresar opiniones y participar en debates críticos con otros compañeros y profesionales. Este enfoque también facilita la transición de los estudiantes al mundo profesional al brindarles oportunidades de interactuar tanto académica como socialmente con individuos con experiencia en áreas de investigación relevantes.

La metodología empleada en el seminario alemán desempeñó un papel fundamental en la recopilación de información sobre las diversas geoamenazas presentes al momento de analizar los movimientos en masa en esta zona de estudio. Además de ello, se destacan los valiosos aportes realizados por el director, el codirector y los demás participantes del seminario de investigación, los cuales fueron cruciales para garantizar la entrega adecuada de los productos finales. Estos productos incluyen el libro de memorias, Presentaciones, los mapas y el libro de la tesis de investigación presentado por los autores.

El seminario proporcionó valiosos aportes e insumos que fueron fundamentales para el proyecto de investigación. Utilizando el método bivariado descrito en la guía metodológica del Servicio Geológico Colombiano (SGC, 2017), se pudo obtener el mapa de susceptibilidad por movimientos en masa a escala 1:25.000 para la zona de estudio en Herveo, Tolima. En dicho mapa, se presentan 3 categorías como lo son la zona alta para la parte central en las veredas: La Divisa, La Pradera, El Frutillo, El Doce, Capiro y a los alrededores del municipio de Herveo con la mayor cantidad de movimientos en masa encontrados en la zona estudio y con un área de 3152 ha, la zona media repartida en la parte Sur, Norte y Este de la zona, en las cercanías a

AMENAZA POR MOVIMIENTOS EN MASA A ESCALA 1:25.000

las veredas: Delgaditas, La Leonera, El Arenillo y Contrabando con una cantidad considerable de movimientos en masa, con un área afectada de 11007 ha y la zona baja también repartida en el Norte, Noroeste, Sur-Oeste y Sur-Este de la zona de estudio en las cercanías a las veredas: Mesones, La Sital, Curubita, San Marcos y El Angulo con poca cantidad de movimientos en masa la cual abarca un área de 7459 ha.

El semanario de investigación contribuyó al estudio de amenazas en la zona, la cuales se definieron en cuatro categorías de amenazas por movimientos en masa. Esta clasificación se basó en la correlación de los factores detonantes (sismos y lluvias). La amenaza muy alta abarca el 15.3% del área de estudio (3305.17 ha), presentando geoformas volcánicas como flujos laharicos aterrazados y geoformas estructurales como espolones y facetas triangulares asociadas a las fallas La Leonera, Cajones y Palestina junto con lineamientos como L. Aguacatal 1,2 y 3, L. Los Eucaliptos 1,2,3 y 4, L. Frutillo, L. El Jordán y L. Cerro Bravo, sobre rocas de mala calidad anfibolitas y tonalitas del intrusivo neisico de Padua, rocas de mala calidad cuarcitas del complejo Cajamarca. La amenaza alta ocupó el 28.1% del área de estudio (6073.15 ha), presentando geoformas como laderas contrapendiente y laderas estructurales, con una gran inclinación que vas desde abrupta hasta moderadamente abrupta. Además, se encuentran ganchos de flexión, espolones y espolones facetados esto debido a las fallas La Leonera. Cajones y la falla Palestina junto con el lineamiento La Florida, sobre rocas de moderada calidad, como esquistos del complejo Cajamarca, anfibolitas y tonalitas del intrusivo neisico de Padua, también en rocas de mala calidad tonalitas del intrusivo neisico de Padua, y cuarcitas del complejo Cajamarca. La zona de amenaza media cubrió el 39.6% del área de estudio (8552.75 ha), presentando geoformas volcánicas con pendientes que van desde abruptas hasta moderadamente abruptas, como flujos de lava. Además, también se encuentra en geoformas denudacionales con pendientes inclinadas a moderadamente abruptas, como laderas onduladas, laderas erosivas y lomos denudados, también se encuentran geoformas como

AMENAZA POR MOVIMIENTOS EN MASA A ESCALA 1:25.000

laderas contrapendiente, estructurales, espolones y espolones faceteados, con pendientes moderadamente abruptas asociadas a las fallas La Leonera, Cajones y la Palestina junto con lineamientos como La Florida encontrados en la zona. Por último, la zona de amenaza baja, que abarcaba el 17% del área de estudio (3685.19 ha), Presentando geoformas volcánicas, como los flujos de lava en bloque, con pendientes moderadamente abruptas, geoformas denudativas como lomos denudados, laderas onduladas, cerros remanentes y colinas remanentes, con pendientes que van desde inclinadas hasta moderadamente abruptas, sobre rocas de buena calidad andesitas y rocas de moderada calidad del stock de Manizales.

Para todas las clasificaciones de amenaza se consideró el factor detonante lluvia donde se tomaron las lluvias máximas diarias de 24 horas para un periodo de retorno de 25 años calculándose con una distribución de Gumbel (Gonzalez Y & Padilla G, 2023), Estos resultados se interpolaron por el método IDW generándonos 5 rangos como factor detonante lluvia y también se consideró la actividad sísmica evaluando los valores de aceleración pico del suelo (PGA) donde su valor asignado fue de 150-200 cm/s^2 (Fonseca et al., (2014) citado por Gonzalez Y & Padilla G, 2023).

5. Recomendaciones

- Principalmente se recomienda aumentar la difusión, propagación y publicación de información relacionada a las diferentes geoamenazas tanto nacionales como internacionales, logrando así, incentivar a los estudiantes en su proceso de desarrollo cognitivo.
- Se sugiere incentivar a los estudiantes a aprovechar la modalidad de seminario para su trabajo de grado, con el fin de fortalecer su capacidad de pensamiento crítico, trabajo en equipo y habilidades para debatir sobre temas relevantes en nuestro país.
- Con respecto al análisis de amenaza presente en la zona de estudio cabe aclarar que los resultados no se presentan como un modelo definitivo, sino como una recopilación con el fin de actualizar estudios realizados anteriormente en la zona, es recomendable que se siga con el proceso de construcción de estudios para que siempre estén actualizados con respecto a estas amenazas.

Referencias Bibliográficas

Caicedo F, Palmera S, Plata D, & Rojas A. (2014). Seminario de investigación "Análisis de la geología regional del macizo de santander". Bucaramanga.

Castillo V, K. L., & Quintero, P. A. (2023). Trabajo de investigación para el análisis multitemporal de los movimientos en masa. B/manga.

El seminario de investigación como modalidad para el desarrollo de Trabajos de grado en la UIS. (2022). Obtenido de <https://racionalidadltda.wordpress.com/2022/02/17/el-seminario-de-investigacion-como-modalidad-para-el-desarrollo-de-trabajos-de-grado-en-la-uis/>

Gonzalez Y, A. G., & Padilla G, A. F. (2023). Cálculo de la probabilidad temporal de las precipitaciones y relación temporal-espacial de la. B/manga .

Lineamientos para el seminario de investigación como modalidad para el desarrollo del trabajo de grado UIS. (2007). Obtenido de https://uis.edu.co/wp-content/uploads/2022/05/Jul2_trabajos_grado_doc3.pdf

SGC (2010) citado por Gonzalez Y, A. G., & Padilla G, A. F. (2023). Cálculo de la probabilidad temporal de las precipitaciones y relación temporal-espacial de la. B/manga.

SGC. (2013). Servicio geológico colombiano . Obtenido de <https://libros.sgc.gov.co/index.php/editorial/search/search?query=amenaza>

SGC. (2017). Guía Metodológica para la zonificación de amenaza por movimientos en masa, escala 1:25.000. Obtenido de [https://www2.sgc.gov.co/Archivos/GM\(2017\).pdf](https://www2.sgc.gov.co/Archivos/GM(2017).pdf)

Valencia , J., Martinez, A., & Mejia, L. (2023). Evaluation of Susceptibility by Mass Movements through Stochastic and Statistical Methods for a Region of Bucaramanga, Colombia. remote sensing .