



**Zonificación de amenazas de origen natural en el municipio de Quipile,
Cundinamarca**

Camila Alejandra Canchón Triana

11792125494

Universidad Antonio Nariño

Especialización en Sistemas de Información Geográfica

Facultad de Ingeniería Ambiental y Civil

Bogotá D.C., Colombia

2024

**Zonificación de amenazas de origen natural en el municipio de Quipile,
Cundinamarca**

Camila Alejandra Canchón Triana

Proyecto de grado presentado como requisito parcial para optar al título de:

Especialista en Sistemas de Información Geográfica

Director:

Andrés Felipe Carvajal Vanegas, Dr.

Universidad Antonio Nariño

Especialización en Sistemas de Información Geográfica

Facultad de Ingeniería Ambiental y Civil

Bogotá D.C., Colombia

2024

Contenido

	Pág.
Resumen.....	13
Abstract.....	14
Introducción	15
Marco Teórico y Estado del Conocimiento	17
Objetivos.....	25
Metodología	26
Resultados y Discusión.....	29
Conclusiones.....	52
Anexos	53
Referencias Bibliográficas	54

Lista de Figuras

	Pág.
Figura 1. Formulación de gestión de riesgos.....	17
Figura 2. Diagrama Conceptual de la investigación.....	20
Figura 3. Orígenes Magna	23
Figura 4. Características del sistema de coordenadas Origen Magna Bogotá.....	24
Figura 5. Localización General del municipio de Quipile, Cundinamarca	28
Figura 6. Amenaza Sísmica del municipio de Quipile, Cundinamarca.....	32
Figura 7. Amenaza Cerámica del municipio de Quipile, Cundinamarca	34
Figura 8. Amenaza Inundación del municipio de Quipile, Cundinamarca	36
Figura 9. Mapa amenaza de inundación total de la cuenca del río Seco y otros directos al Magdalena	37
Figura 10. Amenaza Incendios forestales del municipio de Quipile, Cundinamarca	39
Figura 11. Mapa amenaza de incendios forestales total de la cuenca del río Bogotá	40
Figura 12. Mapa amenaza de incendios forestales total de la cuenca del río Seco y otros directos al Magdalena.....	41
Figura 13. Amenaza Movimiento en masa del municipio de Quipile, Cundinamarca.....	43
Figura 14. Mapa amenaza de movimiento en masa total de la cuenca del río Seco y otros directos al Magdalena.....	45
Figura 15. Mapa amenaza de movimiento en masa total de la cuenca del río Bogotá.....	46
Figura 16. Amenaza Erosión del municipio de Quipile, Cundinamarca	47
Figura 17. Amenaza Vendavales del municipio de Quipile, Cundinamarca.....	49
Figura 18. Zonificación de Amenazas Naturales del municipio de Quipile, Cundinamarca	50

Lista de Tablas

	Pág.
Tabla 1. Análisis de zonificación final de amenazas naturales (cruce de mapas)	27
Tabla 2. Variables identificadas y procesamiento de las mismas.....	29
Tabla 3. Categoría de amenaza Sísmica en el municipio de Quipile, Cundinamarca	31
Tabla 4. Clasificación de niveles ceráunico	33
Tabla 5. Amenaza Ceráunica.....	33
Tabla 6. Amenaza Inundación	35
Tabla 7. Consolidado de atención de emergencia por incendios forestales de la UNGRD .	38
Tabla 8. Amenaza Incendios forestales	39
Tabla 9. Amenaza Movimiento en Masa.....	42
Tabla 10. Consolidado de atención de emergencia por movimiento en masa de la UNGRD	42
Tabla 11. Amenaza Erosión.....	46
Tabla 12. Amenaza Vendavales	48
Tabla 13. Zonificación de Amenazas Naturales	49

Resumen

El presente trabajo de grado tuvo como objetivo principal la zonificación de las amenazas de origen natural en el municipio de Quipile, Cundinamarca. Para lograr esto, se establecieron objetivos específicos, que incluyen la identificación de variables y el análisis espaciales para la zonificación de las amenazas. La metodología utilizada involucró diversas fuentes y protocolos reconocidos, como mapas de zonificación sísmica y Cerámica de Colombia, guías metodológicas del IDEAM para inundaciones, incendios forestales, movimientos en masa, erosión y vendavales.

Los resultados obtenidos revelan que Quipile enfrenta diferentes niveles de amenazas naturales. Destacan una amenaza sísmica media, una amenaza cerámica muy alta y una amenaza de inundaciones baja en la mayoría del territorio. Además, se identifica una alta amenaza de incendios forestales, movimientos en masa y vendavales, así como una amenaza de erosión media en el 82% del municipio. La zonificación general de amenazas naturales indica que Quipile se encuentra en una categoría de riesgo que varía entre alta (52%) y muy alta (48%).

Estos resultados tienen implicaciones significativas para la gestión del riesgo y la planificación del desarrollo en Quipile. La implementación de Sistemas de Información Geográfica (SIG) ha sido esencial para la recopilación, análisis y visualización de datos espaciales, permitiendo una evaluación detallada de las amenazas. Este enfoque basado en SIG ofrece una base científica para la toma de decisiones en la gestión del riesgo, facilitando la formulación de estrategias de mitigación y adaptación específicas a las amenazas identificadas en el municipio.

Palabras clave: Amenazas, Quipile – Cundinamarca, Gestión del riesgo, SIG, Zonificación.

Abstract

The main objective of this project was the zonification of natural hazards in the municipality of Quipile, Cundinamarca. To achieve this, specific objectives were established, including the identification of variables and spatial analysis for hazards zonification. The methodology involved various recognized sources and protocols, such as seismic and Cerámica zoning maps of Colombia, IDEAM methodological guides for floods, forest fires, mass movements, erosion, and storms.

The results reveal that Quipile faces different levels of natural hazards. There is a medium seismic hazard, a very high Cerámica hazard, and a low flood hazard in most of the territory. Additionally, there is a high hazard of forest fires, mass movements, and storms, along with a medium erosion hazard covering 82% of the municipality. The overall zoning of natural hazard indicates that Quipile falls into a risk category ranging from high (52%) to very high (48%).

These findings have significant implications for risk management and development planning in Quipile. The implementation of Geographic Information Systems (GIS) has been essential for the collection, analysis, and visualization of spatial data, enabling a detailed assessment of hazard. This GIS-based approach provides a scientific foundation for decision-making in risk management, facilitating the formulation of mitigation and adaptation strategies specific to the identified hazard in the municipality.

Keywords: Hazard, Quipile – Cundinamarca, Risk management, GIS, Zonification.

Introducción

Las amenazas naturales son acontecimientos que se producen de forma natural y que se convierten en desastres cuando provocan grandes víctimas, pérdidas materiales y económicas que impiden el desarrollo social y económico (Cui et al., 2021). Los peligros naturales ocurren en todo el mundo y con frecuencia. Comprender y modelar las amenazas naturales es cada vez más crucial a medida que el clima cambia, la población humana crece y las sociedades se urbanizan e interconectan más. Esta necesidad se reconoce en el Marco de Sendai para la Reducción del Riesgo de Desastres 2015-2030, que subraya la importancia de prepararse para las catástrofes a las que el mundo pueda enfrentarse en el futuro a través de estrategias y políticas destinadas a minimizar el desarrollo incontrolado en zonas peligrosas (Cremen et al., 2022). Como disciplina, la ciencia de las amenazas naturales y el riesgo de catástrofes tiene como objetivo explicar el patrón espacio-temporal de los peligros naturales a través de un enfoque multidisciplinar e interdisciplinar (Cui et al., 2021).

Los softwares GIS proporcionan modelos multidimensionales como un modelo de análisis de criterios múltiples que se utiliza para medir el riesgo de las catástrofes (Abbas et al., 2022). A través de métodos geoespaciales se recolecta diferente información ambiental que permite zonificar espacialmente las amenazas.

El Sistema Nacional de Gestión del Riesgo de Desastres, establece la gestión del riesgo de desastres como un proceso social utilizado para el planeamiento, ejecución, seguimiento y evaluación de los instrumentos empleados para el conocimiento, reducción del riesgo y manejo de desastres, con el fin de atribuir seguridad, bienestar y calidad de vida, así como el cumplimiento de los objetivos de desarrollo sostenible. Lo anterior reglamentado

mediante la Ley 1523 de abril 24 de 2012 (Ministerio del interior República de Colombia, 2012).

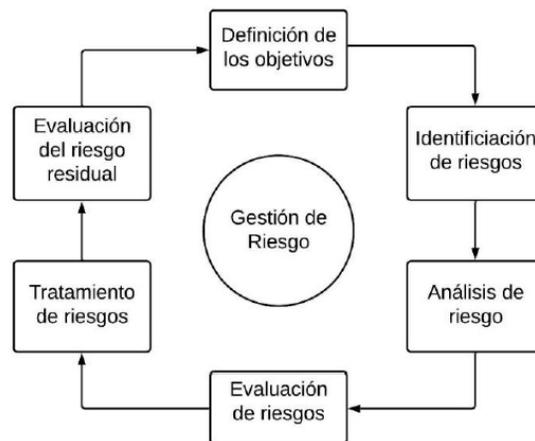
La gestión del riesgo se compone de una política de desarrollo, que tiene como finalidad aportar seguridad, sostenibilidad, derechos y beneficios colectivos, mejorando así la calidad de vida de las poblaciones expuestas al riesgo, por lo tanto, está asociado con la formulación del desarrollo seguro, la gestión ambiental y la estrategias de participación de la comunidad (Ministerio del interior República de Colombia, 2012). Por lo tanto, conocer las amenazas naturales a las que está expuesta el municipio de Quipile en el departamento de Cundinamarca, podrá contribuir al desarrollo de esta ciudad.

En consecuencia, el objetivo principal de este estudio fue zonificar las amenazas naturales del municipio de Quipile, Cundinamarca a través de un análisis espacial de las variables previamente establecidas.

Marco Teórico y Estado del Conocimiento

La formulación del Plan de Gestión del Riesgo de Desastres cuenta con tres fases: el conocimiento del riesgo, la reducción del riesgo y el manejo de desastres, en donde la fase del conocimiento del riesgo hace referencia a la caracterización de las actividades, de elementos expuestos y/o vulnerables, la valoración del riesgo (identificación del riesgo, análisis del riesgo, evaluación del riesgo) y el monitoreo del riesgo (**Figura 1**).

Figura 1. Formulación de gestión de riesgos



Fuente: (Morano et al., n.d.)

Teniendo en cuenta lo anterior el riesgo es definido como los deterioros, daños y/o pérdidas de una sociedad, causados por un fenómeno determinado el cual puede ser de origen natural tecnológico o antrópico. El riesgo está compuesto de dos elementos: la amenaza y la vulnerabilidad (ARISTIZABAL & HEMELIN, 2011).

La amenaza es la probabilidad de que el fenómeno físico ocurra y a su vez que se manifieste en un sitio y periodo de tiempo específico (Maskrey & Cardona, 1993). El evento puede ser presentado con tal severidad que logra ocasionar lesiones, impactos en la salud, pérdida de bienes e infraestructura, hasta la muerte de personas (SGC & UNAL, 2016).

Como se mencionó anteriormente, la amenaza puede tener varios orígenes, uno de ellos son los provenientes de la naturaleza, tales como volcanes, sequías, terremotos, inundaciones, huracanes, tsunamis, derrumbes, desertificación y epidemias (Cardona O., 2001). Estudios revelan que en los últimos años las pérdidas causadas por desastres han aumentado a más de 100.000 millones de dólares (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura, 2020).

A continuación, se mencionan algunos de los fenómenos naturales presentados con mayor frecuencia.

- Sismos: son causados por movimientos bruscos producidos entre fragmentos de la corteza terrestre, lo que provoca grandes cantidades de energía (Dirección de Desarrollo Territorial & Ministerio de Ambiente Vivienda y Desarrollo Territorial, 2005). La amenaza sísmica representa la severidad y la frecuencia de ocurrencia de un sismo en un sitio determinado.
- Ceráunica: corresponde al número de veces en el año que se manifiestan eventos ceráunicos (rayos y truenos); en donde un trueno es la emisión acústica asociada a un rayo descargado (Bodhika, 2019). Es importante mencionar que los niveles ceráunicos (bajo, medio, alto, muy alto) se suelen plasmar en mapas isoceráunicos (curvas de igual nivel ceráunico).
- Inundaciones: son procesos de acumulación temporal de agua (resultado de lluvias intensas o continuas) fuera de los cauces y áreas de las redes de drenajes, las cuales pueden ser naturales o construidas; generalmente las áreas de acumulación son relativamente planas y se encuentran en zonas aledañas a las riberas (Pallathadka et al., 2022).

- Incendios Forestales: es el fuego que se propaga, sin control sobre una cobertura vegetal (IDEAM, 2011), consumiendo así materia vegetal en áreas rurales. Es importante mencionar que los incendios forestales son ocasionados en un 95% por acciones humanas; un clima cambiante, los efectos del uso del suelo y la invasión anual de pastos han contribuido a altas cargas de combustible, y consigo temporadas de incendios más prolongadas (Wollstein et al., 2022).
- Movimientos en Masa: son desplazamientos de masas de tierra y/o rocas por una pendiente de forma inesperada o tardía (Dirección de Desarrollo Territorial & Ministerio de Ambiente Vivienda y Desarrollo Territorial, 2005).
- Erosión: es un fenómeno natural que causa la degradación del suelo y curva la superficie del suelo lejos de las fuerzas físicas naturales (Wang et al., 2022). Este desgaste o destrucción es producido en la superficie de un cuerpo por la fricción continua o violenta de otro, los cuales pueden ser el agua o el viento (IDEAM et al., 2015).
- Vendavales: es la presión atmosférica ejercida por el propio peso del aire sobre la superficie terrestre al estar sometido a la fuerza de gravedad de la tierra (Civil, n.d.). Este fenómeno está relacionado con el viento que va en una única dirección y que puede alcanzar entre 50 a 70 km/h, y que a su vez tiene un tiempo de vida muy corto (minutos), logrando así recorrer varios kilómetros. Este igualmente tiene relación con aguaceros fuertes que aparecen de manera inesperada y surgen tras el choque de dos masas de temperaturas diferentes, es decir, un frente caliente y otro frío (Hueso et al., 2022).

Por otro lado, la vulnerabilidad se define como la susceptibilidad o fragilidad que tiene una comunidad de ser afectada o de sufrir pérdidas materiales, monetarias y humanas, en caso de que un evento amenazante se presente (UNGRD, 2017).

La Comisión de Ordenamiento Territorial – COT, al ser el un organismo de carácter técnico asesor que tiene como función evaluar, revisar y sugerir la adopción de políticas, desarrollos legislativos y criterios para la mejor organización del estado en el territorio (Ley 1454 De 2011, 2011); debería tener en cuenta la zonificación de amenazas naturales para la planificación y gestión de las entidades territoriales las cuales tienen como objetivo orientar y administrar el desarrollo físico del territorio y el uso del suelo, ejecutadas por los municipios y/o distritos (DNP, 2015). El ordenamiento territorial incluye principalmente a los grupos sociales, ya que es en el territorio donde tienen lugar sus actividades cotidianas, ya sean: asentamientos humanos, actividades productivas, protección de los recursos naturales, entre otras (Montes Lira & United Nations. Economic Commission for Latin America and the Caribbean. Environment and Human Settlements Division., 2001).

En la **Figura 2** se relaciona el diagrama conceptual de la presente investigación

Figura 2. Diagrama Conceptual de la investigación



Fuente: Propia, 2022

A continuación, se pueden observar las investigaciones realizadas a nivel internacional y nacional.

- Internacional

Como es de esperarse, la gestión del riesgo en muchos países es de gran importancia por lo que se han adelantado varios estudios encaminados al ordenamiento territorial. Un ejemplo claro es en Portoviejo, Ecuador, en donde se buscó demostrar como la utilización de la técnica de zonificación en la planificación urbana podía contribuir a la recuperación de los sistemas de gestión turística y comercial en la ciudad afectada por desastres naturales (Mendoza Montesdeoca & Alcívar Cabrera, 2020).

Igualmente en Costa Rica, en donde la zonificación de amenaza por inundación se presenta como una herramienta para orientar el ordenamiento territorial y así reducir los constantes desastres causados (Castillo, Gustavo & Vargas, 2011).

Por otro lado, en Barcelona se generó una metodología de análisis y planificación territorial sobre el riesgo natural de los aludes, exponiendo el caso particular de la vertiente de l'Armiana de Canillo a Andorra; allí básicamente se realizó un análisis y caracterización del fenómeno nombrado anteriormente para luego usarlo como instrumento para el ordenamiento territorial (Janeras & Furdada, 2000).

- Nacional

El Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial, en cabeza de la Dirección de Desarrollo Territorial y con apoyo del Departamento Nacional de Planeación, expidieron en el 2005 una guía metodológica que tiene como objetivo dar a conocer las herramientas básicas para incorporar de una forma técnica y adecuada, la Prevención y Reducción de Riesgos en los procesos de Ordenamiento Territorial, Planes de Desarrollo y de Planificación

Regional y Sectorial (Dirección de Desarrollo Territorial & Ministerio de Ambiente Vivienda y Desarrollo Territorial, 2005).

En el año 2011 ARISTIZABAL & HEMELIN, 2011, realizaron una propuesta de zonificación del suelo para la gestión del riesgo enfocada al ordenamiento territorial, que tiene como objetivo ofrecer una herramienta práctica para los profesionales que intervienen en el ordenamiento territorial, sin necesidad de entender en detalle los mapas de susceptibilidad y amenaza elaborados por otros profesionales.

En paralelo con la propuesta anterior, el congreso de Colombia publicó la Ley 1454 De 2011, 2011 en donde se busca la organización político administrativa del territorio colombiano y sustentan la gestión del riesgo de desastres como un elemento de gran importancia (Calderon Ramirez & Frey, 2017).

Seguido de esto, el MINAMBIENTE (2014) expidió la Guía Técnica para la Formulación de los Planes de Ordenación y Manejo de Cuencas Hidrográficas, en donde su principal objetivo es establecer criterios, procedimientos y metodologías a tener en cuenta en las diferentes fases de formulación de los planes de ordenamiento y manejo de cuencas hidrográficas (POMCA).

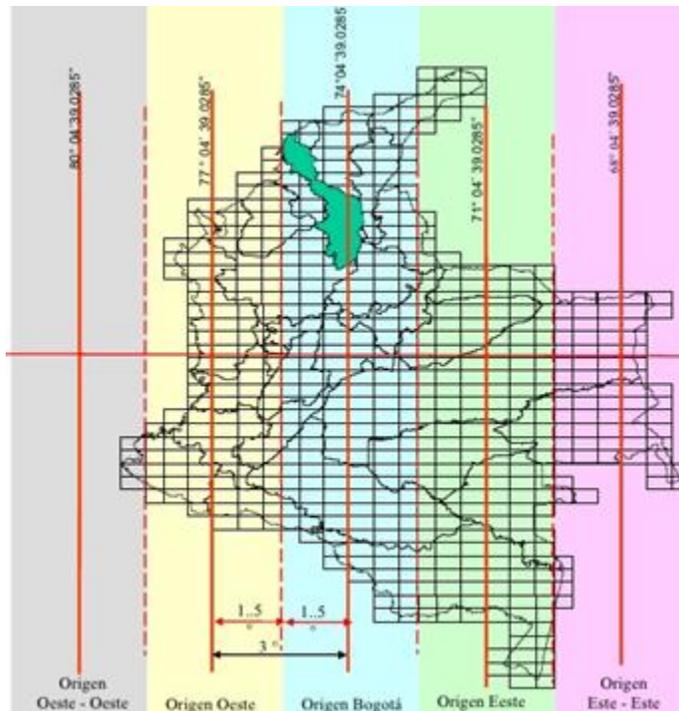
Para el año 2014, se publicó un artículo, en donde se menciona la gran importancia de anticiparse a la probabilidad de ocurrencia de eventos amenazantes, para así asegurar el mejoramiento de calidad de vida el bienestar de la población (Trujillo, 2014). Lo que hace tan importante realizar el análisis de zonificación de amenazas naturales en un lugar específico.

Es importante mencionar que para llevar a cabo la zonificación de amenazas naturales se debe utilizar un sistema que permita realizar el análisis, administración y representación de datos espaciales, esto se puede alcanzar con los sistemas de información geográfica (Sarr,

n.d.), los cuales son la unión de información digital y programas informáticos, en donde esta trae consigo una ubicación espacial utilizando un sistema de coordenadas específico con proyección UTM lo que se conoce como georreferenciación (Sarr, n.d.). el sistema de proyección Universal de Mercator - UTM fue adoptado en 1940 en Estados Unidos con el fin de unificar el uso de una proyección para la cartografía. En esta se consigue disminuir la distorsión de escala, ya que, se usa un cilindro secante para la proyección (Espigao, 2016).

Según el Instituto Geográfico Agustín Codazzi, 2023, para Colombia se maneja la proyección Gauss-Krüger con cinco orígenes, los cuales son origen Magna Bogotá, origen Magna Este, origen Magna Este Este, origen Magna Oeste y origen Magna Oeste Oeste. Estos se utilizan de acuerdo con la ubicación geográfica, esto se puede observar en la **Figura 3**.

Figura 3. Orígenes Magna



Fuente: Instituto Geográfico Agustín Codazzi, 2023

Según la **Figura 3** para el presente documento se utiliza el sistema de coordenadas llamado “Origen Magna Bogotá”, ya que, el municipio de Quipile se encuentra dentro de la franja azul, departamento de Cundinamarca. En la **Figura 4** se presentan las características de este sistema de proyección

Figura 4. Características del sistema de coordenadas Origen Magna Bogotá

```
MAGNA_Colombia_Bogota  
WKID: 3116 Authority: EPSG  
  
Projection: Transverse_Mercator  
False_Easting: 1000000,0  
False_Northing: 1000000,0  
Central_Meridian: -74,07750791666666  
Scale_Factor: 1,0  
Latitude_Of_Origin: 4,596200416666666  
Linear Unit: Meter (1,0)
```

Fuente: ArcMap 1.8, 2023

Objetivos

- Objetivo General

Zonificar las amenazas naturales del municipio de Quipile, Cundinamarca

- Objetivos Específicos
 - Identificar las variables espaciales necesarias para la zonificación de las amenazas naturales presentes en el municipio de Quipile, Cundinamarca
 - Realizar el análisis espacial para la zonificación de las amenazas naturales del municipio de Quipile, Cundinamarca

Metodología

Para llevar a cabo la identificación de las variables necesarias para la zonificación de amenazas naturales, inicialmente se realizó una búsqueda de las metodologías a implementar. A continuación, se listan dichas metodologías o insumos para la identificación y clasificación de amenazas en el municipio de Quipile

- Sismos: para la determinación del nivel de amenaza sísmica, se utilizó el mapa de zonificación sísmica de Colombia.
- Cerámica: la clasificación del nivel cerámico se determinó a partir del mapa de amenaza de iso-noveles cerámicos para Colombia.
- Inundaciones: para llevar a cabo la clasificación de amenaza por inundaciones se utilizó la Guía Metodológica para la Elaboración de Mapas de Inundación emitida por el (IDEAM, 2017), igualmente se tomó como referencia el documento del (IDEAM, 2001) titulado “Geomorfología y Susceptibilidad a la Inundación del Valle Fluvial del Magdalena”.
- Incendios Forestales: el mapa de este fenómeno se realizó con base en el “Protocolo para la Realización de Mapas de Zonificación de Riesgos a Incendios de la Cobertura vegetal” emitida por el (IDEAM, 2011).
- Movimiento en Masa: la clasificación y elaboración del mapa de movimiento en masa se realizó con base a la Guía Metodológica para la Zonificación de Amenaza por Movimiento en Masa, emitido por el (SGC, 2017), y la Guía Metodológica para la Zonificación de Susceptibilidad General del Terreno a los Movimientos en Masa elaborado por el (IDEAM, 2012).

- Erosión: para la determinación y generación del mapa de amenaza por erosión se utilizó el Protocolo para la Identificación y Evaluación de la Degradación de Suelos por Erosión, emitido por el (IDEAM et al., 2015).
- Vendavales: la generación del mapa de amenaza por vendaval se fundamentó en cuatro variables, velocidad media y máxima del viento, pendientes y coberturas. En donde se llevó a cabo una clasificación de cada una de las variables mencionadas y se determinó el grado de amenaza.

Finalmente, se realizó la zonificación final de amenazas naturales del municipio de Quipile, mediante el cruce de los mapas de amenaza generados y se otorgó la clasificación más alta a cada una de las unidades cartográficas tal como se muestra en la **Tabla 1**.

Tabla 1. Análisis de zonificación final de amenazas naturales (cruce de mapas)

		Amenaza Natural*				
		Muy Baja	Baja	Media	Alta	Muy Alta
Amenaza Natural*	Muy Baja	Muy Baja	Baja	Media	Alta	Muy Alta
	Baja	Baja	Baja	Media	Alta	Muy Alta
	Media	Media	Media	Media	Alta	Muy Alta
	Alta	Alta	Alta	Alta	Alta	Muy Alta
	Muy Alta	Muy Alta	Muy Alta	Muy Alta	Muy Alta	Muy Alta

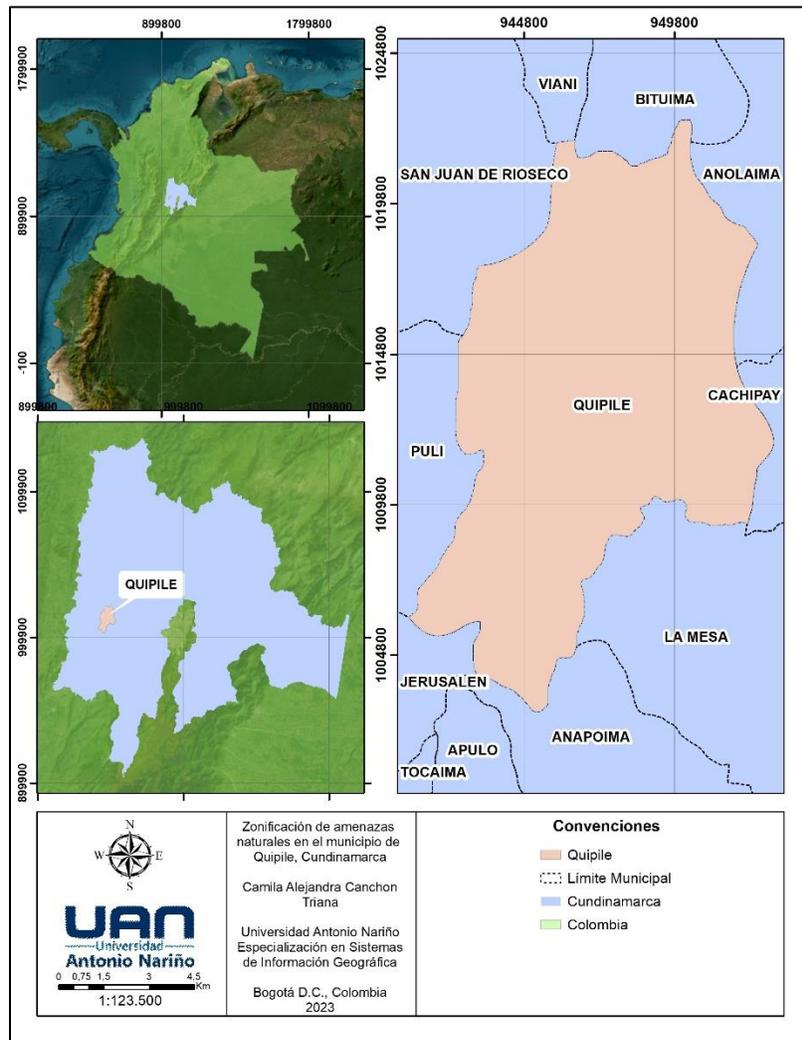
* sismo, cerámica, inundaciones, incendios, movimiento en masa, erosión, tormentas eléctricas

Fuente: Propia, 2022

- Área de estudio

En la **Figura 5** se puede observar la localización a nivel nacional y departamental del municipio de Quipile, Cundinamarca.

Figura 5. Localización General del municipio de Quipile, Cundinamarca



Fuente: Propia, 2022

Resultados y Discusión

Al llevar a cabo la revisión de las metodologías y la búsqueda de las variables necesarias para la implementación de estas, se determinaron los principales insumos y su debido procesamiento (**Tabla 2**).

Tabla 2. Variables identificadas y procesamiento de las mismas

Amenaza	Insumos	Procesamiento
Sismos	Mapa de zonificación sísmica de Colombia	NA
Ceráunica	Mapa de amenaza de iso-niveles ceráunicos para Colombia elaborado por la Universidad Nacional de Colombia e interconexión Eléctrica S.A ESP	NA
Inundaciones	Mapa geomorfológico del POMCA del río de Bogotá y río Seco Mapa de coberturas de la tierra, escala 1:100.000 del periodo 2018 – IDEAM Base de datos de reportes de emergencias por inundaciones Cartografía base de drenaje Datos de precipitación del IDEAM	Se digitalizó el mapa geomorfológico del POMCA de río seco por medio de ArcGis Se realizó un ráster de precipitación por medio de la herramienta IDW de ArcGis
Incendios	Mapa de coberturas de la tierra, escala 1:100.000 del periodo 2018 – IDEAM Datos de precipitación y temperatura del IDEAM Modelo Digital de Elevación (DEM) – Alos Palsar 12,5 Base de datos de reportes de emergencias por incendios Cartografía base de vías	Se realizó un ráster de precipitación y temperatura por medio de la herramienta IDW de ArcGis Se realizó el mapa de pendientes con el DEM obtenido
Movimiento en Masa	Mapa de geología del POMCA del río Bogotá y río Seco Modelo Digital de Elevación (DEM) – Alos Palsar 12,5 Datos de precipitación del IDEAM	Se digitalizó el mapa geológico del POMCA río seco por medio de ArcGis Se realizó el mapa de pendientes con el DEM obtenido

		Se realizó un ráster de precipitación por medio de la herramienta IDW de ArcGis
Erosión	Mapa geomorfológico del POMCA del río de Bogotá y río Seco Mapa de coberturas de la tierra, escala 1:100.000 del periodo 2018 – IDEAM Modelo Digital de Elevación (DEM) – Alos Palsar 12,5 Datos de precipitación del IDEAM	Se digitalizó el mapa geomorfológico del POMCA de río seco por medio de ArcGis Se realizó el mapa de pendientes con el DEM obtenido Se realizó un ráster de precipitación por medio de la herramienta IDW de ArcGis
Vendavales	Mapa de coberturas de la tierra, escala 1:100.000 del periodo 2018 – IDEAM Mapa del atlas nacional de vientos del IDEAM Modelo Digital de Elevación (DEM) – Alos Palsar 12,5	Se realizó el mapa de pendientes con el DEM obtenido

Fuente: Propia, 2022

A continuación, se pueden observar los resultados de las amenazas identificadas en el municipio de Quipile, Cundinamarca.

- Sismos

Como se mencionó anteriormente, la determinación de la amenaza sísmica para el municipio de Quipile, Cundinamarca se realizó con base en el Mapa de Zonificación Sísmica de Colombia del Servicio Geológico Colombiano. En la **Tabla 3** y **Figura 6** se pueden observar que el municipio se encuentra en un grado de amenaza media, lo que indica que la aceleración pico efectiva y/o la velocidad pico afectiva se encuentran entre 0,1 y 0,2 (SGC, 2008), es decir que, el área de estudio tiene una probabilidad intermedia de ocurrencia de un sismo. Sin embargo, en el registro de sismicidad histórica de Colombia no se han presentado sismos con área epicentral en el municipio de Quipile (SGC, 2023). Por otro lado, en los

consolidados anuales (1998 - 2022) de atención de emergencia de la Unidad Nacional para la Gestión del Riesgo de Desastres - UNGRD no se evidencian registros para el evento de sismo.

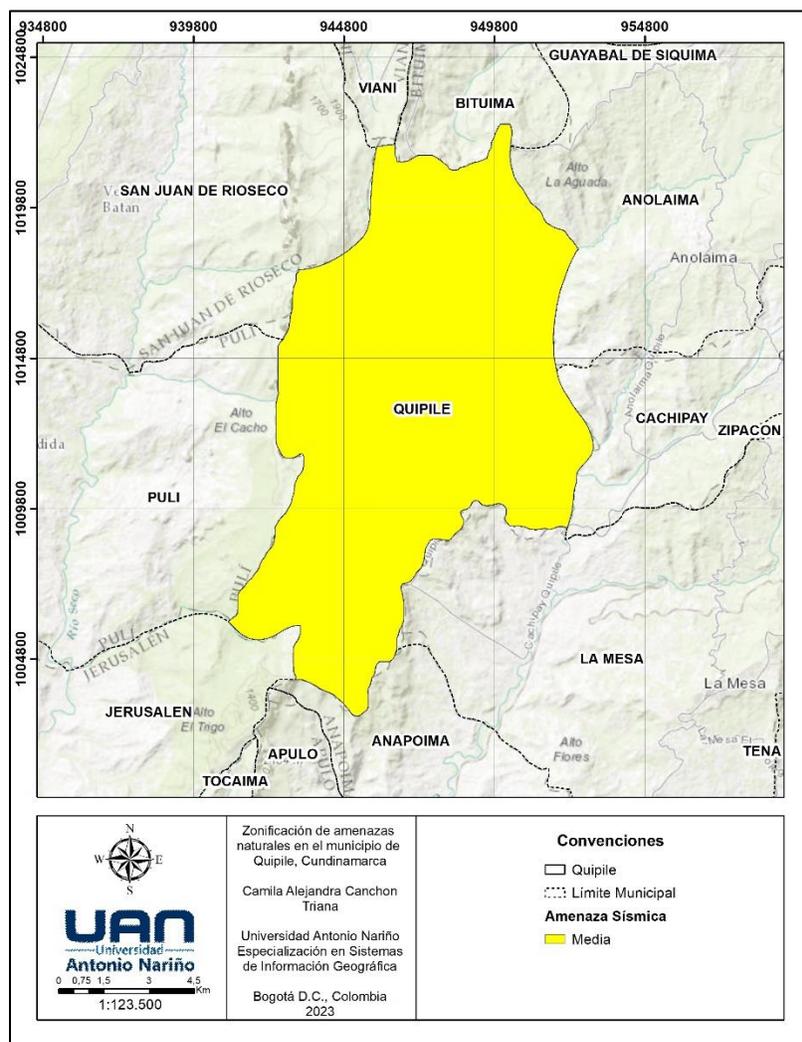
Teniendo en cuenta que la amenaza natural por sismos en el municipio de Quipile, Cundinamarca no es evento significativo, es decir, el área no ha sido epicentro de sismos, así como él tampoco se han evidenciado movimientos sísmicos que requieran de la atención de emergencias por parte de la UNGRD, esta amenaza no será un insumo para llevar a cabo la zonificación de amenazas naturales.

Tabla 3. Categoría de amenaza Sísmica en el municipio de Quipile, Cundinamarca

Amenaza	Área %
Media	100

Fuente: Propia, 2022

Figura 6. Amenaza Sísmica del municipio de Quipile, Cundinamarca



Fuente: Propia, 2022

- Cerámica

Se realizó la ubicación espacial del municipio de Quipile, Cundinamarca dentro del mapa isocerámicos realizado por la Universidad Nacional de Colombia del año 2006, escala 1:1'500.000 y, posteriormente se asignó una clasificación según su nivel cerámico (**Tabla 4**).

Tabla 4. Clasificación de niveles cerámico

Nivel Cerámico	Amenaza	Clasificación
<30	Muy Baja	1
30-50	Baja	2
50-70	Media	3
70-100	Alta	4
>100	Muy Alta	5

Fuente: Propia, 2022

En la **Tabla 5** y **Figura 7** se puede observar el resultado del análisis realizado.

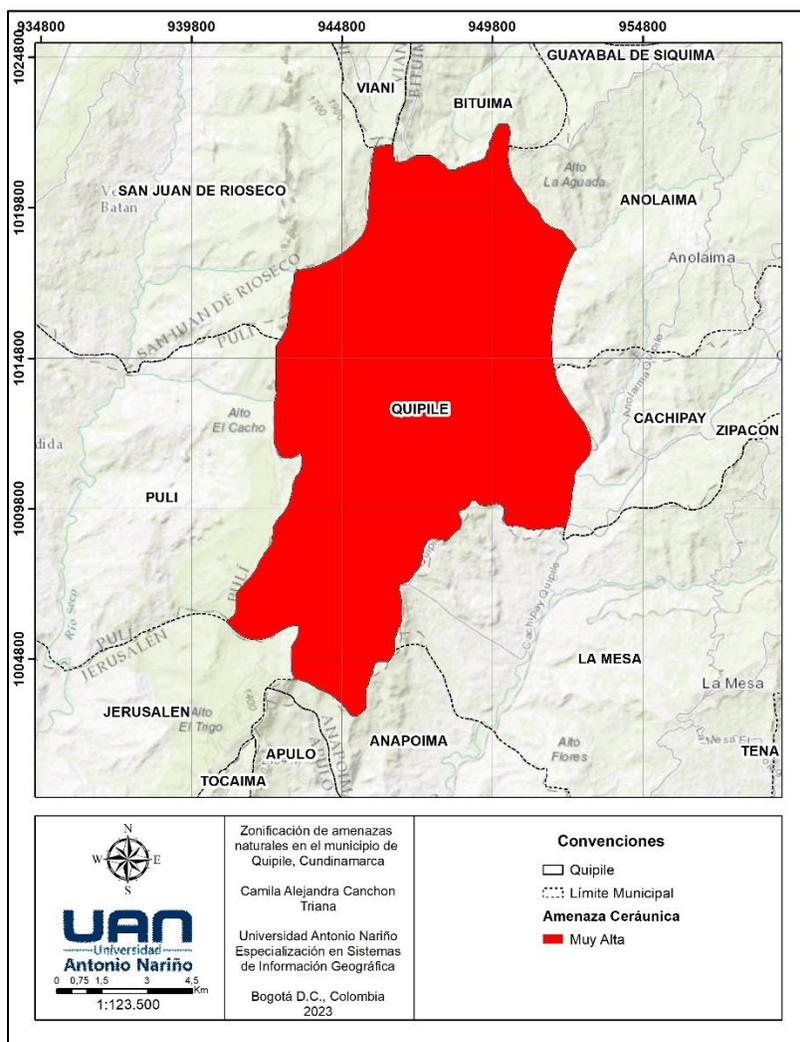
Tabla 5. Amenaza Cerámica

Amenaza	Área %
Muy Alta	100

Fuente: Propia, 2022

A pesar del nivel de amenaza que se evidencia en el mapa isocerámicos utilizado para el análisis, este evento no presenta mayor riesgo en el área de estudio; esto se puede evidenciar en los consolidados anuales (1998 - 2022) de atención de emergencia de la UNGRD, ya que, no se evidencia que este tipo de evento haya causado afectaciones en este municipio. Por tal motivo, esta amenaza no será un insumo para llevar a cabo la zonificación de amenazas naturales.

Figura 7. Amenaza Cerámica del municipio de Quipile, Cundinamarca



Fuente: Propia, 2022

- Inundaciones

Inicialmente, se realizó la identificación de unidades geomorfológicas tomada de los POMCAs del Río de Bogotá y Río Seco y se estableció un grado de susceptibilidad a la inundación con relación a las mismas como lo establece la metodología planteada por el IDEAM, 2001. Posteriormente, y teniendo como insumo el mapa de coberturas de la tierra, escala 1:100.000 elaborado por el IDEAM se obtuvo las zonas sometidas a inundaciones, ajustando a cada una de estas una ponderación como lo establece en la Guía Metodológica

para la Elaboración de Mapas de Inundación (IDEAM, 2017). Finalmente, se obtuvo la susceptibilidad a inundación por densidad de drenajes y con esto la susceptibilidad a la inundación final.

Teniendo la información de precipitación anual de las estaciones del IDEAM cercanas al municipio de Quipile, se realizó la categorización de amenaza por precipitación como lo indica la metodología. Igualmente, se llevó a cabo la revisión de los consolidados anuales (1998 - 2022) de atención de emergencia de la UNGRD, en donde se evidencio el reporte por inundaciones para los años 2008, 2010 y 2011 dando como resultado una frecuencia de inundaciones de 0,12 con amenaza baja. Finalmente, y realizando el cruce de mapas se obtiene una amenaza baja en un 98% del área del municipio y un 2% en calificación media como se observa en la **Tabla 6** y **Figura 8**.

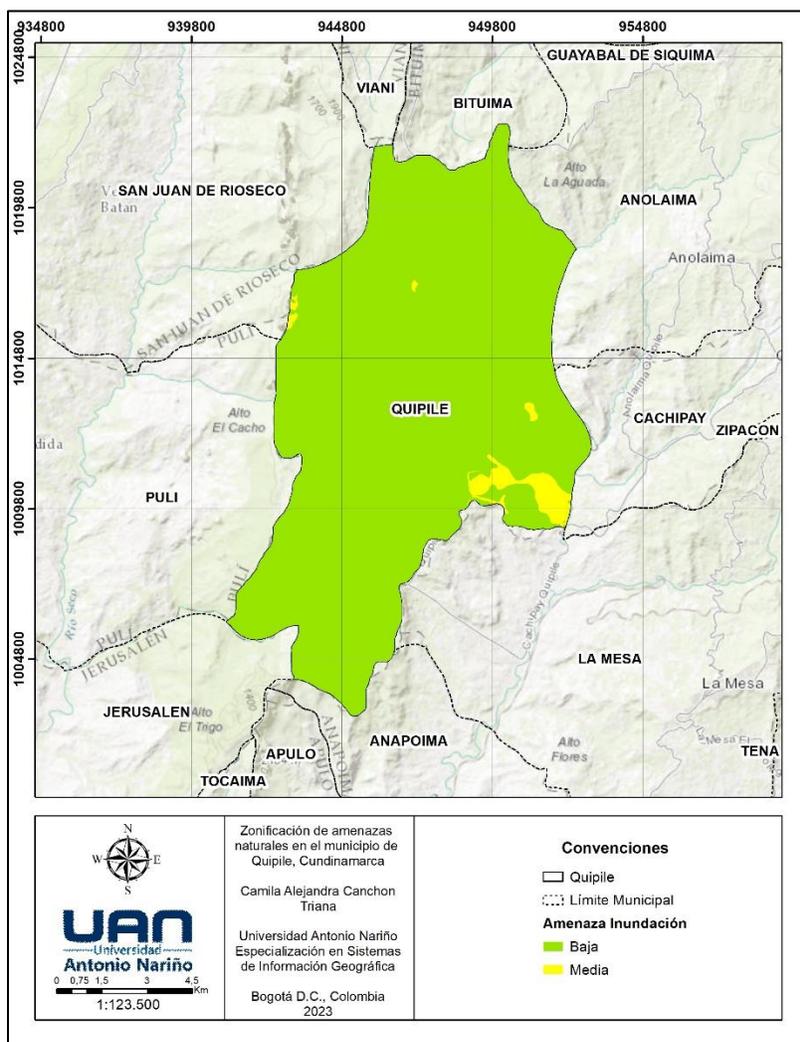
Tabla 6. Amenaza Inundación

Amenaza	Área %
Baja	98
Media	2

Fuente: Propia, 2022

Con respecto a las áreas afectadas por el fenómeno de la niña delimitadas por el IDEAM a una escala 1:100.000 para los años 1988, 2000, 2011 y 2012 en el municipio de Quipile, Cundinamarca no se presentan áreas de afectación, lo que genera concordancia con lo expuesto en la **Tabla 6** y **Figura 8**. Es importante mencionar que, el reporte por atención de emergencia por inundación de la UNGRD del año 2011 presenta correspondencia con el fenómeno de la niña ocurrido en este mismo año, sin embargo, no se evidencian áreas de afectación debido a la escala de trabajo de estas capas.

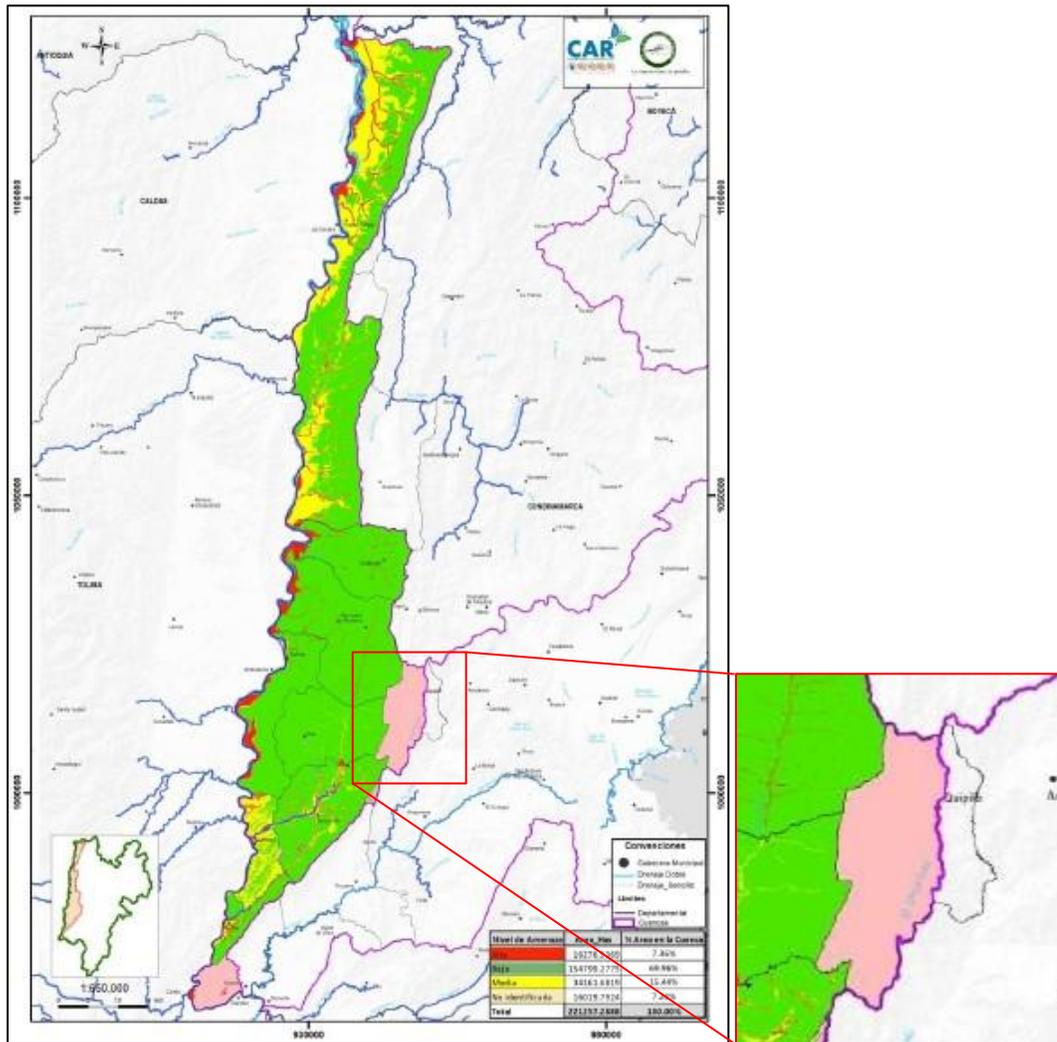
Figura 8. Amenaza Inundación del municipio de Quipile, Cundinamarca



Fuente: Propia, 2022

En el POMCA del río Seco se encuentra un mapa de amenaza por inundaciones a una escala 1:100.000 en el cual, para el municipio de Quipile, Cundinamarca se presenta un nivel de amenaza con calificación de “no identificada” como se muestra en la **Figura 9**. Por otro lado, el POMCA del río de Bogotá no presenta información para esta zona del municipio.

Figura 9. Mapa amenaza de inundación total de la cuenca del río Seco y otros directos al Magdalena



Fuente: CAR, 2019b

- Incendios forestales

Como primera instancia se llevó a cabo la calificación a la susceptibilidad a incendios forestales teniendo como insumo principal el mapa de coberturas de la tierra obtenido del IDEAM. Posteriormente, se utilizó información de precipitación y temperatura de estaciones meteorológicas del IDEAM para categorizar el área del municipio de Quipile en niveles de amenaza; seguidamente se realizó el mapa y calificación de amenaza de incendios por las

pendientes del área, como la amenaza por la accesibilidad a la misma. Para realizar el mapa de amenaza por factor histórico se revisó la información de los consolidados anuales (1998 - 2022) de atención de emergencia de la UNGRD, en donde se evidencio la información registrada en la **Tabla 7**. Como resultado se obtuvo una frecuencia de incendios forestales alta de 0,92.

Tabla 7. Consolidado de atención de emergencia por incendios forestales de la UNGRD

Año	Numero de eventos	Año	Numero de eventos
1998	0	2011	0
1999	0	2012	1
2000	0	2013	1
2001	0	2014	1
2002	0	2015	3
2003	0	2016	5
2004	0	2017	1
2005	0	2018	3
2006	0	2019	1
2007	0	2020	6
2008	0	2021	1
2009	0	2022	0
2010	0	-	-

Fuente: UNGRD, 2022

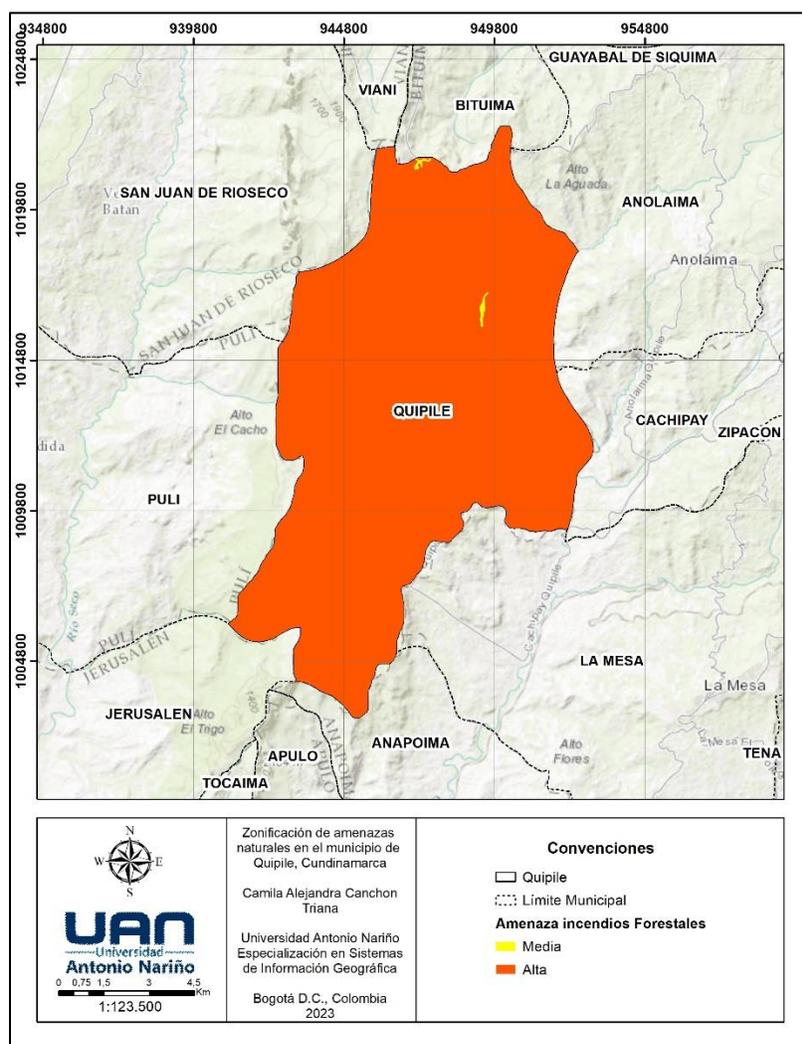
Finalmente, y siguiendo el “Protocolo para la Realización de Mapas de Zonificación de Riesgos a Incendios de la Cobertura vegetal” del IDEAM, se obtuvo como resultado que el 99,8% del área presenta una amenaza a incendios forestales alta, y un 0,2% amenaza media como se puede observar en la **Tabla 8** y **Figura 10**.

Tabla 8. Amenaza Incendios forestales

Amenaza	Área %
Alta	99,8
Media	0,2

Fuente: Propia, 2022

Figura 10. Amenaza Incendios forestales del municipio de Quipile, Cundinamarca

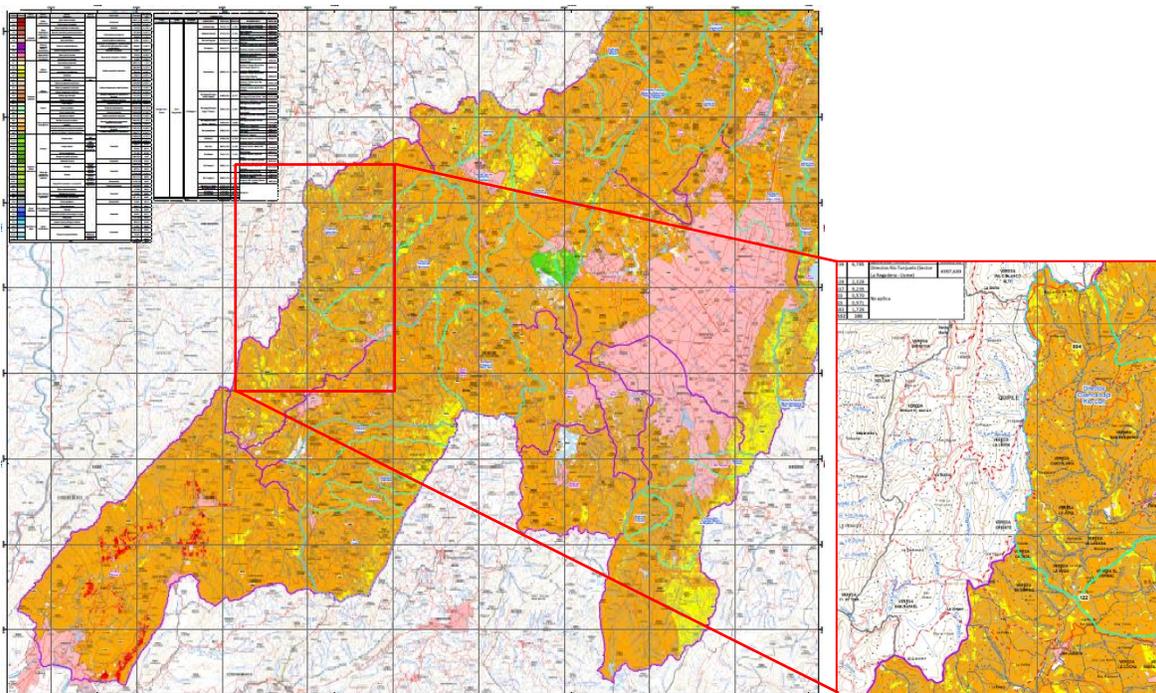


Fuente: Propia, 2022

Teniendo como referencia el POMCA del río Seco en donde se encuentra un mapa de amenaza por incendios forestales a una escala 1:100.000 en el cual, para el municipio de

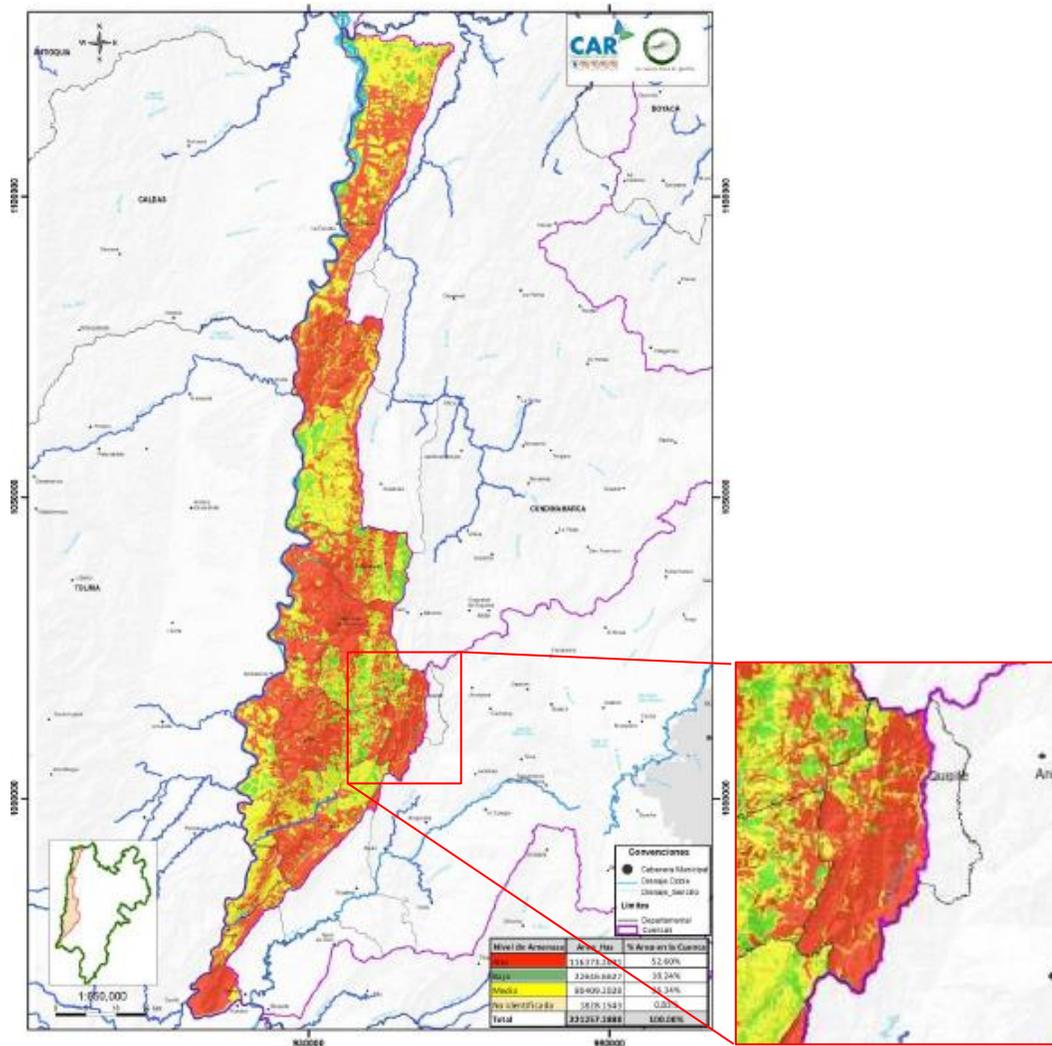
Quipile, Cundinamarca se presenta dos niveles de amenaza con calificación de “Alta” y “Media” como se muestra en la **Figura 12**; se considera congruente con los resultados reportados. En cuanto al POMCA del río Bogotá, se puede evidenciar que el área correspondiente al municipio de Quipile, Cundinamarca presenta en mayor porcentaje una categoría de amenaza “Alta” (Ver **Figura 11**), presentando igualmente relación con los resultados.

Figura 11. Mapa amenaza de incendios forestales total de la cuenca del río Bogotá



Fuente: CAR, 2019a

Figura 12. Mapa amenaza de incendios forestales total de la cuenca del río Seco y otros directos al Magdalena



Fuente: CAR, 2019b

- Movimiento en masa

Para la generación del mapa de movimiento en masa se utilizó la Guía Metodológica para la Zonificación de Amenaza por Movimiento en Masa, elaborado por el Servicio Geológico Colombiano (SGC, 2017), y la Guía Metodología para la Zonificación de Susceptibilidad General del Terreno a los Movimientos en Masa elaborado por el (IDEAM, 2012). En donde se obtuvo inicialmente la susceptibilidad al fenómeno por geología,

cobertura y pendientes; seguidamente se llevó a cabo la valoración de los detonantes de sismos y precipitación. En la **Tabla 9** y **Figura 13** se pueden observar los resultados obtenidos.

Tabla 9. Amenaza Movimiento en Masa

Amenaza	Área %
Baja	0,5
Media	1,3
Alta	98,2

Fuente: Propia, 2022

Realizando la consulta de los consolidados anuales (1998 - 2022) de atención de emergencia de la UNGRD, se registraron 21 eventos de movimiento en masa como se evidencia en la **Tabla 10**. Esto muestra que el área del municipio de Quipile, Cundinamarca presenta una alta amenaza a movimiento en masa (Ver **Fotografía 1**).

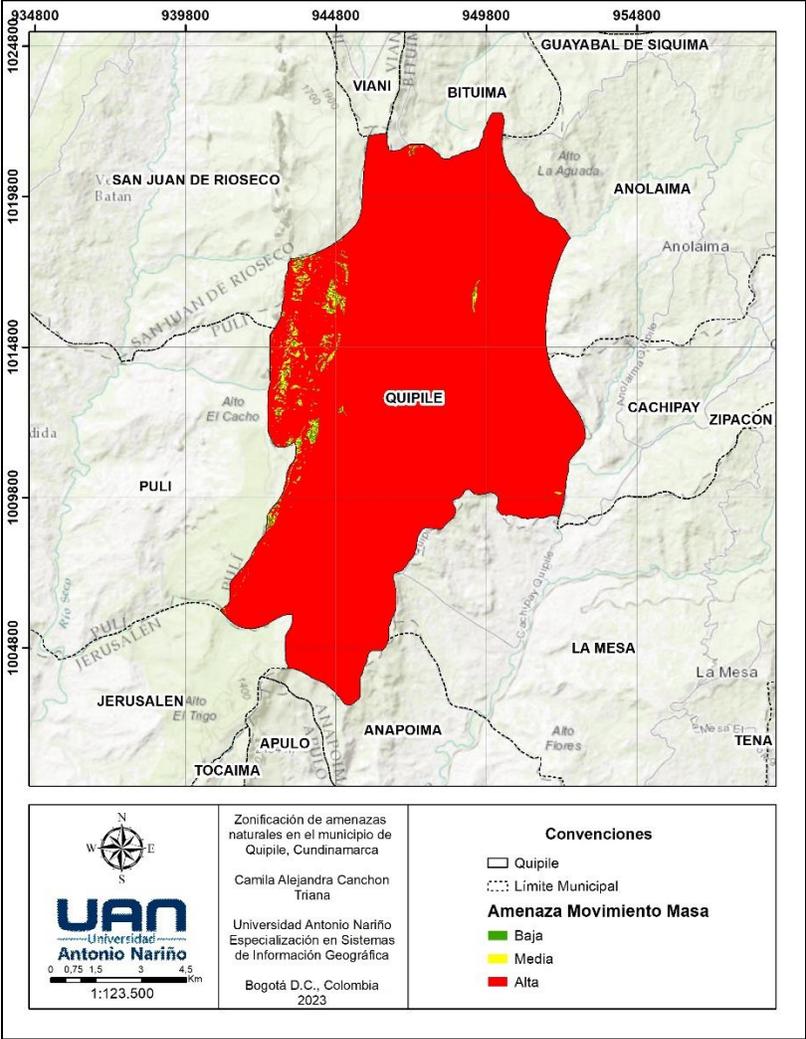
Tabla 10. Consolidado de atención de emergencia por movimiento en masa de la UNGRD

Año	Numero de eventos	Año	Numero de eventos
1998	0	2011	2
1999	2	2012	0
2000	0	2013	0
2001	0	2014	1
2002	0	2015	0
2003	0	2016	0
2004	0	2017	0
2005	0	2018	1
2006	1	2019	0
2007	0	2020	0
2008	0	2021	7

2009	0	2022	7
2010	0	-	-

Fuente: UNGRD, 2022

Figura 13. Amenaza Movimiento en masa del municipio de Quipile, Cundinamarca



Fuente: Propia, 2022

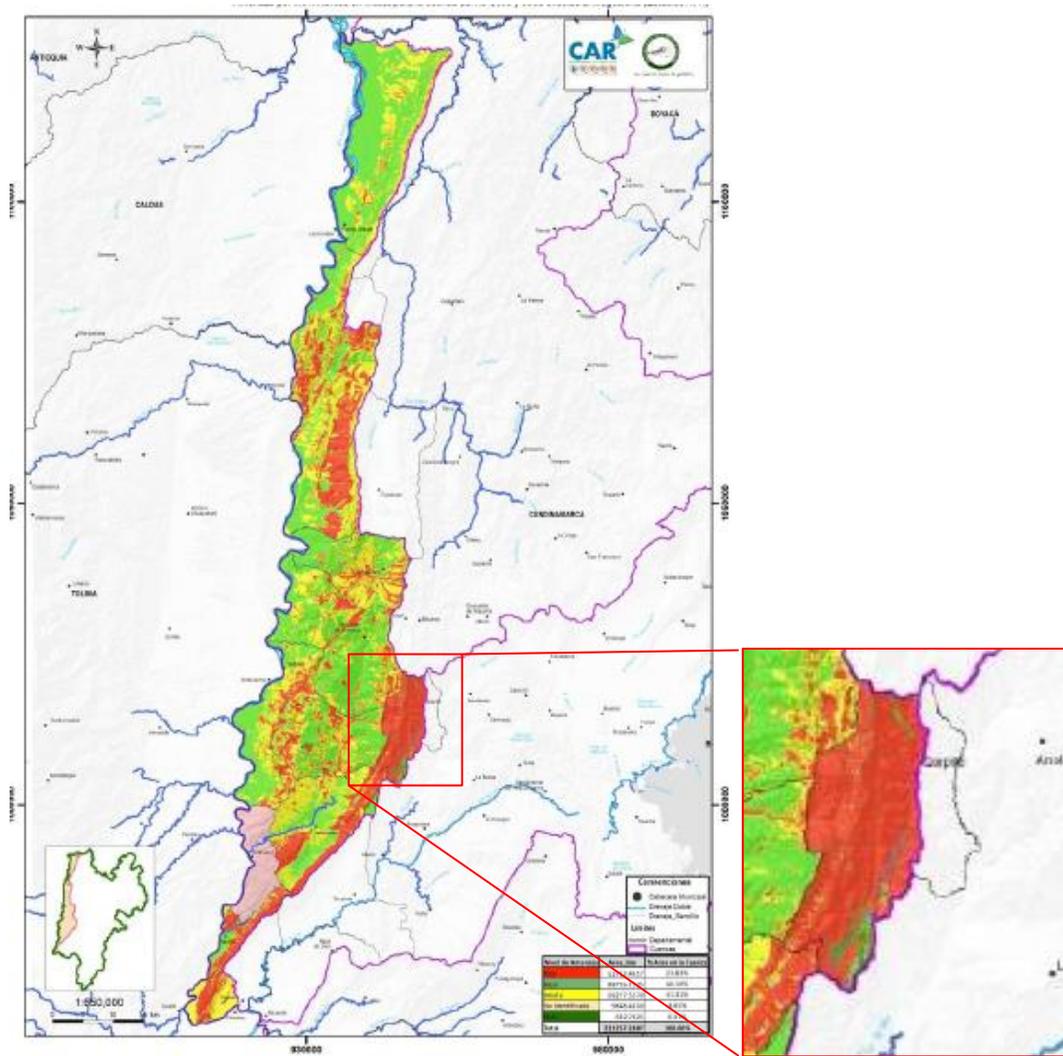
Fotografía 1. Deslizamiento en la vía principal de Quipile, Cundinamarca



Fuente: Propia, 2022

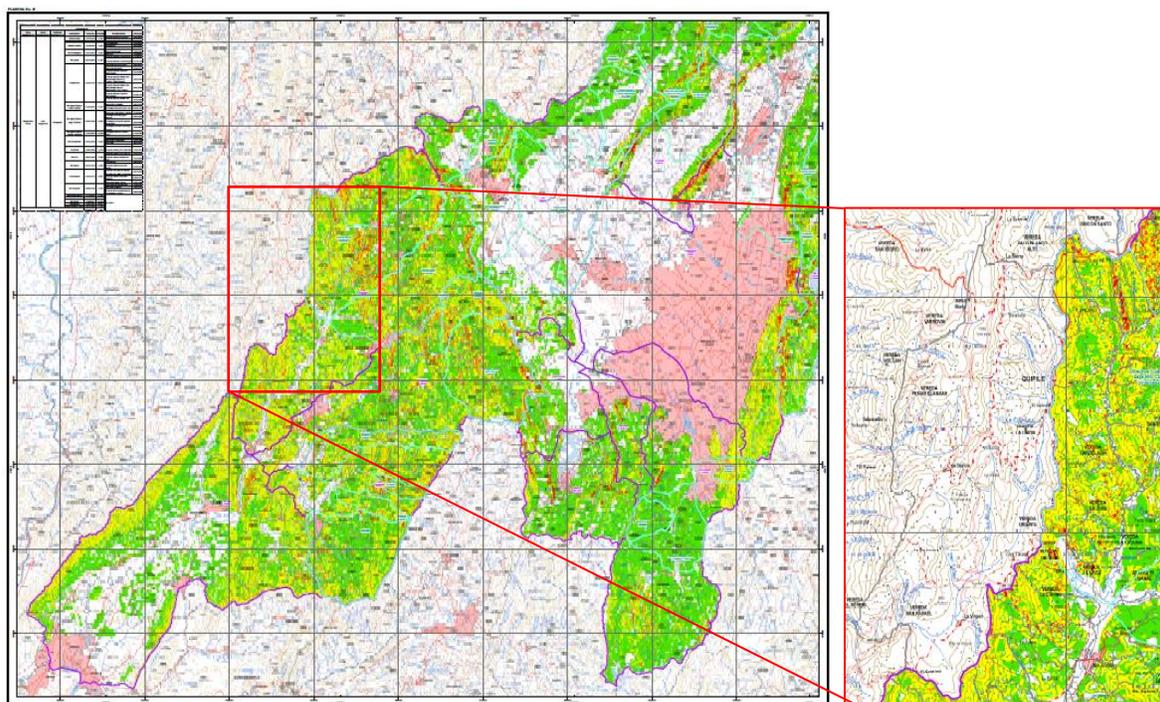
En el POMCA del río Seco se presenta un mapa de amenaza total por el fenómeno de movimiento en masa a una escala 1:100.000 en el cual, para el municipio de Quipile, Cundinamarca se presentan tres niveles de amenaza con calificación de “Alta”, “Media” y “Baja” como se muestra en la **Figura 14**; con este mapa se puede concluir que se presenta una relación coherente con los resultados obtenidos. Sin embargo, al revisar la información presentada en el POMCA del río Bogotá, se puede evidenciar que el área correspondiente al municipio de Quipile, Cundinamarca presenta en mayor porcentaje una categoría de amenaza “Media” y “Baja” (Ver **Figura 15**). Lo anterior podría presentarse principalmente por la metodología implementada.

Figura 14. Mapa amenaza de movimiento en masa total de la cuenca del río Seco y otros directos al Magdalena



Fuente: CAR, 2019b

Figura 15. Mapa amenaza de movimiento en masa total de la cuenca del río Bogotá



Fuente: CAR, 2019a

- Erosión

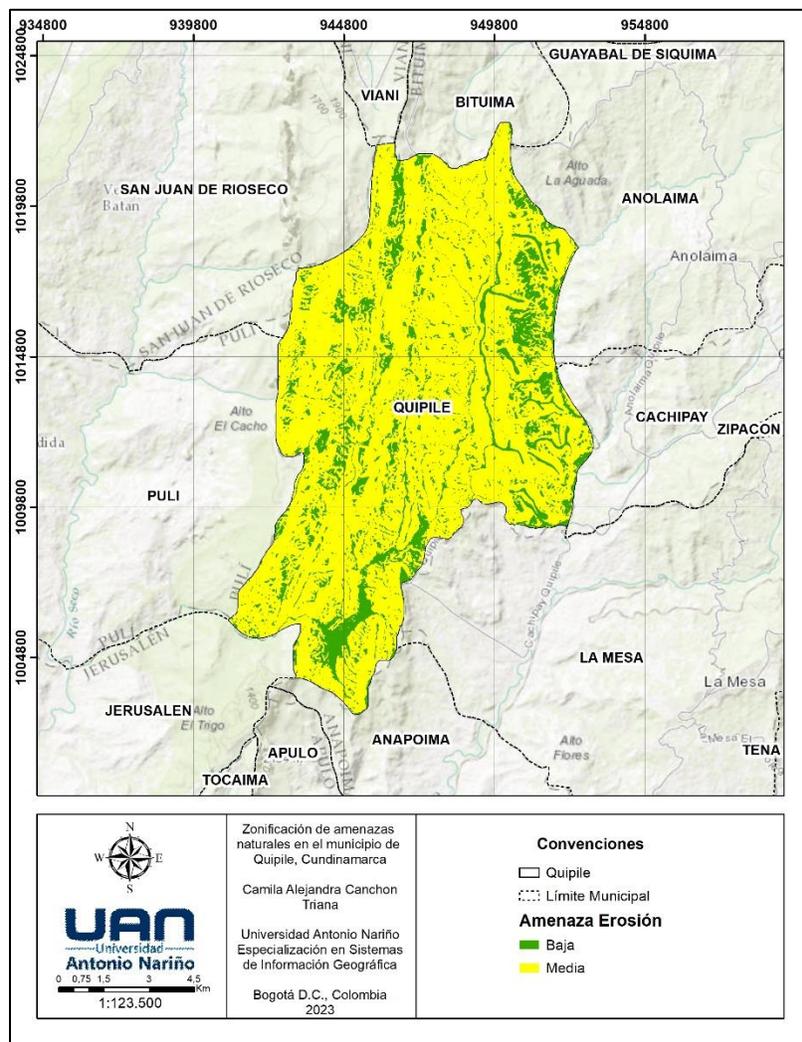
Para la obtención del mapa de amenaza por erosión, se llevó a cabo inicialmente la calificación de susceptibilidad en función de las unidades geomorfológicas, cobertura de la tierra y las pendientes; seguidamente se utilizó el raster de precipitación (detonante) asignando la calificación de amenaza. Finalmente se realizó el cruce de esta información en donde se obtuvo que el 82% del área del municipio de Quipile, Cundinamarca presenta una amenaza por erosión media, y el 18% restante por amenaza baja como se puede observar en la **Tabla 11** y **Figura 16**.

Tabla 11. Amenaza Erosión

Amenaza	Área %
Baja	18
Media	82

Fuente: Propia, 2022

Figura 16. Amenaza Erosión del municipio de Quipile, Cundinamarca



Fuente: Propia, 2022

Se realizó la búsqueda de información sobre la amenaza por erosión en el municipio de Quipile, Cundinamarca en fuentes como el POMCA del río Seco y el río Bogotá, así como en el respectivo Esquema de Ordenamiento Territorial – EOT, sin embargo, no se encuentra el análisis de dicha amenaza.

- Vendavales

Para la generación del mapa de amenaza por vendaval se utilizó una metodología fundamentada en cuatro variables vinculadas directamente a los vendavales, las cuales son: velocidad media del viento (IDEAM, 2023), coberturas de la tierra, pendientes y velocidad máxima del viento (IDEAM, 2023). A continuación, en la **Tabla 12** y **Figura 17** se puede evidenciar que, en el municipio de Quipile, Cundinamarca predomina la amenaza por vendavales alta y muy alta, es decir, que en el área se presentan vientos fuertes.

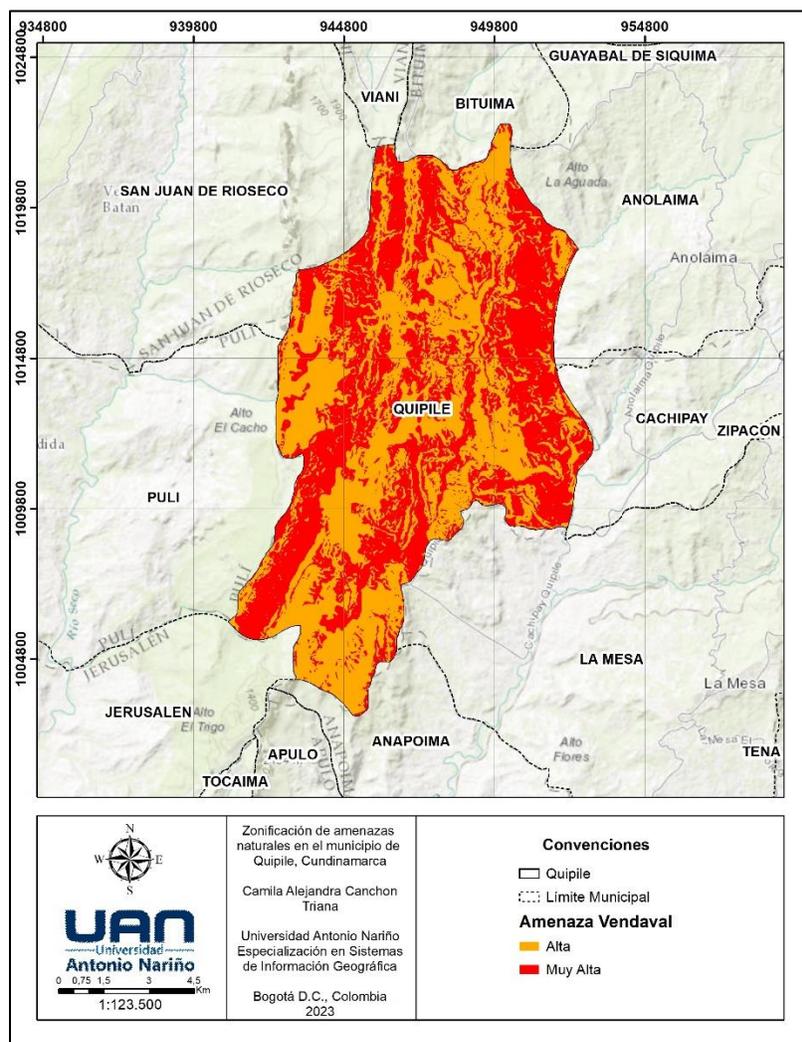
Tabla 12. Amenaza Vendavales

Amenaza	Área %
Alta	52
Muy Alta	48

Fuente: Propia, 2022

Es importante mencionar que, en el POMCA del río Seco y el POMCA del río Bogotá no se presenta información y/o análisis de esta amenaza, al igual que en el Esquema de Ordenamiento Territorial del municipio, por tal motivo no se puede realizar un análisis o comparación de los resultados. Sin embargo, realizando la consulta de los consolidados anuales (1998 - 2022) de atención de emergencia de la UNGRD se evidenciaron 3 vendavales en ese periodo de tiempo, uno en el año 2011 con 741 personas afectadas y dos en el 2018, reportándose 276 y 176 personas damnificadas.

Figura 17. Amenaza Vendavales del municipio de Quipile, Cundinamarca



Fuente: Propia, 2022

- Zonificación de amenaza naturales

Se llevo a cabo el cruce de los mapas de amenaza por inundaciones, incendios forestales, movimientos en masa, erosión y vendavales para así poder hallar la zonificación de amenazas naturales total, en donde se obtuvo lo expuesto en la **Tabla 13** y **Figura 18**.

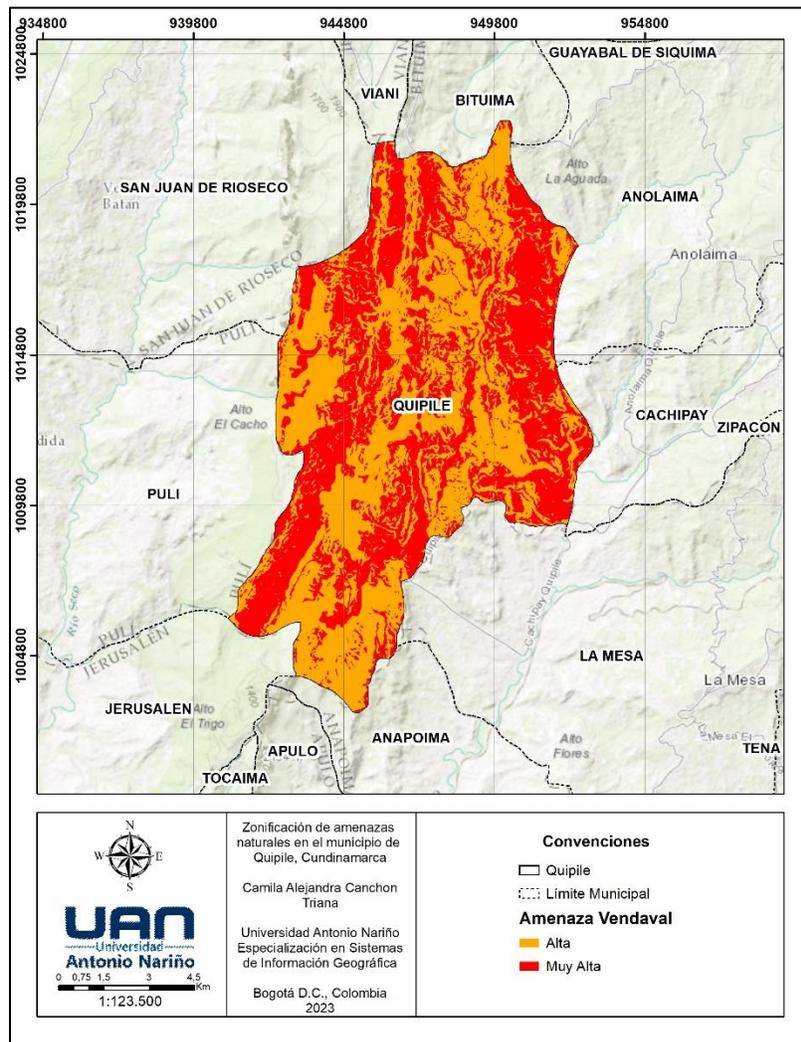
Tabla 13. Zonificación de Amenazas Naturales

Amenaza	Área %
---------	--------

Alta	52
Muy Alta	48

Fuente: Propia, 2022

Figura 18. Zonificación de Amenazas Naturales del municipio de Quipile, Cundinamarca



Fuente: Propia, 2022

La zonificación de amenazas naturales muestra que en el área del municipio de Quipile, Cundinamarca predomina la amenaza de categoría alta y muy alta, lo que puede explicar la cantidad de emergencias reportadas y atendidas por la Unidad Nacional de Gestión de Riesgo

de Desastres – UNGRD, sin embargo, se puede deducir que por la escala de trabajo (1:100.000) se alcanza a sobreestimar cada una de las amenazas analizadas, es decir que, si se desarrolla la misma metodología con una escala mayor se podrá obtener una zonificación de amenazas más precisa.

Conclusiones

Con base a la identificación de las variables espaciales y la zonificación de las amenazas de origen natural presentes en el municipio de Quipile, Cundinamarca, se pueden extraer las siguientes conclusiones:

El riesgo sísmico en el municipio de Quipile se clasifica como medio. Aunque no es la amenaza más alta, es crucial considerar medidas de preparación y mitigación para garantizar la seguridad de la población y las infraestructuras ante posibles eventos sísmicos.

La amenaza de eventos cerúnicos es evaluada como muy alta en el municipio. Esto resalta la importancia de implementar estrategias efectivas de prevención y respuesta ante tormentas eléctricas, considerando la alta vulnerabilidad de la zona.

Aunque existe una amenaza de inundaciones media en el municipio de Quipile, se determina que esta es mayoritariamente baja (98%). Esto sugiere que, aunque presente, el riesgo de inundaciones no representa una preocupación significativa en la mayoría de la región.

La amenaza de incendios forestales es considerablemente alta en el municipio, afectando aproximadamente el 99.2% del área. Se requiere una gestión efectiva de bosques y medidas preventivas para reducir el riesgo y proteger los recursos naturales y humanos.

La mayoría del territorio de Quipile (98.2%) enfrenta una amenaza alta de movimientos en masa. Esto destaca la necesidad de medidas de prevención y monitoreo para mitigar los riesgos asociados con deslizamientos de tierra y otros movimientos en masa.

La amenaza de erosión se clasifica como media en aproximadamente el 82% del municipio. Esta evaluación sugiere la importancia de prácticas de conservación del suelo y gestión sostenible para contrarrestar los efectos de la erosión en la región.

La amenaza de vendavales se presenta como alta (52%) y muy alta (48%), cubriendo la totalidad del municipio. Esto indica la necesidad de medidas de construcción y planificación que tengan en cuenta la exposición de la región a vientos fuertes.

La investigación sobre las amenazas naturales en el municipio de Quipile, Cundinamarca, destaca diversas conclusiones clave. Se ha determinado que la zona enfrenta riesgos considerables, desde una amenaza sísmica media hasta amenazas muy altas de cerúnicas, movimientos en masa y vendavales. Aunque las inundaciones son mayoritariamente bajas, los incendios forestales representan un riesgo alto en casi todo el municipio.

La importancia de los Sistemas de Información Geográfica (SIG) en este contexto es evidente. Los SIG permiten la recopilación, análisis y visualización eficiente de datos espaciales, facilitando la identificación precisa de las amenazas y la zonificación de riesgos. En el caso de Quipile, el uso de SIG ha permitido una evaluación detallada de las variables espaciales, proporcionando información esencial para la formulación de estrategias de gestión de riesgos.

Los resultados resaltan la necesidad de implementar medidas de prevención y mitigación específicas en función de las amenazas identificadas. Además, el conocimiento detallado de las características espaciales de las amenazas es esencial para el diseño de políticas públicas efectivas y la planificación del desarrollo urbano. En este contexto, los SIG se posicionan como herramientas cruciales para la toma de decisiones informada, permitiendo a las autoridades locales y los planificadores abordar eficazmente los desafíos asociados con las amenazas naturales en el municipio de Quipile.

Referencias Bibliográficas

- Abbas, N., Afsar, S., Jan, B., Sayla, E. A., & Nawaz, F. (2022). GIS based model for the landslides risk assessment. A case study in Hunza-Nagar settlements, Gilgit-Baltistan, Pakistan. *Environmental Challenges*, 7(July 2021), 100487.
<https://doi.org/10.1016/j.envc.2022.100487>
- ARISTIZABAL, E., & HEMELIN, M. (2011). Propuesta de zonificación del suelo para la gestión del riesgo enfocada al ordenamiento territorial. *Revista Gestión y Ambiente*, 14(2), 7–16.
- Bodhika, J. A. P. (2019). A brief study on thunder claps. *Applied Acoustics*, 145, 98–103.
<https://doi.org/10.1016/j.apacoust.2018.09.018>
- Calderon Ramirez, D. R., & Frey, K. (2017). El ordenamiento territorial para la gestión del riesgo de desastres naturales en Colombia. *Territorios*, 36, 239–264.
<https://doi.org/10.12804/revistas.urosario.edu.co/territorios/a.4795>
- CAR. (2019a). *POMCA río Bogotá*. 2019. <https://www.car.gov.co/vercontenido/3691#>
- CAR. (2019b). *POMCA Río Seco y otros directos al Magdalena*. 2019.
<https://www.car.gov.co/vercontenido/91>
- Cardona O., D. (2001). Conceptos de amenaza, vulnerabilidad y riesgo. *Estimación Holística Del Riesgo Sísmico Utilizando Sistemas Dinámicos Complejos*, 5–20.
- Castillo, Gustavo & Vargas, J. (2011). La Zonificación de amenaza por inundación como herramienta para el ordenamiento territorial en el Valle del Río Sixaola. *Revista Geográfica de America Central*, 46, 67–85.
- Civil, D. N. de P. (n.d.). *Vendavales*. 1–4.
- Cremen, G., Galasso, C., & McCloskey, J. (2022). Modelling and quantifying tomorrow's

risks from natural hazards. *Science of the Total Environment*, 817, 152552.

<https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2021.152552>

Cui, P., Peng, J., Shi, P., Tang, H., Ouyang, C., Zou, Q., Liu, L., Li, C., & Lei, Y. (2021).

Scientific challenges of research on natural hazards and disaster risk. *Geography and Sustainability*, 2(3), 216–223. <https://doi.org/10.1016/j.geosus.2021.09.001>

Ley 1454 De 2011, 17 (2011).

Dirección de Desarrollo Territorial, & Ministerio de Ambiente Vivienda y Desarrollo

Territorial. (2005). Guía Metodológica 1, para la incorporación de la Prevención y la Reducción de Riesgos en los Procesos de Ordenamiento Territorial. *Panamericana Formas e Impresos S.A.*, 1–64.

DNP. (2015). Rutas especializadas para la formulación de los Planes de Desarrollo

Territoriales “ Plan de Ordenamiento Territorial Municipal y Distrital .” [*Documento Web*], 1–3.

Espiago, J. (2016). *3. proyecciones cartográficas; sistemas utm – etrs89*.

Hueso, R., Iñurrigarro, P., Sánchez-Lavega, A., Foster, C. R., Rogers, J. H., Orton, G. S.,

Hansen, C., Eichstädt, G., Ordonez-Etxeberria, I., Rojas, J. F., Brueshaber, S. R.,

Sanz-Requena, J. F., Pérez-hoyos, S., Wong, M. H., Momary, T. W., Jónsson, B.,

Antuñano, A., Baines, K. H., Dahl, E. K., ... Anguiano-Arteaga, A. (2022).

Convective storms in closed cyclones in Jupiter’s South Temperate Belt: (I) observations. *Icarus*, 380(March), 114994.

<https://doi.org/10.1016/j.icarus.2022.114994>

IDEAM. (2001). *Geomorfología y susceptibilidad a la inundación del valle fluvial del río*

Magdalena :sector Barrancabermeja - Bocas de Ceniza. 68 paginas.

IDEAM. (2011). Protocolo para la realización de mapas de zonificación de riesgos a

incendios de la cobertura vegetal ESCALA 1:100.00. In *Protocolo para la realización de mapas de zonificación de riesgos a incendios de la cobertura vegetal ESCALA 1:100.00*.

IDEAM. (2012). Metodología Para La Zonificación De Susceptibilidad General Del Terreno a Los Movimientos En Masa. *Ideam*, 1(20), 3527110–3527160.

IDEAM. (2017). *Guía metodologica para la elaboración de mapas de inundación*.

IDEAM. (2023). *Atlas de Viento de Colombia*.

<http://atlas.ideam.gov.co/visorAtlasVientos.html>

IDEAM, U.D.C.A, & MDAS. (2015). Protocolo para la identificación y IDEAM, U.D.C.A, & MDAS. (2015). Protocolo para la identificación y evaluación de la degradación de suelos por erosión. In *Ideam - Mads -U.D.C.a*.

<http://documentacion.ideam.gov.co/openbiblio/bvirtual/023647/Protocolo-eros>. In *Ideam - Mads -U.D.C.a*.

Instituto Geográfico Agustín Codazzi. (2023). *Datos Geodésicos*.

<https://www.igac.gov.co/es/contenido/areas-estrategicas/informacion-geodesica>

Janeras, M., & Furdada, G. (2000). *GESTIÓN DEL RIESGO DE ALUDES:*

METODOLOGÍA DE ANÁLISIS Y PLANIFICACIÓN TERRITORIAL Y APLICACIÓN A L'ARMIANA DE CANILLO (ANDORRA) Snow avalanches risk management: method of analysis and land use planning and application to l'Armiana de Canillo (Andorra). September, 99–108.

Maskrey, A., & Cardona, O. D. (1993). Los Desastres no son Naturales Evaluación de la amenaza, la vulnerabilidad y el riesgo. *La Red*, 51–74.

Mendoza Montesdeoca, I., & Alcívar Cabrera, G. L. (2020). La zonificación territorial como instrumento de planificación y gestión de destinos turísticos afectados por

desastres naturales: la estrategia posterremoto de 2016 en Portoviejo (Ecuador).

Revista Internacional De Turismo, Empresa Y Territorio, 4(1), 1–21.

<https://doi.org/10.21071/riturem.v4i1.12718>

MINAMBIENTE. (2014). Guía técnica para la Formulación de los Planes de Ordenamiento y Manejo de Cuencas Hidrográficas. In *Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible* (Vol. 1).

Ministerio del interior República de Colombia. (2012). *Ley 1523: Sistema Nacional de Gestión del Riesgo* (p. 58).

Montes Lira, P. F., & United Nations. Economic Commission for Latin America and the Caribbean. Environment and Human Settlements Division. (2001). *El ordenamiento territorial como opción de políticas urbanas y regionales de América Latina y el Caribe*.

Morano, P., Oppio Alessandra, Paolo, R., Leopoldo, S., & Francesco, T. (n.d.). *Appraisal and Valuation*.

Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. (2020). *Resiliencia ante las amenazas naturales y los consiguientes desastres*.

<http://www.fao.org/resilience/areas-de-trabajo/amenazas-naturales/es/>

Pallathadka, A., Sauer, J., Chang, H., & Grimm, N. B. (2022). Landscape and Urban Planning Full title : Urban flood risk and green infrastructure : Who is exposed to risk and who benefits from investment ? A case study of three U . S . Cities. *Landscape and Urban Planning*, 223(March), 104417.

<https://doi.org/10.1016/j.landurbplan.2022.104417>

Sarr, F. A. (n.d.). *Sistemas de Información Geográfica*.

SGC, S. G. C. (2008). *TÍTULO A REQUISITOS GENERALES DE DISEÑO Y*

CONSTRUCCIÓN SISMO RESISTENTE.

SGC, S. G. C. (2017). Guía metodológica para la zonificación de amenaza por movimientos en masa escala 1: 25.000. In *Guía metodológica para la zonificación de amenaza por movimientos en masa escala 1: 25.000*. <https://doi.org/10.32685/9789585978225>

SGC, S. G. C. (2023). *sismicidad_historica*.

SGC, S. G. C., & UNAL, U. N. de C. (2016). Guía metodológica para estudios de amenaza, vulnerabilidad y riesgo por movimientos en masa, Escala Detallada. Colección Guías y Manuales. In *Journal of Chemical Information and Modeling* (Vol. 53, Issue 9). <https://doi.org/10.1017/CBO9781107415324.004>

Trujillo, V. cuellar. (2014). Zonificación De La Amenaza De Inundación Urbana En El Municipio De Arauca, Arauca En El Marco De La Revisión Y Ajuste De Planes De Ordenamiento Territorial. *Articulo*, 10.

UNGRD. (2017). Terminología sobre Gestión del Riesgo de Desastres y Fenómenos Amenazantes. In *Comité Nacional para el Conocimiento del Riesgo SNGRD*. <http://repositorio.gestiondelriesgo.gov.co/bitstream/handle/20.500.11762/20761/Terminologia-GRD-2017.pdf;jsessionid=1ADDEE38CA0713C6B15CC4D150169677?sequence=2>

UNGRD. (2022). *Consolidado anual de emergencias* .

<https://portal.gestiondelriesgo.gov.co/Paginas/Consolidado-Atencion-de-Emergencias.aspx>

Wang, J., Lu, P., Valente, D., Petrosillo, I., Babu, S., Xu, S., Li, C., Huang, D., & Liu, M. (2022). Analysis of soil erosion characteristics in small watershed of the loess tableland Plateau of China. *Ecological Indicators*, 137(March), 108765. <https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2022.108765>

Wollstein, K., O'Connor, C., Gear, J., & Hoagland, R. (2022). Minimize the bad days:

Wildland fire response and suppression success. *Rangelands*, 1–7.

<https://doi.org/10.1016/j.rala.2021.12.006>