



# UNIVERSIDAD ESTATAL DE BOLÍVAR

FACULTAD DE CIENCIAS DE LA SALUD Y DEL SER

HUMANO

CARRERA DE ADMINISTRACIÓN PARA DESASTRES Y

GESTIÓN DEL RIESGO

PROYECTO DE INVESTIGACIÓN PREVIO LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE  
INGENIERO EN ADMINISTRACIÓN PARA DESASTRES Y GESTIÓN DEL RIESGO

**TEMA:**

Metodología de identificación de amenazas naturales que podrían afectar a la comunidad urbana o rural. Periodo mayo - septiembre 2023

**AUTORES:**

Darwin Adán Angulo Alarcón

Klever Stalin Chariguaman Caiza

**TUTOR:**

Ing. Grey Barragán Aroca. MSc.

**GUARANDA - 2023**

## Certificación de la Directora

### Certificación de la Directora

Ing. Grey Barragán Aroca MSc.

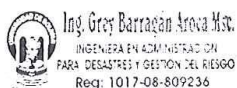
### CERTIFICO

Yo, Grey Barragán Aroca MSc. , en calidad de tutor del trabajo de titulación mediante la modalidad Proyecto de Investigación titulado “Metodología de identificación de amenazas naturales que podrían afectar a la comunidad urbana o rural, periodo abril septiembre 2023.”, elaborado por los estudiantes: Darwin Adán Angulo Alarcón y Klever Stalin Chariguaman Caiza, previo a la obtención del título de Ingenieros en Administración para Desastres y Gestión del Riesgo, mismo que ha sido revisado y reúnen los requisitos académicos y legales establecido en el reglamento de titulación de la Facultad de Ciencias de la Salud y del Ser Humano.

Por lo que autorizo la presentación de las instancias respectivas para el trámite correspondiente en la Facultad para su revisión, calificación y sustentación.

Guaranda 8 de noviembre de 2023

  
Ing. Grey Barragán Aroca MSc.  
DOCENTE TUTOR



**DERECHOS DE AUTOR**

Nosotros Darwin Adán Angulo Alarcón y Klever Stalin Chariguaman Caiza portadores de la Cédula de Identidad 0250073103 y 0202487492.

En calidad de autores y titulares de los derechos morales y patrimoniales del Trabajo de Titulación: METODOLOGÍA DE IDENTIFICACIÓN DE AMENAZAS NATURALES QUE PODRÍAN AFECTAR A LA COMUNIDAD URBANA O RURAL. PERIODO MAYO - SEPTIEMBRE 2023. modalidad: Proyecto de investigación, de conformidad con el Art. 114 del CÓDIGO ORGÁNICO DE LA ECONOMÍA SOCIAL DE LOS CONOCIMIENTOS, CREATIVIDAD E INNOVACIÓN,

Concedemos a favor de la Universidad Estatal de Bolívar, una licencia gratuita, intransferible y no exclusiva para el uso no comercial de la obra, con fines estrictamente académicos. Conservamos a mi/nuestro favor todos los derechos de autor sobre la obra, establecidos en la normativa citada.

Así mismo, autorizo/autorizamos a la Universidad Estatal de Bolívar, para que realice la digitalización y publicación de este trabajo de titulación en el Repositorio Digital, de conformidad a lo dispuesto en el Art. 144 de la Ley Orgánica de Educación Superior.

El (los) autor (es) declara (n) que la obra objeto de la presente autorización es original en su forma de expresión y no infringe el derecho de autor de terceros, asumiendo la responsabilidad por cualquier reclamación que pudiera presentarse por esta causa y liberando a la Universidad de toda responsabilidad.

Darwin Adán Angulo Alarcón

Klever Stalin Chariguaman Caiza

  
Darwin Angulo  
0250073103

  
Klever Chariguaman  
0202487492

**CERTIFICACIÓN DE HABER CULMINADO EL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN**

La suscrita ingeniera Msc. **Grey Barragán Aroca**, en calidad de Tutora del proyecto de investigación, docente de la Universidad Estatal de Bolívar.

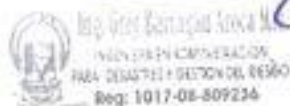
**CERTIFICA:**

Que los srs. **Klever Stalin Chariguamán Caiza** portador de la cedula de ciudadanía N° **020248749-2** y **Darwin Adán Angulo Alarcón** portador de la cedula de ciudadanía N° **025007310-3** estudiantes de la Facultad de la Ciencias de la Salud y del Ser Humano culminaron la carrera de **Administración para Desastres y Gestión del Riesgo** modalidad presencial, una vez realizado el documento **METODOLOGÍA DE IDENTIFICACIÓN DE AMENAZAS NATURALES EN LA COMUNIDAD URBANA Y RURAL. PERÍODO MAYO - SEPTIEMBRE 2023**, Pueden realizar el proceso del empaste de su proyecto de investigación.

Guaranda, 20 de Diciembre del 2023

**Atentamente:**

  
Ing. Grey Barragán Aroca, Msc.



**Dedicatoria.**

"En el silencio de la noche, mientras reflexiono sobre el largo y desafiante viaje que ha sido mi búsqueda del conocimiento, no puedo evitar sentir una inmensa gratitud. Es por eso que dedico esta tesis con amor y agradecimiento.

En primer lugar, agradezco a Dios, cuya guía divina me ha iluminado en cada paso de este camino académico. En los momentos de duda y desánimo, su luz me ha mostrado el camino y su fuerza me ha sostenido. A Él le dedico mi logro y le agradezco por su constante presencia en mi vida.

A mi familia, pilar fundamental de mi existencia, les dedico este trabajo. A mi hija, que con su sonrisa y su inocencia me ha recordado la importancia de perseverar y nunca rendirse. A mi esposa, mi compañera de vida, cuyo apoyo inquebrantable, comprensión y amor me han inspirado a alcanzar mi objetivo. Gracias por ser mi roca en momentos de tormenta y por celebrar conmigo en momentos de alegría. Este logro es también suyo.

A mi madre y tía, cuyo sacrificio y dedicación me han inculcado la importancia de la educación y el esfuerzo constante, les rindo homenaje. Vuestra enseñanza perdura en mí y ha sido un faro en mi camino.

A todos los amigos y profesores que me han acompañado y orientado en esta travesía, les agradezco por su sabiduría y apoyo. Sin ustedes, este logro no habría sido posible.

En resumen, esta tesis es el resultado de la fe, el amor y el apoyo de mi familia, la guía divina de Dios y la influencia de personas maravillosas en mi vida. Espero que este trabajo sea un tributo a todos ustedes y un recordatorio de la importancia de la unidad, la perseverancia y el agradecimiento en nuestro viaje a través del conocimiento."

**Darwin Adán Angulo Alarcón**

**Agradecimiento.**

Quiero expresar mi profundo agradecimiento a todas las personas que han contribuido de manera significativa a la realización de este trabajo de tesis.

Seguido, quiero agradecer a Dios por darme la vida y la oportunidad de cumplir con mis sueños, porque sé que siempre ha estado cuidándome, enseñándome, llenándome de conocimientos a través de cada uno de los profesores.

A mi madre, por su gran amor incondicional, por sus palabras de motivación que a pesar de las caídas siempre fue el pilar fundamental para llegar a cumplir este objetivo, gracias por la confianza y todo el esfuerzo.

A mi padre, por su gran esfuerzo a pesar de las circunstancias jamás me dio la espalda y lo único que me brindo es fuerzas a para avanzar, cuando todo parecía perdido me mostraste la luz, te agradezco por ayudarme a cumplir mi meta, que DIOS los bendiga siempre.

Agradecer a mi directora de tesis, ING. Grey Barragán, por su orientación experta, paciencia y apoyo constante a lo largo de este proceso. Sus consejos y conocimientos fueron fundamentales para el éxito de este proyecto. Agradezco a mi comité de tesis, Ing. María Vallejo y Dr. Oswaldo López por sus valiosos aportes y su tiempo para revisar y mejorar este trabajo.

Mi gratitud se extiende a la Universidad Estatal de Bolívar por proporcionar los recursos y el entorno propicio para llevar a cabo esta investigación.

Finalmente, agradezco a todos los participantes de este estudio por su voluntad de colaborar y compartir su tiempo y conocimientos. Este logro no habría sido posible sin la contribución de todos ustedes, y estoy sinceramente agradecido por su apoyo y confianza en mí.

**Klever Stalin Chariguaman Caiza**

¡Gracias!

**Tema:**

Metodología de identificación de amenazas naturales que podrían afectar a la comunidad urbana o rural. Periodo mayo - septiembre 2023

## Índice General.

Certificación de la Directora.....	2
Dedicatoria.....	5
Agradecimiento.....	6
Tema: .....	7
Índice General.....	8
Índice de Tablas.....	10
Resumen.....	11
Introducción.....	14
Acrónimos.....	15
1 Capítulo 1: .....	16
El Problema.....	16
1.1. Planteamiento del Problema .....	16
1.2. Formulación del problema:.....	17
1.3. Objetivos.....	17
1.3.1. Objetivo General .....	17
1.3.2. Objetivos específicos: .....	18
1.4. Justificación de la Investigación.....	18
1.5. Limitaciones .....	19



2	Capítulo 2: .....	20
	Marco Teórico.....	20
2.1.	Antecedentes de la Investigación .....	20
2.2.	Bases Teóricas .....	21
2.2.1.	Amenazas .....	21
2.2.2.	Amenazas Naturales.....	22
2.2.3.	Clasificación de las Amenazas Naturales.....	24
2.2.4.	Hidrometereológicas .....	24
2.3.	Definición de Términos (Glosario).....	47
2.4.	Sistemas de Variables.....	49
2.4.1.	Operacionalización de Variables.....	50
3	Capítulo 3: .....	54
	Marco Metodológico.....	54
3.1.	Nivel de Investigación.....	54
3.2.	Diseño.....	54
3.3.	Población y Muestra .....	55
3.4.	Técnicas e Instrumentos de Recolección de Datos.....	56
3.5.	Técnicas de Procesamiento y Análisis de Datos .....	57
4	Capítulo 4 .....	58
	Resultados o Logros Alcanzados Según los Objetivos Planteados .....	58

	10
4.1. Resultados según objetivo 1 .....	58
4.2. Resultados según objetivo 2 .....	66
4.3. Resultados según objetivo 3 .....	75
5 Capítulo 5 .....	88
Conclusiones y Recomendaciones .....	88
5.1. Conclusiones.....	88
5.2. Recomendaciones .....	89
Bibliografía .....	90
Anexos .....	99

### **Índice de Tablas.**

Tabla 1 Ejemplo de la Clasificación de las Amenazas .....	22
<i>Tabla 2</i> Clasificación Amenazas Naturales .....	24
Tabla 3 Clasificación de las amenazas hidrometereológicas .....	25
Tabla 4 Amenazas Naturales (Hidrometereológicas, Geológicas) .....	50
Tabla 5 Afectaciones a la Comunidad .....	52
Tabla 6 Amenazas Geológicas.....	63
Tabla 7 Amenazas Hidrometereológicas .....	64

## **Resumen**

El propósito de este proyecto de investigación es recomendar una metodología para identificar y evaluar las amenazas naturales que puedan afectar áreas urbanas o rurales, buscando los riesgos asociados. Este estudio aborda la necesidad de mejorar la gestión del riesgo en la comunidad, dada su vulnerabilidad frente a diversas amenazas que podrían poner en peligro su seguridad, bienestar y la sostenibilidad de sus actividades económicas y sociales.

Las comunidades se enfrentan a amenazas como graduales de tierra, hundimientos, inundaciones, terremotos, erupciones volcánicas, vientos fuertes, inviernos extremos y sequías prolongadas, cada una con impactos diferentes según si la comunidad es urbana o rural. Además, la disponibilidad de servicios básicos, los niveles de pobreza, las tasas de desempleo y la densidad poblacional influyen en estos impactos.

Se emplean metodologías que involucran la identificación y evaluación de estas amenazas naturales, utilizando herramientas como sistemas de información geográfica y técnicas de mapeo. Asimismo, se desarrolla estrategias de gestión de riesgos para mitigar la exposición, gestionar la sensibilidad y aumentar la adaptabilidad de la comunidad.

Los beneficiarios directos son los habitantes de áreas urbanas o rurales y estudiantes de Administración para Desastres y Gestión del Riesgo, así como las entidades involucradas en la gestión de desastres. El objetivo es reducir los riesgos y mejorar la seguridad y el bienestar. Además, se espera que los hallazgos contribuyan a la planificación del desarrollo, medidas preventivas y capacitación de las comunidades y partes interesadas. Esta investigación busca fortalecer la toma de decisiones y la capacidad de respuesta ante las amenazas naturales, justificando la necesidad de mejorar la gestión de riesgos en áreas urbanas o rurales.

Palabras clave: Amenazas naturales, Gestión de riesgos, comunidades vulnerables, Metodologías de evaluación, Impactos diferenciados, Estrategias de mitigación

#### Abstract

The purpose of this research project is to recommend a methodology to identify and evaluate natural hazards that may affect urban or rural areas, looking for associated risks. This study addresses the need to improve risk management in the community, given their vulnerability to various hazards that could jeopardize their safety, well-being and the sustainability of their economic and social activities.

Communities face hazards such as gradual land subsidence, subsidence, floods, earthquakes, volcanic eruptions, strong winds, extreme winters and prolonged droughts, each with different impacts depending on whether the community is urban or rural. In addition, the availability of basic services, poverty levels, unemployment rates and population density influence these impacts.

Methodologies involving the identification and assessment of these natural hazards are employed, using tools such as geographic information systems and mapping techniques. Risk management strategies are also developed to mitigate exposure, manage sensitivity and increase community adaptability.

The direct beneficiaries are the inhabitants of urban or rural areas and students of Disaster Management and Risk Management, as well as entities involved in disaster management. The objective is to reduce risks and improve safety and well-being. In addition, the findings are expected to contribute to development planning, preventive measures and training of communities and stakeholders. This research seeks to strengthen decision making and response capacity to natural hazards, justifying the need for improved risk management in urban or rural areas.

Key words: Natural hazards, Risk management, Vulnerable communities, Assessment methodologies, Differential impacts, Mitigation strategies.

## **Introducción**

Las comunidades de hoy enfrentan una variedad de amenazas naturales que pueden atentar a su seguridad, bienestar y sustentabilidad. Desde deslizamientos de tierra e inundaciones hasta incendios forestales y contaminación ambiental, estas amenazas plantean desafíos constantes para las ciudades y las zonas rurales de todo el Ecuador.

Ante esta realidad, es imperativo realizar investigaciones que nos permitan identificar y evaluar con precisión las amenazas naturales. El objetivo principal de estos estudios es reducir los riesgos asociados con estas amenazas para que se generen resiliencia en las comunidades involucradas. La investigación actual se centra en abordar este desafío centrándose en áreas urbanas o rurales. A través de un enfoque interdisciplinario, se intenta identificar las amenazas naturales y evaluar su magnitud y probabilidad de ocurrencia.

La metodología utilizada en este estudio involucra el uso de herramientas y técnicas avanzadas tales como sistemas de información geográfica, técnicas de mapeo para identificar y evaluar amenazas. De igual manera, las amenazas identificadas se ponderan considerando las características del área urbana o rural en estudio. Los resultados de este estudio no solo beneficiarán directamente a las comunidades estudiadas al mejorar su capacidad para hacer frente a las amenazas identificadas, sino que también tendrán implicaciones más amplias. La información generada es útil para los tomadores de decisiones locales y regionales, ya que proporciona una base sólida para la planificación del desarrollo y la acción preventiva en otras comunidades que enfrentan desafíos similares.

## Acrónimos

OEA: Organización de Estados Americanos

CDC: Centro Para El Control y La Prevención de Enfermedades

FAO: Agencia de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura

FEMA: Federal Emergency Management Agency

FLOODUP: Principales impactos de los riesgos naturales y del cambio climático

GOB: Gobierno

GOV: Gobierno

IAEG: International Association for Engineering Geology and the Environment

IFRC: International Federation Red Cross

INAMHI: Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología

INEGI: Encuesta Nacional de la Dinámica Demográfica

IPCC: Intergovernmental Panel on Climate Change.

IWRA: International Water Resources Association

OBA: Organización de Bomberos Americanos

OEA: Organización de Estados Americanos

SINAGIR: Sistema Nacional para la Gestión Integral del Riesgo

TDI: Texas Department Insurance

UNGDR: Unidad Nacional para la Gestión del Riesgo de Desastres

INISDR: La Oficina de las Naciones Unidas para la Reducción del Riesgo de Desastres

USGS: Servicio Geológico de EE. UU

## Capítulo 1:

### El Problema

#### 1.1. Planteamiento del Problema

La realidad de las comunidades son diversas y están expuestas a diversas amenazas naturales que podrían afectar la seguridad y bienestar de sus habitantes. Entre las amenazas naturales se encuentran [Deslizamientos, hundimientos, inundaciones, sismos, erupciones volcánicas, vientos fuertes, inviernos intensos, sequías prolongadas.

Además, las comunidades presentan características [urbanas, rurales, con pocos servicios básicos, pobreza, desempleo, con mucha población y sectores de cinturones de pobreza, escasos servicios de salud y educación] que pueden influir en la evaluación de las amenazas y los riesgos asociados. Es importante destacar que la comunidad cuenta con recursos unas muy limitados y en otros los suficientes que pueden ser aprovechados para reducir la exposición y vulnerabilidad de la comunidad ante las amenazas identificadas.

En este contexto, se plantea la necesidad de realizar una investigación para identificar y evaluar las amenazas naturales que podrían afectar a la comunidad, y desarrollar medidas preventivas y de mitigación que permitan reducir los riesgos asociados. La investigación se enfocaría en la identificación y evaluación de las amenazas, así como en el desarrollo de estrategias de gestión de riesgos que permitan reducir la exposición y vulnerabilidad de la comunidad ante estas amenazas.

La identificación y ponderación de las amenazas naturales es importante para la gestión del riesgo de desastres y la planificación del desarrollo. Algunos resultados de búsqueda relevantes son:



La medición de la vulnerabilidad incluye la identificación de las amenazas naturales y antrópicas que enfrenta la humanidad, como terremotos, inundaciones, tsunamis, entre otros. (Toulkeridis, 2015)

Las amenazas naturales se pueden clasificar en dos amplias categorías: geofísicas y biológicas, y pueden ser causadas o afectadas por procesos antropogénicos como el cambio del uso del suelo, drenaje y construcción.

Los sistemas de información geográfica, el uso de sensores remotos y las técnicas especiales para el trazado de mapas son algunos de los instrumentos y técnicas utilizados para la evaluación de amenazas naturales. (OEA, 1991)

Los mapas de amenazas múltiples son una herramienta excelente para fomentar la concientización sobre amenazas naturales y para analizar la vulnerabilidad y el riesgo, especialmente cuando se combina con el mapa de riesgos. (OAS, n.d.)

## **1.2. Formulación del problema:**

¿Cuál es la metodología para la ponderación de amenazas naturales (Hidrometeorológicas, Geológicas) y las afectaciones a la comunidad urbana o rural. Periodo mayo - septiembre 2023?

## **1.3. Objetivos**

### ***1.3.1. Objetivo General***

Identificar amenazas naturales que podrían afectar a la comunidad urbana o rural. Periodo mayo - septiembre 2023.

### ***1.3.2. Objetivos específicos:***

1. Definir las amenazas naturales (Hidrometeorológicas, Geológicas) en la comunidad urbana o rural.
2. Identificar los descriptores de las amenazas naturales (Hidrometeorológicas, Geológicas) en la comunidad urbana o rural.
3. Proponer ecuaciones matemáticas para determinar las amenazas naturales (Hidrometeorológicas, Geológicas) en comunidades urbanas y rurales.

### **1.4. Justificación de la Investigación**

El presente trabajo se basa en la necesidad de ponderar las amenazas naturales que podrían afectar a la comunidad urbana o rural. Las comunidades locales, como muchas otras en el mundo, están expuesta a diversas amenazas que pueden poner en riesgo la seguridad y bienestar de sus habitantes, así como la sostenibilidad de sus actividades económicas y sociales.

Es importante destacar que la gestión de riesgos es un proceso continuo y dinámico, que requiere de una evaluación periódica de las amenazas y los riesgos asociados, así como de la implementación de medidas preventivas y de mitigación que permitan reducir la exposición y vulnerabilidad de la comunidad ante estas amenazas. En este sentido, la investigación propuesta busca contribuir a la mejora de la gestión de riesgos en la comunidad, a través de la identificación y evaluación de las amenazas, la priorización de los riesgos y la elaboración de estrategias de gestión de riesgos que permitan reducir la exposición y vulnerabilidad de la comunidad ante las amenazas identificadas y ponderadas.

Además, el presente trabajo podría tener implicaciones en la toma de decisiones a nivel local y regional, al proporcionar información relevante y actualizada sobre las amenazas y los riesgos asociados a la comunidad. También podría contribuir a la generación de capacidades en la

comunidad y en los actores involucrados en la gestión de riesgos, al promover el conocimiento y la aplicación de herramientas y técnicas para la identificación, evaluación y gestión de riesgos.

La realización de este trabajo se justifica por la necesidad de mejorar la gestión de riesgos en la comunidad urbana o rural, mediante la identificación y evaluación de las amenazas, la priorización de los riesgos y la elaboración de estrategias de gestión de riesgos que permitan reducir la exposición y vulnerabilidad de la comunidad ante estas amenazas.

### **1.5. Limitaciones**

Dentro de las limitaciones que podemos anotar y que están presentes en la realización de este trabajo de investigación:

- La falta de información que se encuentre sistematizada para de esta manera poder utilizarla de manera más puntual.
- Dificultad de acceder a las bases conceptuales de las metodologías existentes.

## Capítulo 2:

### Marco Teórico

#### 2.1. Antecedentes de la Investigación

Según datos del Banco Mundial, el Ecuador es uno de los principales países de Latinoamérica donde están latente las posibilidades de que se presenten desastres naturales producto de la presencia amenazante de volcanismo, sismicidad, inundaciones, movimientos en masa (Banco Mundial, 2015). Las características físicas del Ecuador como fuertes pendientes, la cuenca del río Guayas, un clima variado de estaciones secas a lluviosas, precipitaciones abundantes entre otras particularidades, condicionan el surgimiento de amenazas naturales.

Las "Inundaciones y sequías en el Ecuador: proyecto INAMHI-ORSTOM" (Cadier et al., 1997): Este proyecto de investigación aborda las inundaciones y sequías en Ecuador. Proporciona información sobre la frecuencia, intensidad y duración de estos eventos, así como su impacto en el país. Este estudio es relevante para Ecuador y su relación con las amenazas naturales.

En mayo de 2023, fuertes y prolongadas lluvias provocaron inundaciones en Bolívar, Ecuador. Los ríos han roto diques, destruido puentes y dañado casas y comunidades aisladas. Alcaldes de cuatro cantones Chillanes, Caluma, Echeandía y Las Naves pidieron que se declare el estado de emergencia por las lluvias. También se han reportado inundaciones en carreteras y colapso en puentes.

Estos eventos son ejemplos del impacto de las inundaciones en áreas geográficas específicas. Las inundaciones son un tipo de peligro hidrometeorológico natural que se produce cuando el agua del río se filtra de sus márgenes y se extiende a las zonas aledañas. Las causas principales de las inundaciones son las lluvias torrenciales prolongadas, el aumento de la descarga de los ríos debido a las lluvias, el derretimiento de la nieve y el hielo en las cabeceras de los ríos

y el levantamiento de ríos y lagos debido a las lluvias torrenciales en el área y otras áreas de la cuenca. Las inundaciones pueden tener graves consecuencias, incluidas la pérdida de vidas, daños materiales y económicos y problemas de salud pública.

Para la realización de la aplicación parcial de la metodología se establece a la comunidad de Pimbulo perteneciente a la parroquia de La Asunción del cantón Chimbo, la misma que está localizada.

## **2.2. Bases Teóricas**

### **2.2.1. Amenazas**

Las amenazas, en el contexto de la gestión de riesgos y desastres, se refieren a condiciones o eventos potenciales que pueden causar daño o impacto negativo en las comunidades, el medio ambiente y los sistemas socioeconómicos. Según la Estrategia Internacional de Reducción de Desastres de las Naciones Unidas (UNISDR), una amenaza es "un proceso, fenómeno o actividad humana que puede causar daño" (UNISDR, 2009). Estas amenazas pueden clasificarse en naturales, antropogénicas y mixtas.

Las amenazas naturales incluyen eventos geofísicos (terremotos, tsunamis), hidrometeorológicos (inundaciones, sequías), climáticos (cambios extremos en el clima) y biológicos (epidemias).

Las amenazas antropogénicas resultan de actividades humanas, como contaminación ambiental, deforestación y accidentes industriales.

Por último, las amenazas mixtas son aquellas que combinan elementos naturales y antropogénicos, como incendios forestales causados por la interacción de sequías y actividades humanas. La comprensión y la clasificación de las amenazas son fundamentales para el diseño de

estrategias de prevención, mitigación y respuesta que permitan minimizar sus impactos y construir resiliencia en las sociedades.

**Tabla 1**  
*Ejemplo de la Clasificación de las Amenazas*

<b>Amenaza</b>	<b>Clasificación</b>	<b>Causas</b>
Terremotos	Amenaza Natural	Movimientos tectónicos en la corteza terrestre.
Inundaciones		Precipitaciones intensas, deshielos, crecida de ríos.
Sequías		Escasa precipitación, cambios climáticos.
Tsunamis		Movimientos sísmicos submarinos.
Epidemias		Propagación de enfermedades infecciosas.
Cambio Climático	Amenaza Antropogénica	Emisiones de gases de efecto invernadero, deforestación.
Contaminación Ambiental		Vertidos tóxicos, residuos industriales.
Incendios Forestales	Amenaza Mixta (Natural y Antropogénica)	Sequías, actividad humana irresponsable.

Nota: En la tabla se puede observar una clasificación de las amenazas según su naturaleza.

### **2.2.2. Amenazas Naturales**

Una amenaza natural de desastres se refiere a un fenómeno o evento originado en la naturaleza que posee el potencial intrínseco de causar daño, pérdidas o impactos negativos a nivel social, económico y ambiental. Estos eventos, tales como terremotos, inundaciones, huracanes, erupciones volcánicas, sequías y otros, pueden surgir sin intervención humana directa y representan una amenaza significativa para la seguridad y el bienestar de las comunidades. Estas amenazas naturales se caracterizan por su imprevisibilidad y su capacidad para generar situaciones de emergencia, desplazamientos forzados, destrucción de infraestructuras y, en los casos más graves, la pérdida de vidas humanas. Comprender y evaluar adecuadamente las amenazas naturales

es fundamental para la gestión de riesgos y la planificación de medidas de prevención, mitigación y respuesta efectiva frente a los desastres.

Podemos reafirmar lo indicado anteriormente con lo que señala Allan Lavell (2000), Amenazas Naturales: la ubicación originaria de un número importante de los centros urbanos a escala mundial se explica por su proximidad a diversos recursos naturales, aún cuando, con cambios en las estructuras y lógicas económicas y en las tecnologías de comunicación y transporte, estos factores hayan perdido peso con el paso del tiempo. La proximidad a mares, océanos, lagos y ríos o a depósitos de minerales; y la ubicación en valles intermontaños tectónicos o en las faldas de volcanes, entre otras, se explica por el acceso a recursos que facilitan el transporte de bienes, la producción pesquera, agrícola o industrial y la interrelación comercial y poblacional en general.

Sin embargo, por el mismo proceso de la naturaleza, los recursos que ofrecen oportunidades para la vida humana se convierten en distintos momentos en amenazas para ella misma y sus creaciones. Los mares y océanos normalmente benignos, se convierten en amenazas por la presencia cíclica de huracanes y tormentas tropicales, mareas altas combinadas a veces con descargas fluviales anormales, y la probabilidad de un aumento en sus niveles por el impacto del cambio climático global y el efecto invernadero; factores que condicionan la existencia de inundaciones de gran escala, erosión costera y vientos de alta velocidad. Los ríos que ofrecen oportunidades de producción, acceso a agua y medios de transporte y aspectos estéticos de gran valor, además de la refertilización natural de sus zonas de inundación, cíclicamente producen inundaciones de magnitudes anormales que ponen en peligro a la comunidad establecida en sus proximidades. Las faldas de los

volcanes que proveen importantes recursos edáficos y minerales, se transforman en lugares de peligro frente a la posibilidad de la renovada actividad volcánica.

### **2.2.3. Clasificación de las Amenazas Naturales**

Según la Estrategia Internacional de Reducción de Desastres, la clasificación de las amenazas naturales es la siguiente:

**Tabla 2**

#### **Clasificación Amenazas Naturales**

<b>Amenazas Naturales</b>	
<b>Geológicas</b>	Deslizamiento
	Sismo
	Erupción Volcánica
	Avalancha
<b>Hidro Meteorológicas</b>	Lluvia
	Vendaval
	Tornado
	Temporal
	Huracán
	Tormenta Tropical
	Depresión Tropical
	Tormenta Eléctrica
	Rayería
	Inundación
	Sequia
Ola de Calor	
Granizada	

### **2.2.4. Hidrometeorológicas**

Las amenazas hidrometeorológicas constituyen un conjunto de eventos climáticos y meteorológicos extremos que ponen en riesgo la seguridad y el bienestar de las poblaciones y los sistemas naturales. Según la Agencia Federal para el Manejo de Emergencias (FEMA, 2019) de los Estados Unidos, estas amenazas incluyen "eventos como huracanes, tormentas severas, inundaciones, sequías y otros fenómenos relacionados con el clima y el agua". Estos eventos pueden tener impactos devastadores en términos de vidas humanas, infraestructura crítica y



sistemas ambientales. Las amenazas hidrometeorológicas han cobrado mayor relevancia en el contexto del cambio climático, ya que se prevé que la intensidad y frecuencia de estos eventos extremos aumenten en muchas regiones del mundo. La gestión efectiva de estas amenazas requiere la colaboración entre científicos, responsables políticos y comunidades, con el fin de implementar estrategias de mitigación, adaptación y respuesta que reduzcan la vulnerabilidad y aumenten la resiliencia ante estas condiciones climáticas extremas.

**Tabla 3**  
*Clasificación de las amenazas hidrometeorológicas*

<b>Tipo de Amenaza</b>	<b>Descripción</b>	<b>Ejemplos</b>
Huracanes y Ciclones	Tormentas tropicales de gran intensidad con vientos y lluvias extremas, que pueden causar inundaciones y daños estructurales significativos.	Huracán Katrina, Tifón Haiyan
Tormentas Severas	Eventos climáticos con fuertes vientos, granizo y lluvias intensas, que pueden causar inundaciones, caída de árboles y daños en edificaciones.	Tormenta de Granizo, Tornado
Inundaciones	Desbordamiento de ríos, crecida de aguas marinas o pluviales, que resultan en la anegación de áreas y daños a propiedades.	Inundaciones Fluviales, Inundaciones Costeras
Sequías	Períodos prolongados de escasa precipitación que causan la disminución de reservas de agua y afectan la agricultura y el suministro de agua.	Sequía de California, Sequía en el Cuerno de África
Eventos de Nieve y Hielo	Acumulación de nieve y formación de hielo que pueden causar bloqueos en carreteras, caídas de árboles y cortes de energía.	Tormenta de Nieve, Congelación en Carreteras
Tormentas de Polvo	Vientos fuertes que levantan partículas de tierra y polvo, reduciendo la visibilidad y afectando la calidad del aire.	Tormentas de Arena, Polvo del Sahara

Nota: La tabla expone la clasificación de las amenazas, tomado de (FEMA, 2019)

#### **2.2.4.1. Sequias**

“Las sequías, según el Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología (INAMHI), son periodos prolongados de tiempo seco causados por la falta de lluvia, lo que produce escasez de agua” (CDC, 2023). Durante periodos, puede haber desabastecimiento de agua y problemas de

salud pública 1. Las sequías pueden durar desde una sola estación hasta muchas décadas y pueden afectar áreas que van desde unas pocas centenas de millas cuadradas hasta millones 1.

En el contexto de Ecuador, el INAMHI ha llevado a cabo proyectos de investigación sobre inundaciones y sequías en el país (Cadier et al., 1997). “También se ha destacado la importancia de caracterizar las sequías hidrológicas en las principales cuencas hidrográficas del país” (SENAMHI, 2023). Además, se ha informado que el primer trimestre de 2022 se caracterizará por la sequía en Ecuador (INAMHI, 2022).

En resumen, las sequías son periodos prolongados de tiempo seco causados por la falta de lluvia, lo que resulta en escasez de agua. Pueden tener impactos significativos en el suministro de agua, la salud pública y la agricultura.

#### **2.2.4.1.1. Deficiencia de lluvia**

La deficiencia de lluvia, también conocida como sequía, es un fenómeno climático que ha impactado a diversas regiones del mundo. Según el Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI) de México, la sequía se define como "una insuficiencia prolongada de lluvias que resulta en un déficit de agua para satisfacer las necesidades normales" (INEGI, 2018). Esta condición puede tener efectos devastadores en la agricultura, los recursos hídricos y el ecosistema en general. De acuerdo con el informe de la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO), “las sequías son responsables de la pérdida de cultivos y la degradación del suelo, afectando directamente la seguridad alimentaria de las comunidades vulnerables” (FAO, 2019). Además, la sequía puede contribuir al agotamiento de fuentes de agua dulce, como ríos y lagos, exacerbando la escasez de agua potable. En este sentido, es crucial desarrollar estrategias de gestión de sequías basadas en el conocimiento científico y la planificación sostenible para mitigar sus impactos y garantizar la resiliencia de las sociedades frente a este desafío climático.

Para el Ayuntamiento de Huelva (2019), la sequía se define como un periodo prolongado de tiempo en los que una determinada región o territorio no recibe la cantidad suficiente de agua para suministrar las necesidades de la fauna y flora, incluyéndonos a nosotros, los seres humanos.

La Organización de las Naciones Unidas (ONU) alerta del desafío que supone la sequía para nuestros estilos de vida, ya que afecta tanto a las economías como a los ecosistemas. Ocasionada por los efectos del cambio climático, provocó que la Tierra fuera más seca de lo normal en el año 2021 y que esa tendencia siga «in crescendo».

Según predice la calculadora del Servicio de Cambio Climático (C3S) de Copernicus, el calentamiento global alcanzará el límite de 1'5 °C en febrero del año 2035. El Servicio de Cambio Climático (C3S) de Copernicus ha informado recientemente que el año 2022 ha sido el segundo año más cálido en Europa y el quinto año más cálido a nivel mundial desde que hay registros.

Se han batido récords de temperaturas, no solo por países, sino a nivel global. Ha sido el octavo año consecutivo en el que se supera por 1 °C la temperatura media mundial. Según los expertos, se trata de un dato muy alarmante, donde también apuntan que las previsiones para este verano siguen por el mismo camino ya que las temperaturas seguirán subiendo.

Los tipos de sequía que existen son:

- Agrícola: La sequía agrícola puede definirse como aquella que afecta a los cultivos por la falta de lluvias o estrategias mal planificadas de las actividades agrícolas”.(Ayuntamiento de Huelva, 2019).

- Hidrológica: La sequía hidrológica tiene lugar cuando las reservas de agua de una determinada región o territorio están por debajo de la media. La principal causa de este tipo de sequía se debe a la escasez continuada de lluvias o las malas prácticas de la actividad humana”.(Ayuntamiento de Huelva, 2019)
- Meteorológica: La sequía meteorológica se debe a la ausencia o escasez de precipitaciones durante un periodo de tiempo determinado”. (Ayuntamiento de Huelva, 2019)

El déficit de lluvia se refiere a una situación en la que hay una falta de precipitación de agua en una región determinada (Orstom et al., n.d.). Esto puede llevar a una sequía, que es un período prolongado de tiempo seco causado por la falta de lluvia, lo que produce escasez de agua. La falta de lluvia también puede tener un impacto negativo en la salud pública, ya que puede causar desabastecimiento de agua y problemas de salud. “Además, la falta de lluvia puede afectar la vegetación y los árboles, como se ha visto en Berlín, donde la falta de precipitaciones ha condenado a la desaparición a los árboles” (Pourrut, 1995). La falta de lluvia también puede ser un efecto del cambio climático, que afecta a los derechos humanos y puede tener un impacto desproporcionado en las personas que viven en los países menos ricos y en las mujeres y niñas 6.

### **Disminución de caudales**

La disminución de caudales, conocida como reducción de los flujos de agua en cuerpos hídricos, es un fenómeno hidrológico de gran relevancia en la gestión de recursos hídricos. Según la Asociación Internacional del Agua (IWRA), la disminución de caudales se refiere a "una reducción significativa y sostenida en la cantidad de agua que fluye a través de ríos, arroyos y otros sistemas acuáticos" (IWRA, 2012). Esta situación puede surgir como resultado de diversos factores, incluyendo la sobreexplotación de acuíferos, el cambio climático y la alteración de los patrones de precipitación. La reducción de los caudales puede tener consecuencias negativas en

múltiples sectores, como la agricultura, la generación de energía hidroeléctrica y el abastecimiento de agua potable. La comprensión de las causas subyacentes y la implementación de estrategias de manejo sostenible son esenciales para abordar este desafío y garantizar la disponibilidad de recursos hídricos a largo plazo.

#### Impactos del Cambio Climático Sobre las Cuencas del Ecuador.

Las investigaciones del Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología (INAMHI), sustentadas en aproximadamente 50 estaciones meteorológicas señalan un incremento sostenido de la temperatura media y valores extremos en magnitudes que, en varios puntos del país, oscilan alrededor de  $V C$  ver (Anexo 1).

Esta imagen guarda una relación directa con la tendencia global e inclusive parecería que supera los aumentos de temperatura a nivel mundial. Por su lado, la variación de la precipitación en el país es variable, con una leve tendencia a la disminución, especialmente en la región litoral. (Llerena-Vargas, 2009)

#### **Incendios forestales**

“Un incendio forestal es un fuego que se propaga sin control a través de una zona forestal o natural” (OBA, 2023). “Estos incendios pueden ser causados por rayos, pero también ser causados por la actividad humana, como el uso de fuegos abiertos, la quema de basura o la negligencia en el manejo de materiales inflamables” (OBA, 2023). “Los incendios forestales pueden tener un impacto devastador en el medio ambiente, destruyendo la vegetación y la fauna, y pueden poner en peligro la vida de las personas y los bienes” (MinInte España, 2022). Además, los incendios forestales pueden tener un impacto negativo en la calidad del aire, ya que el humo y las cenizas pueden afectar la salud de las personas que viven cerca de la zona afectada. En resumen,

los incendios forestales son un grave problema que puede tener un impacto negativo en el medio ambiente, la salud pública y la economía.

La Organización de Bomberos Americanos (OBA) clasifica los incendios forestales en función de su intensidad y comportamiento. A continuación, se detallan las clasificaciones según la OBA:

**Incendios de superficie:** son aquellos que se propagan por la capa de hojas, ramas y otros materiales que se encuentran en la superficie del suelo. Estos incendios suelen ser de baja intensidad y se pueden controlar con relativa facilidad.

**Incendios de copa:** son aquellos que se propagan por la parte superior de los árboles, donde se encuentra la copa. Estos incendios pueden ser muy peligrosos y difíciles de controlar debido a la altura y la intensidad del fuego.

**Incendios subterráneos:** son aquellos que se propagan por debajo de la superficie del suelo, quemando las raíces y otros materiales orgánicos. Estos incendios pueden ser muy difíciles de detectar y controlar.

**Incendios de corona:** son aquellos que se propagan por la parte superior de los árboles y se extienden rápidamente a través de la copa de los árboles. Estos incendios pueden ser muy peligrosos y difíciles de controlar debido a la velocidad y la intensidad del fuego.(OBA, 2023)

#### **2.2.4.2. Inundaciones**

Una inundación, en términos universitarios, se refiere al evento hidrometeorológico en el cual áreas terrestres que normalmente están secas son inundadas por la acumulación excesiva de agua. Este fenómeno puede ser causado por diversas circunstancias, como intensas lluvias, desbordamientos de ríos, deshielos rápidos, marejadas ciclónicas o la rotura de estructuras de

contención. Las inundaciones pueden tener consecuencias significativas en términos de impacto ambiental, económico y social, y su estudio en un contexto académico implica analizar las causas subyacentes, los patrones de ocurrencia, la gestión de riesgos y las estrategias de mitigación para reducir sus efectos adversos en las comunidades y los ecosistemas afectados.

“Con concordando con lo manifestado podemos asegurar que las inundaciones son un fenómeno natural que ocurre cuando el agua ocupa zonas o áreas que en condiciones normales se encuentran dentro de un nivel normal” (Ecoexploratorio, 2019). En otras palabras, una inundación es la ocupación por parte del agua de zonas o regiones que habitualmente se encuentran secas (Nunez, 2022). “Las inundaciones pueden ocurrir por periodos intensos de lluvia, por periodos prolongados de lluvia o por el derretimiento de nieve con o sin lluvia” (Ecoexploratorio, 2019).

“Las inundaciones son uno de los riesgos naturales más comunes y destructivos de la Tierra” (Nunez, 2022).” Los efectos principales de las inundaciones incluyen la pérdida de vidas y daños a edificios y otras estructuras, incluidos puentes, sistemas de alcantarillado, carreteras y canales” (Nunez, 2022). “Además, las aguas de las inundaciones suelen inundar las tierras agrícolas, lo que las hace inviables e impiden la siembra o la cosecha de cultivos, lo que puede provocar escasez de alimentos tanto para los seres humanos como para los animales de granja” (Nunez, 2022)<sup>5</sup>.

#### **2.2.4.2.1. Inundaciones Súbitas**

Las inundaciones repentinas, también conocidas como flash floods, son un tipo de inundación que se producen como consecuencia de episodios muy intensos de lluvias (Zarza, 2020a). “Estas lluvias pueden ser tan intensas que el caudal de agua que se genera es superior al que puede drenar el propio cauce del río, lo que provoca que el agua se desborde y se extienda

rápidamente por las zonas aledañas” (Zarza, 2020a). “Las inundaciones repentinas son especialmente peligrosas debido a su rapidez ya que pueden ocurrir en cualquier momento y lugar” (TDI Texas, 2019). “Además, suelen ser muy destructivas y pueden causar graves daños a la infraestructura, viviendas y cultivos” (TDI Texas, 2019). “Las inundaciones repentinas pueden ser causadas por tormentas eléctricas de movimiento lento, múltiples tormentas eléctricas que se mueven repetidamente sobre la misma área, o por la rotura de presas o diques” (TDI Texas, 2019).

“Las inundaciones lentas son un tipo de inundación que se desarrolla durante horas o días” (IFRC, 2019).

A diferencia de las inundaciones repentinas, las inundaciones lentas se producen cuando el agua se acumula en un área que generalmente está seca, como consecuencia de la aportación inusual y más o menos repentina de una cantidad de agua superior a la que puede drenar el propio cauce del río (Zarza, 2020a).

Las principales afectaciones por inundaciones lentas son:

- “Destrucción de cultivos y cosechas: las inundaciones pueden producir importantes impactos económicos en los productores rurales por la pérdida de cosechas que se arruinan por el exceso de agua” (Enciclopedia Humanidades, 2018).
- “Destrucción de vías de transporte: las inundaciones pueden anegar caminos y destruir puentes y otras infraestructuras de transporte” (Enciclopedia Humanidades, 2018)3.
- “Interrupción de servicios públicos: las inundaciones suelen producir la interrupción de la energía eléctrica, el suministro de agua potable y otros servicios públicos” (Enciclopedia Humanidades, 2018).
- “Daños a la infraestructura y viviendas : las inundaciones lentas pueden causar graves daños a la infraestructura, viviendas y cultivos” (IFRC, 2019).



- “Es importante destacar que las inundaciones lentas pueden ser causadas por las prácticas de uso de la tierra y de construcción, que han provocado un aumento en la frecuencia y magnitud de las inundaciones” (IFRC, 2019).
- “Además, se prevé que las inundaciones serán aún más frecuentes y graves en el futuro debido al cambio climático” (IFRC, 2019).

Una inundación repentina es un fenómeno hidrológico caracterizado por un inicio repentino y un desarrollo rápido. Estos ocurren cuando grandes cantidades de agua se acumulan en un área en un corto período de tiempo, excediendo la adecuada capacidad de absorción o descarga del terreno. Estas inundaciones generalmente son causadas por eventos climáticos severos, como lluvias torrenciales, deshielo repentino y fallas en las estructuras de almacenamiento. Su velocidad de desarrollo puede causar daños significativos a la infraestructura, la propiedad y la vida humana en minutos u horas. Su imprevisibilidad y potencial devastador subrayan la importancia de la preparación y la respuesta rápida de las comunidades y las autoridades. Las inundaciones repentinas pueden tener impactos significativos en áreas urbanas y rurales y requieren medidas adecuadas de planificación y gestión de riesgos para mitigar los impactos adversos.

#### **2.2.4.2.2. *Inundaciones Lentas***

Una inundación lenta es un fenómeno hidrológico caracterizado por un curso gradual y prolongado en comparación con las crecidas repentinas. Estos fenómenos progresan durante largos períodos de tiempo, provocando que el agua se acumule e infiltre grandes áreas geográficas. Las inundaciones moderadas pueden ser causadas por una variedad de factores, que incluyen lluvias

continuas, inundaciones graduales de ríos, saturación continua del suelo y aumento gradual en los niveles de agua en cuerpos de agua como lagos y embalses.

Las causas de las inundaciones dependen del entorno local y de las condiciones climáticas. La lluvia continua durante un largo período de tiempo satura el suelo y evita que la tierra retenga más agua. Además, la inundación lenta de los ríos debido a las lluvias continuas en la cuenca puede conducir a la inundación gradual de las áreas adyacentes. Un aumento gradual en los niveles de agua en lagos y embalses puede inundar las áreas circundantes.

Los principales impactos de las inundaciones lentas incluyen cambios en el entorno natural y la actividad humana. La acumulación de agua puede afectar la calidad del suelo y la disponibilidad de nutrientes, afectando la agricultura y los ecosistemas. Las inundaciones también pueden ocurrir en áreas urbanas y rurales cerca de ríos y cuerpos de agua, causando daños a la infraestructura, interrupción del transporte y daños a la propiedad. Además, las inundaciones lentas pueden afectar la salud pública al promover la propagación de enfermedades transmitidas por el agua.

Comprender las causas y los efectos de las inundaciones lentas es fundamental para implementar estrategias adecuadas de planificación y gestión de riesgos para reducir su impacto en las comunidades y el medio ambiente.

#### **2.2.4.2.3. *Inundaciones Urbanas***

“Las inundaciones urbanas son un tipo de inundación que se producen en áreas urbanas y que pueden ser causadas por factores naturales o humanos” (Osorio, 2022). Algunas de las causas de las inundaciones urbanas son:

“Expansión de las ciudades: el crecimiento de las áreas urbanas impermeabiliza los suelos y reduce su capacidad de absorción” (Enciclopedia Humanidades, 2018).

“Lluvias intensas: las lluvias intensas pueden producir inundaciones cuando el agua precipitada es mayor que la capacidad de absorción de los suelos o de los sistemas hídricos urbanos” (SINAGIR, 2019).

“Obstrucción de los sistemas de drenaje: la Obstrucción de los sistemas de drenaje, como alcantarillas y canales, puede provocar inundaciones” (Osorio, 2022).

“Cambio climático: el cambio climático puede aumentar la frecuencia y magnitud de las inundaciones urbanas” (Osorio, 2022).

Las inundaciones urbanas pueden tener varios efectos negativos, como:

“Daños a la infraestructura y viviendas: las inundaciones urbanas pueden causar graves daños a la infraestructura, viviendas y cultivos” (Osorio, 2022).

“Interrupción de servicios públicos: las inundaciones pueden producir la interrupción de la energía eléctrica, el suministro de agua potable y otros servicios públicos” (Osorio, 2022).

“Pérdida de vidas humanas: las inundaciones urbanas pueden ser peligrosas para las personas y pueden provocar la pérdida de vidas humanas” (Osorio, 2022).

“Impacto económico: las inundaciones pueden tener un impacto económico significativo debido a los daños a la infraestructura y la pérdida de bienes” (Osorio, 2022).

Es importante destacar que las inundaciones urbanas pueden ser prevenidas o mitigadas mediante la implementación de medidas de gestión del riesgo, como la construcción de sistemas de drenaje adecuado, la planificación del uso del suelo y la educación de la población sobre cómo actuar en caso de inundaciones (Osorio, 2022).

#### **2.2.4.2.4. Desbordamientos de Ríos**

Una crecida de río es un fenómeno hidrológico en el cual su caudal excede su capacidad normal e inunda áreas adyacentes más allá de sus márgenes naturales. Estas inundaciones tienen una variedad de causas y, a menudo, son el resultado de una combinación de factores naturales y provocados por el hombre. Las principales causas de las crecidas de los ríos son:

“Lluvias intensas: Las lluvias intensas o prolongadas pueden generar grandes cantidades de agua que los lechos de los ríos no pueden manejar de manera eficiente y causar inundaciones.”  
(Cadier et al., 1997)

“Deshielo rápido: en primavera y en climas fríos, el rápido derretimiento de las capas de nieve en las montañas puede causar que un exceso repentino de agua fluya hacia los ríos.”  
(Decología, 2018)

Deforestación y urbanización: La eliminación de la vegetación y la urbanización pueden cambiar la capacidad natural de los suelos para absorber y almacenar agua, aumentando la escorrentía superficial y aumentando el riesgo de inundaciones.

Obstrucciones de canales: la acumulación de sedimentos, escombros y vegetación en los canales de los ríos puede interrumpir el flujo normal de agua y causar inundaciones.

Cambio en el uso de la tierra: las actividades humanas que alteran el paisaje, como la construcción de represas en los ríos y el desvío de agua, pueden cambiar los patrones de flujo y aumentar el riesgo de inundaciones.

Inundación de ríos adyacentes: cuando un río se inunda corriente arriba, puede aumentar la escorrentía e inundar la parte corriente abajo.

Aumento del nivel del mar: en las zonas costeras, el aumento del nivel del mar debido al cambio climático podría provocar la intrusión de agua salada en los ríos, lo que aumentaría la probabilidad de inundaciones.

En resumen, las inundaciones de los ríos son una combinación de factores naturales y humanos que pueden interactuar para aumentar el riesgo. Comprender estas causas es fundamental para una adecuada planificación y gestión del riesgo de inundación, y para implementar medidas de adaptación y mitigación.

Los desbordamientos de ríos pueden tener efectos devastadores en términos de pérdida de vidas, daños a la propiedad y perturbaciones en la infraestructura. “Estos eventos hidrológicos pueden resultar en la destrucción de viviendas, infraestructuras y cosechas, causando un impacto directo en las comunidades afectadas” (Jonkman, 2005). Además de las consecuencias físicas, los desbordamientos también pueden tener efectos a largo plazo en la economía, el medio ambiente y la salud pública. “La contaminación del agua, la interrupción de servicios básicos y la propagación de enfermedades transmitidas por el agua son amenazas que pueden surgir como consecuencia de los desbordamientos” (Fekete et al., 2004). Para mitigar estos impactos, es esencial una planificación adecuada de la gestión del riesgo de inundaciones, que incluya medidas de prevención, preparación y respuesta que reduzcan el potencial destructivo de los desbordamientos en las comunidades y promuevan la resiliencia a largo plazo.

#### **2.2.4.3. Movimientos en Masa, Deslizamientos de Tierra.**

Los movimientos en masa, en el ámbito geológico, se refieren a la migración o desplazamiento de materiales de la corteza terrestre, como suelo, rocas y sedimentos, a lo largo de pendientes. Estos fenómenos pueden variar en escala y velocidad, desde pequeños deslizamientos

hasta grandes avalanchas de tierra. Según la Asociación Internacional de Geología de Ingeniería y Medio Ambiente (IAEG), “los movimientos en masa se clasifican en diversas categorías, como deslizamientos, caídas de rocas y flujos de lodo, según la naturaleza y el comportamiento del material involucrado” (IAEG, 2018).

Las causas de los movimientos en masa son multifacéticas y pueden ser de origen natural o antropogénico. Las fuerzas naturales, como la lluvia intensa, los terremotos y la erosión constante, pueden debilitar la cohesión del terreno y desencadenar movimientos. Además, las actividades humanas, como la deforestación, la construcción en laderas y la alteración de la topografía, pueden desencadenar cambios en la estabilidad de las pendientes y contribuir a la ocurrencia de movimientos en masa (Hung et al., 2014).

Los movimientos en masa pueden tener consecuencias significativas para las áreas afectadas y las comunidades circundantes. “Los deslizamientos de tierra y las avalanchas de rocas pueden dañar infraestructuras, viviendas y vías de comunicación, poniendo en riesgo la seguridad de las personas” (Guzzetti et al., 2005). Además, los flujos de lodo pueden obstruir ríos y causar inundaciones súbitas, exacerbando el impacto. La planificación adecuada del uso de la tierra, la vigilancia constante y las medidas de mitigación son fundamentales para reducir el riesgo de movimientos en masa y sus consecuencias adversas.

“Los movimientos en masa son el desplazamiento de suelo, roca y/o tierras laderas abajo por acción de la fuerza de gravedad” (UNGRD, 2020). Estos movimientos pueden ser causados por factores naturales o por la acción humana (GOV.CO, 2023).

Algunas de las causas naturales que pueden propiciar los movimientos en masa son las siguientes:

Precipitaciones intensas y prolongadas (FLOODUP, 2015).

Aumento del caudal de los ríos debido a la lluvia (FLOODUP, 2015)4.

Derretimiento de nieve o hielo en las nacientes de los ríos (Delgado-Mesa, 2020).

Eventos sísmicos (GOV.CO, 2023).

Por otro lado, las causas antrópicas que pueden propiciar los movimientos en masa incluyen la deforestación, la construcción de infraestructuras, la minería y la urbanización (Delgado-Mesa, 2020).

Los movimientos en masa pueden tener efectos graves en las personas y en el medio ambiente, como la pérdida de vidas humanas, danos materiales y económicos, y problemas de salud pública (Corpoboyacá, 2020).

Por lo tanto, es importante tomar medidas preventivas y estar preparados para enfrentar estos eventos naturales. Algunas de las medidas preventivas que se pueden tomar incluyen la planificación del territorio, la construcción de obras de protección y la educación y concientización de la población (UNGRD, 2020).

#### **2.2.4.3.1. Aluvión (*Flujos de lodo y escombros*)**

Un aluvión es una inundación repentina que se produce cuando una gran cantidad de agua arrastra sedimentos y rocas a través de un lecho de río. El aluvión es un fenómeno natural que puede ser muy destructivo y tener graves consecuencias para las personas y las propiedades cercanas.

Según Montoya et al. (2017), "un aluvión es una crecida súbita de agua que se origina por lluvias intensas o por el deshielo de las nieves en las zonas altas de una cuenca hidrográfica. En el proceso, arrastra grandes cantidades de sedimentos y rocas, que se depositan en el cauce del río y sus márgenes, ocasionando inundaciones y daños materiales".

Un aluvión es un flujo de barro, agua y material suelto que desciende por una ladera, quebrada o cauce, arrastrando todo lo que encuentra a su paso (BBC, 2022). Los aluviones pueden ser causados por fuertes lluvias, deshielos, terremotos, erupciones volcánicas y otros eventos que alteran la topografía natural del terreno.

El aluvión es la acumulación de sedimentos y otros materiales transportados y depositados por cuerpos de agua, como ríos y arroyos, en áreas fuera de su flujo normal. Estos eventos a menudo ocurren durante fuertes lluvias o después de deslizamientos de tierra y pueden causar daños significativos a la propiedad y lesiones personales en áreas pobladas.

#### **2.2.4.3.2. *Desprendimiento de Rocas***

Un desprendimiento de rocas es un tipo de movimiento de inestabilidad producido por falta de apoyo que involucra una escasa cantidad de terreno. Se define como desprendimiento a toda masa separada de un talud o ladera por una superficie de corte generalmente pequeña y cuyo recorrido se realiza principalmente a través del aire. Los fragmentos originados por los desprendimientos presentan recorridos de varios tipos, y el material puede caer libremente, saltar, rodar o incluso puede presentarse cualquier combinación de las anteriores. En cualquier caso, los materiales desprendidos suelen quedar depositados al pie del talud o a una cierta distancia del mismo, en función de la energía alcanzada por los fragmentos en su movimiento. (Risk Nat, 2010)

“La predicción de las áreas en las que ocurrirá un desprendimiento de rocas se realiza en términos estadísticos a partir de la obtención de la información de los escarpes rocosos” (Royán, 2015). “Como medida preventiva a los desprendimientos de rocas, en muchas laderas rocosas se instalan obras de defensa que reducen el nivel de riesgo de los elementos expuestos” (Royán, 2015).



“En ocasiones estas medidas son insuficientes debido al alto volumen y energía de los desprendimientos” (Royán, 2015). “Por lo tanto, se hace fundamental la aplicación de sistemas de monitoreo de los escarpes rocosos con el fin de predecir espacial y temporalmente los desprendimientos” (Royán, 2015)

#### **2.2.4.3.3. Hundimientos**

“Los hundimientos son movimientos de la superficie terrestre en los que predomina el sentido descendente y que pueden tener lugar en áreas de distintas características y pendientes” (USGS, 2018). “En general, los hundimientos se producen en lugares donde la roca que existe debajo de la superficie es piedra caliza, roca de carbonato, tiene capas de sal o son rocas que pueden ser disueltas naturalmente por la misma circulación del agua subterránea”(USGS, 2018). “Al disolverse la roca, se forman espacios y cavernas subterráneas, y si no se cuenta con suficiente apoyo para la tierra que se encuentra sobre los espacios y cavernas subterráneas, entonces puede ocurrir un colapso súbito en la tierra”(USGS, 2018). “Los hundimientos pueden ser pequeños o grandes y pueden ocurrir en lugares donde se encuentra construida una casa o un camino” (USGS, 2018). Además, los hundimientos pueden ser inducidos por distintas causas y se pueden desarrollar con velocidades muy rápidas o muy lentas según sea el mecanismo que da lugar a tal inestabilidad (County, 2018).

#### **2.2.4.4. Heladas**

La helada es un fenómeno meteorológico en el que las temperaturas descienden por debajo del punto de congelación y se forma hielo en las superficies expuestas. Estas condiciones de frío

pueden afectar no solo a la vegetación sino también a las estructuras y objetos circundantes, con efectos variables según la intensidad y la duración de la helada.

Las heladas ocurren cuando la temperatura local desciende tanto que el agua superficial se congela. Esto puede ocurrir en una variedad de situaciones, como una noche despejada cuando la radiación térmica se pierde rápidamente o masas de aire frío se mueven sobre el área.” La humedad y la ausencia de nubes favorecen la formación de las heladas, ya que permiten que el calor se escape más fácilmente al espacio” (Vihma, 2014).

Las heladas pueden afectar negativamente a la agricultura y afectar a cultivos y plantas sensibles al frío. Las partes vegetativas, como las hojas y los tallos, pueden dañarse o marchitarse por la congelación de la humedad en el tejido. Además, las heladas pueden causar problemas en infraestructuras como carreteras y puentes al formar hielo en la superficie. Las carreteras heladas pueden crear condiciones de manejo peligrosas y aumentar el riesgo de accidentes. La prevención y la protección adecuada son, por tanto, fundamentales para reducir los efectos negativos de las heladas en la agricultura y la seguridad vial.

#### **2.2.4.5. Sismos**

“Un sismo es un movimiento brusco de la Tierra causado por la liberación de energía acumulada durante un largo tiempo”.(CNE, 2023). “Los sismos pueden ser causados por diversos factores, como la activación de fallas sísmicas, la erupción de volcanes o la colisión de placas tectónicas”. (CNE, 2023). “Los sismos más comunes son los de magnitud menor a 3.0, pero cuando ocurren sismos de magnitud mayor a 8.0, pueden causar daños significativos a edificios e infraestructuras”(Concepto, 2018).

#### 2.2.4.5.1. *Hipocentro, Epicentro*

“El epicentro es el punto en la superficie de la Tierra donde se proyecta el hipocentro, que es la zona en el interior de la Tierra donde se genera un sismo”. (UNA, 2022). El epicentro y el hipocentro están relacionados de la siguiente manera:

“Hipocentro: Es la fuente de energía que genera un sismo y se encuentra en el interior de la Tierra a cierta profundidad con respecto a la superficie”. (IGPN, 2022).

“Epicentro: Es el punto en la superficie de la Tierra donde se proyecta el hipocentro, es decir, el lugar donde se produce el sismo” (IGPN, 2022).

El epicentro y el hipocentro no siempre se encuentran en la misma ubicación. “Por ejemplo, un sismo de magnitud 5.7 en el centro de México tuvo un epicentro en la ciudad de Chiautla de Tapia, en el sur del Estado de Puebla, a 16 kilómetros de la localidad poblana”. (González, 2023). “El hipocentro, en cambio, se ubicó a 78 kilómetros de profundidad en una zona a 16 kilómetros al oeste de la localidad poblana”. (González, 2023).

Es importante tener en cuenta que la información sobre el epicentro y el hipocentro de un sismo puede variar según la fuente y la magnitud del evento sísmico. “Para obtener información actualizada y precisa sobre sismos, se pueden consultar sitios web como el del Servicio Sismológico Nacional (SSN) en México. 5 o el Instituto Geofísico de EPN en Ecuador (IGM, 2017).

### Ilustración 1 *Hipo y Epicentro*



#### 2.2.4.5.2. Origen

El origen de los sismos se debe a la liberación de energía acumulada durante un largo tiempo. Esta liberación de energía puede ser causada por diversos factores, incluyendo la activación de fallas sísmicas, la erupción de volcanes o la colisión de placas tectónicas (IGM, 2017).

La zona en el interior de la Tierra donde se genera un sismo se llama hipocentro, y el punto en la superficie de la Tierra sobre el hipocentro se llama epicentro. Las ondas sísmicas se propagan desde el hipocentro, y el epicentro es el lugar donde se produce el sismo.

“Históricamente, los filósofos de la antigua Grecia fueron los primeros en asignar causas naturales a los terremotos. Postularon que la humedad, el vapor y el agua podían causar sismos” (Jaquima, 2020). “A lo largo de la historia, se han propuesto diversas teorías sobre el origen de los sismos, y en la actualidad, la sismología es la disciplina que se encarga de estudiar los sismos y su origen”.(Jaquima, 2020).

En resumen, el origen de los sismos se debe a la liberación de energía acumulada, y puede ser causada por diversos factores geológicos. El estudio de los sismos y su origen es fundamental para comprender y prevenir los riesgos asociados a estos eventos

## Ilustración 2

### Origen de un Sismo



#### 2.2.4.5.3. Clasificación

Los sismos se clasifican principalmente en tres tipos: los terremotos tectónicos, que son causados por la liberación de energía en las fallas de la corteza terrestre; los sismos volcánicos, generados por la actividad volcánica; y los sismos artificiales, ocasionados por la actividad humana, como la detonación de explosivos o la extracción de petróleo. Estas categorías permiten comprender mejor las causas y características de los diferentes tipos de movimientos sísmicos.

Los sismos o terremotos se pueden clasificar de diferentes maneras, dependiendo de los criterios utilizados. A continuación, se presentan algunas de las clasificaciones más comunes:

Según su origen: Los sismos pueden ser tectónicos, volcánicos o plutónicos. Los sismos tectónicos son los más comunes y se producen por la liberación de energía acumulada en las fallas geológicas. Los sismos volcánicos se producen por la actividad

volcánica, mientras que los sismos plutónicos se producen por la intrusión de magma en la corteza terrestre. (Debate, 2020).

Según su magnitud: “La magnitud de un sismo es una medida de la energía liberada durante el evento sísmico. Los sismos se pueden clasificar en diferentes categorías según su magnitud, como se muestra en la siguiente tabla”. (CNE, 2023):

**Ilustración 3**  
***Magnitud de un Sismo***

<b>magnitud</b>	<b>Efectos</b>
Menos de 3.5	Generalmente no se siente, pero está registrado.
3,5 - 5,4	A menudo se siente, pero sólo causa daños menores.
5,5 - 6,0	Ocasiona daños ligeros a edificios.
6,1 - 6,9	Puede causar daños graves en áreas pobladas.
7,0 - 7,9	Puede causar daños graves en áreas extensas.
8.0 o más	Puede causar daños catastróficos en áreas extensas.

Según su intensidad: La intensidad de un sismo es una medida de los efectos que producen en la superficie terrestre y en las construcciones. La intensidad se mide en una escala llamada Escala de Mercalli, que va del grado I al grado XII. Los grados más bajos corresponden a sismos que no se perciben, mientras que los grados más altos corresponden a sismos que causan daños catastróficos. (Guzmán, 2011).

En resumen, los sismos se pueden clasificar según su origen, magnitud o intensidad. La clasificación de los sismos es importante para comprender y prevenir los riesgos asociados a estos eventos.

### 2.3. Definición de Términos (Glosario)

1. “Amenazas: Condiciones o eventos potenciales que pueden causar daño o impacto negativo en las comunidades, el medio ambiente y los sistemas socioeconómicos”. (UNISDR, 2009)
2. Desbordamientos de Ríos: Eventos hidrológicos en los que el flujo de agua de un río excede su capacidad normal y se extiende más allá de sus márgenes naturales, causando inundaciones en áreas adyacentes.
3. Deslizamientos de Tierra: Fenómeno geológico en el que una masa de tierra, rocas y otros materiales se desplaza hacia abajo a lo largo de una pendiente debido a factores como la lluvia intensa o actividad humana. (Crosta et al., 2014)
4. Efecto Invernadero: Fenómeno natural que mantiene la Tierra a una temperatura adecuada para la vida, pero que también se intensifica por las actividades humanas, como la emisión de gases de efecto invernadero. (IPCC., 2013)
5. Gestión del Riesgo de Desastres: Enfoque multidisciplinario que involucra la identificación, evaluación y reducción de riesgos para prevenir o minimizar los impactos de desastres. (United Nations Office for Disaster Risk Reduction., 2017)
6. Heladas: Fenómeno meteorológico donde la temperatura del aire desciende por debajo del punto de congelación, formando hielo en superficies expuestas.
7. Incendios Forestales: Eventos naturales o antropogénicos en los que el fuego se propaga sin control en áreas boscosas, causando pérdida de vegetación y riesgos para la biodiversidad. (Bowman et al., 2009).
8. Inundaciones Lentas: Eventos hidrológicos que se desarrollan gradualmente debido a factores como precipitación constante, desbordamiento gradual de ríos y saturación del suelo.

9. Inundaciones Repentinas: Eventos hidrometeorológicos caracterizados por su aparición súbita y rápida evolución, generalmente causados por lluvias intensas o deshielos rápidos.
10. Inundaciones Urbanas: Ocurren cuando áreas urbanas experimentan una acumulación rápida de agua debido a lluvias intensas o inadecuada infraestructura de drenaje, resultando en calles inundadas y daños en infraestructuras.(Hagemeier-Klose & Wagner, 2009).
11. Movimientos en Masa: Desplazamiento de materiales de la corteza terrestre, como tierra, rocas y sedimentos, debido a factores naturales y humanos, como lluvias intensas y deforestación.
12. Riesgo de Desastres: Probabilidad de que una amenaza se materialice y cause daños y pérdidas, influenciada por la exposición y la vulnerabilidad. (UNISDR, 2009)
13. Sequías: Fenómeno hidrometeorológico caracterizado por una disminución prolongada de las precipitaciones, resultando en escasez de agua. (Mishra & Singh, 2010).
14. Tsunamis: Ondas de gran energía causadas por disturbios en cuerpos de agua, como terremotos submarinos, que pueden causar inundaciones costeras. (Tinti & Bortolucci, 2015).
15. Vulnerabilidad: Grado en que un sistema, comunidad o área es susceptible a los efectos adversos de una amenaza, debido a su exposición y capacidad para enfrentarla. (IPCC, 2014)
16. Zonificación de Riesgos: Proceso de dividir un área en zonas según su nivel de riesgo ante amenazas, lo que permite una planificación adecuada de la gestión de desastres.(IAEG., 2018)



## 2.4. Sistemas de Variables

### **Variable Independiente:**

Amenazas Naturales (Hidrometereológicas y Geológicas)

### **Variable Dependiente:**

Afectaciones a la Comunidad

### 2.4.1. Operacionalización de Variables

**Tabla 4**  
**Amenazas Naturales (Hidrometereológicas, Geológicas)**

Nombre de la Variable	Descripción de la Variable	Dimensión de la Variable	Indicador	Descriptor	Escala
Amenazas Naturales (Hidrometereológicas, Geológicas)	Una amenaza natural es un fenómeno o evento que ocurre en la naturaleza y tiene el potencial de causar daño o impacto negativo en los seres humanos, en sus propiedades y en el medio ambiente.	Hidrometereológicas	Sequias	Deficiencia de lluvia	Escala
				Falta de humedad del suelo	Escala
				Disminución de caudales	Escala
				Reducción de niveles de agua subterránea	Escala
				Estrés hídrico	Escala
				Incendios forestales probablemente	Escala
				Desertificación	Escala
			Inundaciones	Acumulación de Agua	Escala
				Inundaciones Súbitas	Escala
				Inundaciones Lentas	Escala
				Inundaciones Fluviales	Escala
				Inundaciones Costeras	Escala
				Inundaciones Urbanas	Escala
				Desbordamientos de Ríos	Escala
		Movimientos en Masa	Deslizamiento de Tierra	Escala	
			Aluvión (Flujos de lodo y escombros)	Escala	
			Desprendimiento de Rocas	Escala	
			Hundimientos	Escala	
		Heladas	Congelamiento de cuerpos de agua	Escala	
			Heladas en cultivos	Escala	
Geológicas	Sismos	Magnitud del sismo	Escala		
		Profundidad del sismo	Escala		
		Intensidad del Sismo	Escala		
		Magnitud de la erupción	Escala		

			Erupciones Volcánicas	Tipo de erupción	Escala
				Columna eruptiva	Escala
				Flujo de lava	Escala
				Caída de cenizas	Escala
				Expulsión de gases y vapores	Escala
				Flujos piroclásticos	Escala

**Tabla 5**  
*Afectaciones a la Comunidad*

Nombre de la Variable	Descripción de la Variable	Dimensión de la Variable	Indicador	Descriptor	Escala
Afectaciones a la Comunidad		Vida	Afectaciones a personas	Lesiones	Ordinal
				Morbilidades	
		Salud	Heridos	Por efecto del evento	Nominal
				Morbilidades	Intestinales
			Respiratorias		
			Cutáneas		
		Bienes	Muebles	Hogar	Proporción
				Lugar de Trabajo	
			Inmuebles	Vivienda	Proporción
				Oficina	
		Taller			
		Servicios	Educación	Pública	Nominal
				Privada	
			Agua	Suspensión	Nominal
				Contaminación	
			Luz	Suspensión Temporal	Nominal
				Suspensión Prolongado	
			Comunicaciones	Suspensión Temporal	Nominal
				Suspensión Prolongado	
			Internet	Suspensión Temporal	Nominal
				Suspensión Prolongado	
Vías	Bloqueado temporal		Ordinal		
	Bloqueado Prolongado				
Economía	Pecuaría		Perdida por el evento	Ordinal	
			Enfermedades		

			Agrícola	Pérdida Total	Ordinal
				Pérdida Parcial	
			Comercio	Productos Agrícolas	Nominal
				Productos Ganaderos	
				Medicina	
				Electrodomésticos	
			Libre Ejercicio	Muebles	Ordinal
				Profesional Universitario	
				Profesional Técnico	

## Capítulo 3:

### Marco Metodológico

#### 3.1. Nivel de Investigación

Por un lado, se utilizaría un enfoque cualitativo para obtener una comprensión profunda y detallada de las amenazas naturales que podrían afectar a la comunidad urbana o rural. Esto implicaría realizar entrevistas, observaciones y análisis de documentos para identificar y describir las características específicas de las amenazas, así como las circunstancias socioeconómicas, ambientales y culturales que influyen en la exposición y vulnerabilidad de la comunidad.

Por otro lado, se emplearía un enfoque cuantitativo para evaluar de manera numérica las amenazas y riesgos identificados. Esto podría incluir la recopilación y análisis de datos estadísticos sobre eventos pasados, mediciones de magnitudes y probabilidades de ocurrencia, así como la aplicación de técnicas de modelado y simulación para estimar los posibles escenarios de riesgo en el futuro. Además, se podría realizar una ponderación de las amenazas identificadas, asignándoles un peso relativo en función de su importancia y probabilidad de ocurrencia.

Se aplico una encuesta como herramienta de recolección de la información la misma que ayudo a identificar el conocimiento de las personas sobre las amenazas a los que están expuestos, esta información fue tabulada y procesada en el programa SPSS el mismo que nos permitió tener tablas estadísticas que ayudaron para una mejora explicación de cuáles son las amenazas a las que la comunidad se encuentra expuesta.

#### 3.2. Diseño

El tipo de investigación exploratoria se utiliza en este trabajo de investigación, ya que tiene como objetivo identificar y evaluar las amenazas naturales que afectarían a una comunidad urbana

o rural en particular. Esta investigación permite conocer más sobre temas y fenómenos hasta ahora poco estudiados, en este caso las amenazas y riesgos que enfrenta una comunidad.

Este estudio se enfoca en una comunidad urbana o rural analiza las amenazas que enfrenta. En este tipo de estudio se utilizan a menudo para examinar fenómenos complejos en situaciones del mundo real. En este caso, es posible analizar en detalle las características específicas, amenazas de la comunidad investigada.

Desde la perspectiva del diseño del estudio, se puede aplicar un enfoque mixto que combine elementos cualitativos y cuantitativos. Por un lado, se realiza un análisis cualitativo para comprender las características socioeconómicas y ecológicas de las comunidades, así como para identificar y explicar las amenazas naturales. Las técnicas cuantitativas, por otro lado, se utilizan para evaluar y sopesar la escala y la probabilidad de las amenazas. Este diseño mixto nos da una idea más completa y precisa de las amenazas y riesgos dentro de nuestra comunidad.

### **3.3. Población y Muestra**

El objeto de este estudio es el área urbana o rural específica bajo estudio. Es decir, el conjunto completo de individuos, hogares o unidades de análisis que conforman esa comunidad y están asociados al estudio de las amenazas naturales.

Para la aplicación parcial de la propuesta se seleccionó la comunidad de Pimbulo que es una comunidad rural perteneciente a la parroquia de la Asunción del cantón Chimbo, en la que se trabajó con la totalidad de las familias de la misma, pudiendo aplicar el instrumento de recolección de la información a un grupo de personas que se encontraba n en sus hogares por ser este un trabajo cualitativo a este grupo de personas se las selecciono de acuerdo a la conveniencia de los investigadores de una manera al azar.

La muestra para este estudio consistirá en una muestra representativa de los elementos del universo, un subconjunto de la comunidad utilizada para realizar el estudio. La muestra debe ser representativa para que los resultados obtenidos puedan generalizarse y aplicarse a todo el universo.

Las decisiones de muestra dependen de varios factores, incluido el tamaño de la comunidad, los recursos disponibles y los objetivos de la investigación. Se puede utilizar una técnica de muestreo probabilístico. Muestreo aleatorio simple o estratificado para garantizar que todos los elementos del universo tengan la misma probabilidad de ser seleccionados en la muestra.

Es importante asegurarse de que la muestra sea lo suficientemente grande y diversa para capturar la variabilidad y heterogeneidad de la comunidad para que los resultados obtenidos sean representativos y generalizables.

### **3.4. Técnicas e Instrumentos de Recolección de Datos**

Entrevistas: Se pueden llevar a cabo entrevistas estructuradas o semiestructuradas con miembros de la comunidad, expertos locales o actores clave relacionados con las amenazas y riesgos identificados. Las entrevistas permiten obtener información cualitativa detallada sobre las percepciones, experiencias y conocimientos de las personas involucradas.

Observaciones: La observación directa de la comunidad y su entorno puede proporcionar información valiosa sobre las amenazas y riesgos presentes, así como sobre las características sociales, económicas y ambientales. Se pueden realizar observaciones participantes o no participantes según sea apropiado.

Revisión de documentos: La revisión de documentos existentes, como informes de agencias gubernamentales, registros históricos, mapas, estudios previos u otros documentos



relevantes, puede ayudar a obtener datos cuantitativos y cualitativos sobre las amenazas y riesgos pasados, así como sobre las características de la comunidad.

**Cuestionarios:** Se pueden diseñar cuestionarios estructurados o semiestructurados para recopilar datos cuantitativos sobre variables específicas relacionadas con las amenazas y riesgos identificados. Estos cuestionarios se pueden administrar a miembros de la comunidad o expertos involucrados en la gestión de riesgos.

Para esta investigación, se desarrolló una encuesta estructurada basada en la operacionalización de las variables de estudio. Esta herramienta permitió la recopilación sistemática de datos, lo que amplió significativamente nuestra comprensión acerca de la comunidad. Sin embargo, para enriquecer aún más nuestro entendimiento, se empleó observación directa con una visita a la comunidad, ampliando así la profundidad de la información recolectada sobre la realidad de la comunidad.

### **3.5. Técnicas de Procesamiento y Análisis de Datos**

**Análisis estadístico:** Para el procesamiento de datos cuantitativos, se pueden aplicar técnicas estadísticas para realizar análisis descriptivos e inferenciales. Esto puede implicar el cálculo de medidas de tendencia central, dispersión, correlación, entre otros. Software estadístico como SPSS o Excel pueden ser utilizados para realizar estos análisis.

**Análisis espacial:** Si se recopilaron datos geoespaciales, como mapa, con la información de Google Earth se pudo realizar mapa de localización de la comunidad de Pimbulo, en la que se realizó la aplicación de una encuesta estructurada.

## Capítulo 4

### Resultados o Logros Alcanzados Según los Objetivos Planteados

#### 4.1. Resultados según objetivo 1

Definición de las Amenazas naturales (Hidrometeorológicas, Geológicas) en la comunidad urbana o rural.

Este trabajo se enfocó en la comunidad de Pimbulo, ubicada en la provincia de Bolívar. Esta comunidad, cuenta con una población diversa y dinámica. La comunidad se destaca por su entorno natural, por paisajes pintorescos y una biodiversidad excelente. Sin embargo, enfrenta desafíos significativos, como la vulnerabilidad a ciertos fenómenos naturales que han afectado la sustentabilidad de la región.

La comunidad de Pimbulo tiene un espíritu comunitario, con la colaboración y solidaridad como pilares fundamentales. Asimismo, la economía local se basa en actividades agrícolas y apecuarias que reflejan la identidad cultural arraigada en la región. Este estudio desarrollado en Pimbulo tiene como objetivo comprender mejor las particularidades de esta comunidad, sus desafíos y fortalezas. Se busca implementar medidas de prevención y adaptación ante los desastres naturales, promoviendo la resiliencia comunitaria y conservando la riqueza cultural y ambiental que caracteriza a esta vibrante localidad de la provincia Bolívar.

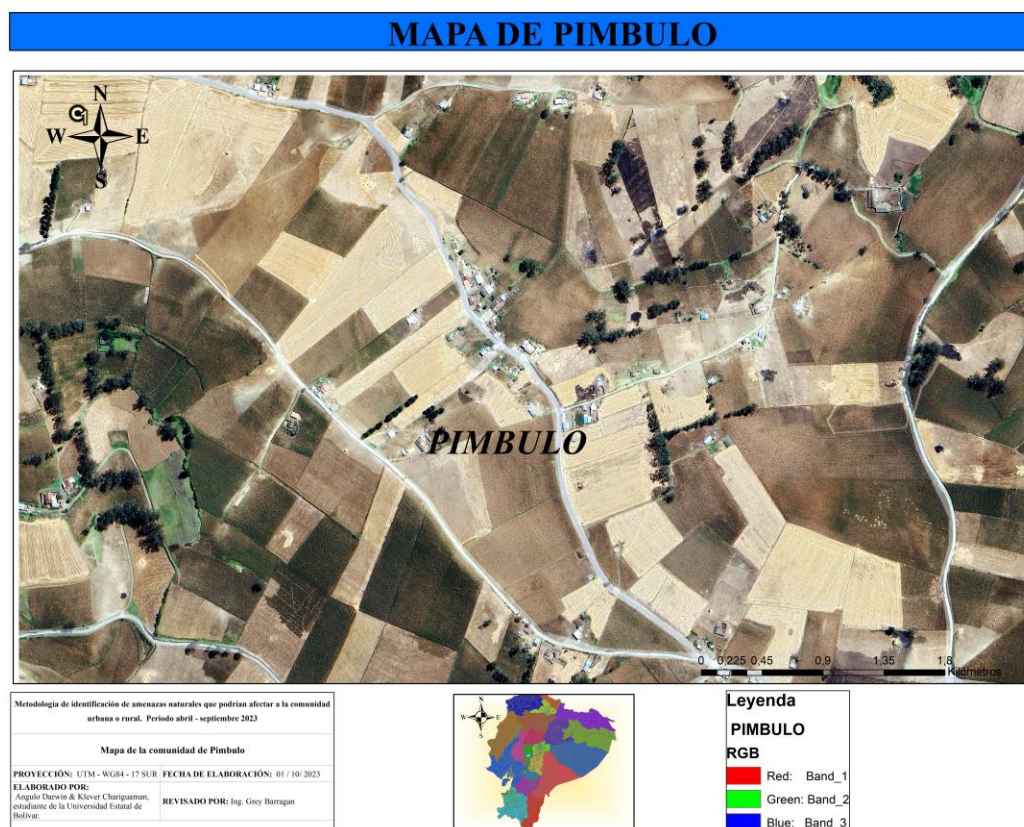
Cuenta con:

- ❖ Familias 167
- ❖ En la población total 378
- ❖ Mujeres 198
- ❖ Hombres 180
- ❖ Servicios básicos: agua, luz, Internet.

- ❖ Alcantarillado no existe.

#### Ilustración 4

##### Mapa de Pimbulo



Nota: en la Ilustración se puede observar a la comunidad de Pimbulo, tomado de Google Earth

#### Amenazas Hidrometeorológicas:

Las amenazas hidrometeorológicas se refieren a eventos relacionados con el clima y la hidrología que pueden causar daños en comunidades urbanas y rurales. Incluyen fenómenos como inundaciones, tormentas, sequías y ciclones. En una comunidad urbana, las inundaciones repentinas debido a lluvias intensas pueden provocar inundaciones en calles y viviendas, causando daños materiales y, en algunos casos, pérdida de vidas. Por otro lado, en áreas rurales, las sequías

prolongadas pueden afectar la disponibilidad de agua para la agricultura y el ganado, amenazando la seguridad alimentaria y los medios de vida de las poblaciones rurales.

### **Inundaciones Repentinas:**

Incluyen inundaciones súbitas y generalmente locales causadas por lluvias intensas en un corto período de tiempo.

Pueden afectar tanto comunidades urbanas como rurales, provocando inundaciones en calles, viviendas y áreas de cultivo.

Las inundaciones repentinas pueden resultar en daños materiales, interrupción de servicios públicos y pérdida de vidas.

### **Inundaciones Fluviales:**

Son causadas por el desbordamiento de ríos y arroyos debido a lluvias prolongadas o deshielos.

Pueden tener un impacto significativo en comunidades rurales al inundar tierras de cultivo y áreas habitadas cerca de cuerpos de agua.

Las inundaciones fluviales también pueden afectar a áreas urbanas si los ríos atraviesan ciudades.

### **Sequías:**

Representan la escasez prolongada de precipitaciones, lo que puede resultar en la reducción de la disponibilidad de agua para la agricultura y la ganadería.

Tienen un impacto significativo en comunidades rurales al poner en peligro la seguridad alimentaria y los medios de vida.

En áreas urbanas, las sequías pueden llevar a restricciones en el suministro de agua y aumentar el riesgo de incendios forestales.

**Tormentas y Ciclones:**

Incluyen eventos climáticos extremos como tormentas, ciclones tropicales y huracanes.

Pueden causar daños extensos en comunidades urbanas y rurales, incluyendo destrucción de viviendas, inundaciones, cortes de energía y peligro para la vida.

Las zonas costeras suelen ser especialmente vulnerables a la llegada de ciclones.

**Granizadas:**

Las tormentas de granizo pueden dañar cultivos, vehículos y propiedades en áreas rurales.

En zonas urbanas, las granizadas pueden dañar techos y vehículos, además de causar daños en la infraestructura.

**Incendios Forestales**

Los incendios forestales, también conocidos como fuegos forestales, son eventos de combustión que se desarrollan en áreas boscosas o forestales, donde la vegetación, como árboles, arbustos, pastizales y hojarasca, arde de manera incontrolada. Estos incendios pueden propagarse rápidamente y causar daños significativos al ecosistema forestal, la biodiversidad y la propiedad.

Los incendios forestales suelen ser desencadenados por una combinación de factores, como sequías, altas temperaturas, vientos fuertes y actividad humana, como fogatas descuidadas o la quema de desechos. Estos eventos son un importante componente del ciclo natural de los ecosistemas forestales, pero cuando están fuera de control y amenazan la seguridad de las personas y la propiedad, se convierten en una seria amenaza. La gestión adecuada de incendios forestales incluye medidas de prevención, monitoreo, extinción y restauración de áreas afectadas.

**Amenazas Geológicas:**

Las amenazas geológicas están relacionadas con eventos del subsuelo y la corteza terrestre. Estas amenazas incluyen terremotos, erupciones volcánicas, deslizamientos de tierra y

hundimientos. En una comunidad urbana, un terremoto puede causar daños estructurales en edificios e infraestructura, poniendo en peligro a los residentes. En áreas rurales, los pedazos de tierra pueden destruir cultivos, viviendas y caminos, afectando la subsistencia de las poblaciones agrícolas.

Las amenazas geológicas abarcan una serie de eventos relacionados con la actividad de la corteza terrestre y el subsuelo. Aquí hay una clasificación de estas amenazas geológicas:

### **Sismos:**

Los terremotos son movimientos bruscos y violentos de la corteza terrestre que generan ondas sísmicas. Pueden causar sacudidas del suelo, daños estructurales en edificios y, en casos extremos, poner en peligro la vida de las personas en comunidades urbanas.

En áreas rurales, los terremotos pueden afectar la infraestructura, dañar viviendas y afectar la producción agrícola.

### **Erupciones Volcánicas:**

Las erupciones volcánicas ocurren cuando el magma y los gases son expulsados desde un volcán. Pueden resultar en flujos de lava, ceniza volcánica y emisiones de gases tóxicos.

En áreas urbanas cercanas a volcanes, las erupciones pueden afectar la calidad del aire y dañar edificios. En áreas rurales, las erupciones pueden dañar cultivos y la ganadería.

### **Deslizamientos de Tierra:**

Los deslizamientos de tierra son movimientos de tierra, rocas y sedimentos que se desplazan hacia abajo por una pendiente debido a factores como lluvias intensas, cambios en la estructura del suelo o actividades humanas.

En comunidades urbanas, los deslizamientos de tierra pueden dañar viviendas y bloquear carreteras. En áreas rurales, estos eventos pueden afectar la agricultura y la infraestructura.

## Hundimientos:

Los hundimientos, también conocidos como colapsos o hundimientos del terreno, implican el hundimiento o colapso de la superficie terrestre debido a factores geológicos y geotécnicos, como la disolución de rocas solubles o la extracción excesiva de agua subterránea.

Los hundimientos pueden dañar viviendas y áreas urbanas, así como afectar la agricultura y la disponibilidad de agua en áreas rurales.

Luego de haber aplicado una encuesta en la comunidad de Pimbulo, que es donde se realiza una aplicación parcial a la propuesta, los resultados indican lo siguiente, con respecto a las amenazas,

**Tabla 6**  
*Amenazas Geológicas*

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido	Sismos	56	84,8	84,8	84,8
	Erupciones volcánicas	10	15,2	15,2	100,0
	Total	66	100,0	100,0	

Nota: Información recolectada con la encuesta aplicada nos sirvió para la realización de la tabla

### Interpretación

Esta tabla pretende indicar la distribución de eventos naturales, específicamente sismos y erupciones volcánicas, con sus respectivas frecuencias y porcentajes.

**Sismos:** Se registraron 56 eventos, lo que representa el 84,8% del total de eventos naturales en el estudio. Este porcentaje corresponde tanto al porcentaje válido como al porcentaje acumulado hasta este punto en la tabla. En otras palabras, el 84,8% de todos los eventos naturales analizados fueron sismos.

**Erupciones volcánicas:** Se detectaron 10 eventos caída de ceniza volcánica, lo que equivale al 15,2% del total de eventos naturales. Este porcentaje también se refleja como el

porcentaje válido en la tabla. El porcentaje acumulado para esta categoría llega al 100%, indicando que las erupciones volcánicas representan la totalidad de los eventos restantes que no son sismos.

**Tabla 7**  
***Amenazas Hidrometeorológicas***

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido	Lluvia	33	50,0	78,6	78,6
	Sequia	7	10,6	16,7	95,2
	Ola de calor	2	3,0	4,8	100,0
	Total	42	63,6	100,0	
Perdidos	Sistema	24	36,4		
Total		66	100,0		

Nota: Información recolectada con la encuesta aplicada nos sirvió para la realización de la tabla

### **Interpretación**

Esta tabla presenta información sobre amenazas hidrometeorológicas, con detalles sobre la frecuencia y los porcentajes asociados con cada tipo de amenaza. Aquí está la interpretación:

Amenazas Hidrometeorológicas: Describe diferentes tipos de amenazas relacionadas con el clima y el tiempo.

Frecuencia: Representa la cantidad de respuestas registrados para cada tipo de amenaza.

Para "Lluvia", se han registrado 33 respuestas.

En "Sequía", hay 7 respuestas reportados.

"Ola de calor" tiene 2 respuestas registrados.

En total, se han reportado 42 respuestas relacionados con amenazas hidrometeorológicas.

Porcentaje: Indica el porcentaje que cada tipo de amenaza representa con respecto al total de respuestas de amenazas hidrometeorológicas.

"Lluvia" constituye el 50,0% del total de respuestas (33 de 66).



"Sequía" representa el 10,6% del total de respuestas (7 de 66).

"Ola de calor" contribuye con el 3,0% del total de respuestas (2 de 66).

Porcentaje válido: Este porcentaje muestra la proporción de respuestas válidos sin considerar valores perdidos o nulos. - Para "Lluvia", el porcentaje válido es del 78,6%, indicando que este tipo de amenaza representa el 78,6% de las respuestas válidas dentro de las amenazas hidrometeorológicas. - En "Sequía", el porcentaje válido es del 16,7%, que representa el 16,7% de las respuestas válidas. - Para "Ola de calor", el porcentaje válido es del 4,8%, representando el 4,8% de las respuestas válidas.

## **4.2. Resultados según objetivo 2**

Identificación de los descriptores de las amenazas naturales (Hidrometeorológicas, Geológicas) en la comunidad urbana o rural.

En relación a la encuesta aplicada en Pimbulo se identificó los descriptores que se indican a continuación:

### **Deficiencia de lluvia**

Uno de los eventos más complejos y poco comprendido a nivel mundial como parte de la variabilidad climática es el fenómeno de la sequía, que, en su estado meteorológico, se relaciona con la disminución de la precipitación pluvial que afecta a los ecosistemas y la economía. Éste fenómeno se caracteriza por tener tres rasgos principales: la intensidad, asociada al déficit de precipitación; la duración, que varía desde unos cuantos meses hasta varios años; y la extensión, que puede abarcar grandes áreas geográficas (estados o regiones completas). (De La Cruz Bartolón & Ortega-Gaucin, n.d.)

### **Falta de humedad del suelo**

La humedad del suelo se refiere a la cantidad de agua por volumen de tierra que hay en un terreno. La medición directa del contenido de agua del suelo se realiza mediante pesada y secado de un volumen de suelo conocido, pero este tipo de determinaciones, además de laboriosas, son destructivas y no adecuadas en muchos casos. Por lo tanto, existen diversos equipos que facilitan la medición de humedad en el suelo, como los sensores de humedad del suelo, que utilizan varillas instaladas a lo largo de la zona de cultivo y brindan información de diversos indicadores como la humedad, conductividad eléctrica, coordenadas, entre otras, y se pueden utilizar en diferentes tipos de suelos (PROAIN, 2021).

### **Disminución de caudales**

“La disminución de caudales se refiere a la reducción del volumen de agua que fluye en un río, arroyo o canal, y puede tener diversas causas y efectos” (Medio Ambiente, n.d.). A continuación, se presentan algunas posibles causas y efectos de la disminución de caudales:

Causas:

“Cambio climático: la disminución de la precipitación media o el aumento de fenómenos extremos como sequías, inundaciones o incendios pueden afectar el caudal de los ríos” (Cerrillo, 2021).

“Actividades humanas: la extracción de agua para uso agrícola, industrial o doméstico, la construcción de presas, embalses o bocatomas, la deforestación, entre otras actividades, pueden afectar el caudal de los ríos” (Soares, 2015).

“Cambios en el uso del suelo: la urbanización, la agricultura intensiva, la minería, entre otros, pueden afectar la infiltración y retención de agua en el suelo, lo que puede afectar el caudal de los ríos” (Cerrillo, 2021).

### **Reducción de niveles de agua subterránea**

La pérdida o reducción de niveles de agua subterránea se refiere a la disminución del volumen de agua almacenado debajo de la superficie terrestre. Esta disminución puede tener diversas consecuencias, tanto para el medio ambiente como para las actividades humanas que dependen de este recurso. Algunas posibles consecuencias de la reducción de los niveles de agua subterránea son:

Reducción del aporte hacia las aguas superficiales: en muchas zonas las aguas superficiales y subterráneas están íntimamente relacionadas, siendo otra consecuencia de la disminución de los niveles piezométricos la desconexión hidráulica con estos sistemas superficiales dependientes o asociados a las aguas subterráneas y cuyos efectos pueden ser tanto ecológicos como hidráulicos (Soares, 2015).

Deterioro de la calidad del agua: el descenso de los niveles piezométricos también puede acarrear una alteración de las características físico-químicas de las aguas subterráneas, como la intrusión salina en acuíferos costeros, aunque también se dan otros tipos de intrusiones cuando coexisten masas de agua subterráneas de distintas características físico-químicas (Ejecutivo, n.d.).

### **Estrés hídrico**

El estrés hídrico se refiere a la situación en la que la demanda de agua es mayor que la cantidad disponible durante un período determinado o cuando su uso se ve restringido por su baja calidad (BBVA, 2028). Esto puede tener consecuencias negativas tanto para el medio ambiente como para las actividades humanas que dependen del agua. Algunas de las consecuencias del estrés hídrico son:

Reducción de la disponibilidad de agua para el consumo humano, la agricultura, la industria y otros usos (Wearewater, 2023).

Deterioro de la calidad del agua debido a la sobreexplotación de los recursos hídricos (Green Facts, 2019).

### **Incendios forestales**

El clima y el fuego son los conductores primarios de la distribución de especies vegetales (Stroh et al., 2018). El fuego es una perturbación importante que influye en la composición de las especies, la estructura de la comunidad y la función del ecosistema en los bosques (Huang et al., 2019). No obstante, el cambio climático está aumentando la sequía y la actividad de incendios en muchas regiones propensas a estos (Sparks et al., 2018), provocando que los patrones de incendios forestales se vean alterados, probablemente (Wu et al., 2020). El fuego es un elemento intrínseco de muchos ecosistemas forestales: da forma a sus procesos ecológicos, determina la composición de especies e influye en la estructura del paisaje; sin embargo, los incendios forestales pueden tener efectos indeseables sobre la biodiversidad y la cobertura vegetal, producir emisiones de

carbono a la atmósfera, liberar humo que afecte la salud humana, y provocar la pérdida de vidas y bienes. (Ynouye Francés et al., 2021)

### **Desertificación**

“La desertificación es un proceso de degradación de las tierras de zonas áridas, semiáridas y subhúmedas secas resultante de diversos factores, tales como las variaciones climáticas y las actividades humanas” (Aqua, 2019). “La desertificación implica la pérdida de suelos fértiles y la incapacidad de los ecosistemas de cumplir con su función reguladora para suministrar bienes y servicios” (Aqua, 2019). “La desertificación no hace referencia al avance de los desiertos, sino a los diversos procesos que amenazan con convertir en desiertos ecosistemas que actualmente no lo son” (UN, 2018).

### **Inundaciones Súbitas**

La US National Oceanic and Atmospheric Administration (NOAA) define como inundaciones súbitas a las que alcanzan su máximo nivel de altura dentro de seis horas después del inicio de la lluvia torrencial (Jha, Bloch, & Lamond, 2012). Básicamente son escurrimientos con un cambio muy rápido en la cantidad de agua que está fluyendo. Se generan a partir de lluvias intensas que duran varias horas, por la falla o ruptura de alguna estructura de contención (natural o artificial). (Sánchez Tapia, 2014)

### **Inundaciones Lentas**

Las inundaciones lentas o de tipo aluvial se producen cuando hay lluvias persistentes y generalizadas dentro de una cuenca, generando un incremento progresivo de los caudales de los ríos hasta superar la capacidad máxima de almacenamiento, por lo que se produce el desbordamiento y la consecuente inundación de las áreas planas aledañas al cauce principal. (Rodríguez-Gaviria, 2016)

## **Inundaciones Urbanas**

Las inundaciones urbanas se producen por una mala concepción en el diseño del alcantarillado urbano, que se basa en el principio de drenar agua de las superficies urbanas tan rápido como sea posible a través de las redes de cañerías y zanjias que aumentan el caudal máximo aguas abajo. No hay control del aumento de las descargas máximas en el ámbito del avenamiento menor y la mayor parte de los efectos se manifiestan aguas abajo, en el avenamiento principal. (Boletín de La OMM, Volúmen 53, N°1: Enero de 2004 | Enhanced Reader, n.d.)

## **Desbordamientos de Ríos**

Los desbordamientos de ríos son eventos en los que el caudal de un río supera su capacidad normal y se sale de su cauce, inundando las áreas circundantes (Floodup, 2018). “Estos eventos pueden tener diversas causas, como la lluvia intensa, la fusión de nieve, la obstrucción del cauce, entre otras” (Floodup, 2018). Los desbordamientos de ríos pueden tener consecuencias graves para las personas y el medio ambiente, como la pérdida de vidas humanas, la destrucción de infraestructuras, la pérdida de cultivos y la contaminación del agua (Floodup, 2018).

## **Deslizamiento de Tierra**

Un deslizamiento implica, como su nombre lo indica, el movimiento de cierto tipo de material (roca, detritos o derrubios, suelo o tierra) sobre un plano o superficie de deslizamiento, razón por la cual el empleo de la palabra deslizamiento (o deslizamiento de tierra) para referirse a cualquier tipo de proceso de remoción en masa es incorrecto. (Alcantara ~ Y A L A ', 1935)

## **Aluvión (Flujos de lodo y escombros)**

Es material detrítico transportado y depositado transitoria o permanentemente por una corriente de agua, que puede ser repentina y provocar inundaciones. Cuando la carga de un río es

mayor que la competencia del flujo para transportarla, ésta se deposita en forma de derrubios aluviales o aluviones.

En las zonas de deposición de aluviones el río circula sobre una llanura de acumulación que se va elevando, haciendo avanzar el punto de nivel de base sobre una llanura, llanura aluvial. (Luís Turabián Fernández Benjamín Pérez Franco, 2015)

### **Heladas en cultivos**

Las heladas constituyen uno de los fenómenos atmosféricos que mayores daños económicos producen sobre la actividad agraria española. El campo murciano es especialmente sensible a este tipo de eventos debido a una serie de transformaciones en sus formas de producción a lo largo de las últimas décadas que han motivado un incremento de la vulnerabilidad a dicho peligro. Ante esta situación, se precisan estudios de localización como el presente, donde se identifican con detalle los principales sectores de riesgo para la posterior propuesta de medidas de actuación. (Pérez Morales, 2016)

### **Sismo**

La Secretaría de Gestión de Riesgos de Ecuador define un sismo como un movimiento brusco de la tierra causado por la liberación repentina de energía acumulada durante un largo tiempo. La liberación de energía puede ser causada por la activación de fallas sísmicas, la erupción de volcanes o cuando una de las placas tectónicas se mueve bruscamente contra la otra, rompiéndola y originando el terremoto. Los sismos pueden tener distintos niveles de intensidad, desde movimientos imperceptibles hasta sismos potencialmente destructivos Magnitud del sismo (Andina & Primera, 2018)

### **Profundidad del sismo**

“La profundidad del sismo se refiere a la distancia desde la superficie terrestre hasta el hipocentro, que es el punto en el interior de la Tierra donde se origina el sismo” (IRIS, 2018). Los sismos pueden tener distintas profundidades, desde los que ocurren cerca de la superficie terrestre hasta los que ocurren a cientos de kilómetros de profundidad (QUORA, 2018).

### **Intensidad del Sismo**

“La intensidad de un sismo es una medida del tamaño del terremoto basada en los efectos que produce sobre las personas, los objetos, las construcciones y el terreno” (Mexicano, 2020). “La intensidad es una medida distinta en cada lugar ya que varía con la distancia al hipocentro del terremoto” (Alcalde, 2023). Actualmente existen diferentes escalas de intensidad utilizadas alrededor del mundo, siendo la más utilizada la escala Mercalli Modificada (MM), que es cerrada y tiene doce grados expresados en números romanos (I al XII)<sup>2</sup>. La intensidad de un sismo en esta escala de clasificación depende de las condiciones del terreno, la vulnerabilidad de las construcciones y la distancia epicentral. La escala de intensidad Mercalli Modificada se usa actualmente en los Estados Unidos y en muchos otros países (RSN, 2019b).

### **Erupción Volcánica**

“Una erupción volcánica es un fenómeno geológico caracterizado por la emisión violenta en la superficie terrestre, por un volcán, de lavas y/o tefras acompañadas de gases volcánicos” (SINAGIR, 2017).

“Las erupciones volcánicas pueden ser clasificadas en dos tipos principales: erupciones efusivas y erupciones explosivas” (SINAGIR, 2017). “Las erupciones efusivas ocurren cuando el magma, durante su ascenso, va liberando sus gases sin alterar la presión del medio, y luego al alcanzar la superficie fluye como una colada de lava. Las erupciones explosivas ocurren cuando



los gases disueltos en el magma forman burbujas y se expanden, a medida que ascienden por el conducto volcánico, o bien cuando el magma caliente entra en contacto con un cuerpo de agua superficial o subterráneo. De esta forma, se generan burbujas que van creciendo hasta alcanzar una presión crítica y se fragmenta en forma de ceniza volcánica, desencadenando una emisión violenta de material mediante una columna eruptiva. (SINAGIR, 2017)

### **Magnitud de la erupción**

La magnitud de una erupción volcánica es una medida del tamaño de la erupción basada en la cantidad de material expulsado durante el evento (De La Cruz, 2016). “La magnitud de una erupción volcánica se puede calcular en función de su volumen y masa aproximados de material liberado durante el evento, como gas, ceniza y lava” (RSN, 2019a).

Para estimar el volumen de material liberado, se deben realizar perforaciones en el suelo e identificar la extensión de dichos depósitos 2. De la misma manera, para determinar la masa total de los materiales lanzados por el volcán durante una erupción, se debe tomar en cuenta la densidad de los materiales 2. Se utiliza una fórmula que incluye la masa, siendo la magnitud igual al logaritmo de base 10 de la masa menos 7 (RSN, 2019a).

### **Columna eruptiva**

“Una columna eruptiva es un chorro de gas que se emite a gran velocidad, de temperatura elevada y que alcanza una altura de entre 5 y 40 km, que anuncia el comienzo de una erupción volcánica” (Buchwaldt, 2013). “Las columnas eruptivas transportan fragmentos de roca denominados tefra o piroclastos, y cenizas, en ascenso diabático” (Buchwaldt, 2013). Una vez formada, la columna puede colapsarse produciendo flujos piroclásticos que descienden por las barrancas y cañadas del volcán. La altura de una columna eruptiva está determinada por la temperatura del material expelido y por la tasa de emisión del mismo. Estructuralmente, una

columna eruptiva está formada por una zona inferior de empuje por gases y de una zona superior convectiva. El ascenso de la columna es continuo por convección hasta que su densidad es igual a la de la atmósfera circundante, tras lo que sufre una expansión lateral.

### **Flujo de lava**

Un flujo de lava es una corriente de roca fundida que se derrama desde un volcán durante una erupción (Volcano Active, 2018). La lava es expulsada por una actividad no explosiva o por fuentes de lava explosivas. Los flujos de lava pueden ser clasificados en diferentes tipos según su viscosidad y velocidad.

### 4.3. Resultados según objetivo 3

Ecuaciones matemáticas para determinar las amenazas naturales (Hidrometeorológicas, Geológicas) en comunidades urbanas y rurales.

Una inundación es el fenómeno natural que se produce cuando el agua ocupa zonas que normalmente están secas, como resultado de la aportación inusual y repentina de una cantidad de agua superior a la que puede drenar el propio cauce del río. Las inundaciones pueden ser causadas por lluvias intensas, deshielo, rotura de presas, entre otras causas. Sus efectos principales incluyen la pérdida de vidas, daños a edificios, infraestructuras y tierras agrícolas, así como la destrucción de bienes materiales. Las inundaciones pueden ser clasificadas en diferentes tipos, como inundaciones repentinas, fluviales y costeras. (Zarza, 2020b)

Si utilizamos la fórmula del riesgo  $R = A \times V$ , donde R es el riesgo, A es la amenaza y V es la vulnerabilidad, podemos despejar la fórmula para encontrar la expresión de la amenaza (A):

$$A = \frac{R}{V}$$

Esta fórmula nos permite calcular la amenaza dividiendo el riesgo entre la vulnerabilidad. Es importante destacar que esta es una simplificación y que, en situaciones más complejas, el cálculo de la amenaza puede requerir la consideración de múltiples factores y variables para obtener una evaluación más precisa.

Para llegar al siguiente cálculo

$$A = \frac{\frac{LII}{AA}}{V}$$

Donde: A es amenaza, LII es Lluvias Intensas, AA es área afectada y V es vulnerabilidad.

### Sequias

### Deficiencia de lluvia

**Deficiencia de lluvia** = *Promedio histórico de lluvia* – *Lluvia observada*

**Donde:**

- **Promedio histórico** de lluvia es el valor promedio de lluvia registrado en un período de referencia. Puede ser el promedio de lluvia mensual o anual en la región de interés durante un período de tiempo específico.
- **Lluvia observada** es la cantidad de lluvia medida durante el período en el que se está evaluando la sequía.

Esta fórmula te dará la cantidad de lluvia que falta en comparación con el promedio histórico. Si el resultado es un valor positivo, significa que hay una deficiencia de lluvia en ese período, lo que podría indicar una sequía.

### **Anomalía de Lluvia Estandarizada- (Standardized Precipitation Index, SPI)**

Calcula la precipitación acumulada durante un período específico, como un mes o un año.

Calcula la media y la desviación estándar de la precipitación acumulada durante un largo período de referencia, que puede ser varios años.

Utiliza estos valores para estandarizar la precipitación acumulada del período específico mediante la siguiente fórmula:

$$SPI = \frac{P - \mu}{\sigma}$$

Donde:

"P" es la precipitación acumulada en el período específico que estás evaluando.

"μ" es la media de la precipitación acumulada durante el período de referencia.

"σ" es la desviación estándar de la precipitación acumulada durante el período de referencia.

El resultado del SPI es una puntuación que indica cuántas desviaciones estándar la precipitación acumulada del período específico se encuentra por encima o por debajo de la media histórica. Un SPI negativo indica condiciones de sequía, mientras que un SPI positivo indica condiciones de lluvia por encima del promedio.

### **Disminución de caudales**

**Disminución de caudales** = *Caudal normal* – *Caudal durante la sequía*

- **Caudal normal** es el flujo de agua promedio o esperado en el río o cuerpo de agua durante un período de referencia que no está afectado por la sequía. Este valor puede basarse en datos históricos de caudales en condiciones normales.
- **Caudal durante la sequía** es el flujo de agua observado en el río o cuerpo de agua durante el período de sequía que estás evaluando.

Esta fórmula te dará la diferencia entre el caudal normal y el caudal durante la sequía. Si el resultado es un valor positivo, significa que ha habido una disminución significativa en el caudal durante la sequía, lo que indica la gravedad de la sequía en términos de disponibilidad de agua.

### **Incendios forestales**

**Incidencia de Incendios forestales** = 
$$\frac{\# \text{ de incendios en el período de sequía}}{\text{Área total afectada}}$$

Donde:

- ***Número de incendios forestales en el período de sequía*** es la cantidad de incendios forestales registrados durante el tiempo que se considera como el período de sequía.
- ***Área total afectada por la sequía*** es el área geográfica total que se ve afectada por la sequía en ese mismo período. Esto puede ser el área geográfica total de la región que estás estudiando.

La fórmula te dará una medida de la incidencia de incendios forestales en relación con la extensión del área afectada por la sequía. Esto puede ayudarte a comprender cómo la sequía está relacionada con la frecuencia de los incendios forestales en la región.

## **Inundaciones**

### **Inundaciones Súbitas**

$$\text{Índice de lluvia intensa} = \frac{\text{Lluvia intensa}}{\text{Área afectada}}$$

Donde:

- **Lluvia intensa** es la cantidad de precipitación acumulada en un período corto de tiempo, generalmente en horas o minutos, que se considera como lluvia intensa. Este valor puede variar según las definiciones locales o las pautas de estudio.
- **Área afectada** es el área geográfica que se ve afectada por esta lluvia intensa en ese mismo período. Puede ser la superficie total de la región que estás evaluando.

Este índice proporciona una medida de la intensidad de la lluvia en relación con el área geográfica afectada. Cuanto mayor sea el valor del índice, mayor será la intensidad de la lluvia en relación con el área, lo que podría indicar un mayor riesgo de inundaciones súbitas.

### **Inundaciones Lentas**

$$\text{Inundaciones lentas} = \frac{\text{Volumen de agua acumulado}}{\text{Área afectada}}$$

**Donde:**

- **"Volumen de agua acumulado"** se refiere al total de agua que se ha acumulado en la región durante un período prolongado debido a la precipitación continua.
- **"Área afectada"** es el área geográfica total que se ve afectada por las inundaciones lentas.

Esta fórmula proporciona una medida de la cantidad de agua acumulada por unidad de área en la región afectada. Un valor alto indicaría una mayor acumulación de agua y, por lo tanto, un mayor riesgo de inundaciones lentas.

**Inundaciones Urbanas**

$$\text{Inundaciones urbanas} = \frac{\text{Intensidad de lluvia}}{\text{Capacidad de drenaje efectiva}}$$

- **"Intensidad de lluvia"** se refiere a la tasa de precipitación en milímetros por hora o litros por segundo durante un evento de lluvia intensa. Puedes obtener esta información a partir de registros climáticos o estaciones meteorológicas.
- **"Capacidad de drenaje efectiva"** es la capacidad de la infraestructura de drenaje urbano y la capacidad del suelo y las superficies urbanas para manejar el flujo de agua de manera efectiva durante eventos de lluvia intensa.

Esta fórmula también proporciona una medida de la relación entre la intensidad de la lluvia y la capacidad de drenaje efectiva en el entorno urbano. Un valor alto indicaría un mayor riesgo de inundaciones urbanas, ya que la capacidad de drenaje podría no ser suficiente para manejar la intensidad de la lluvia.

## Desbordamientos de Ríos

$$\text{Probabilidad de Desbordamiento} = \frac{\text{Caudal del río}}{\text{Capacidad de cauce}}$$

Donde:

- **"Caudal del Río"** es el flujo de agua actual en el río durante un período de tiempo específico. Puede estar expresado en metros cúbicos por segundo (m<sup>3</sup>/s) o cualquier otra unidad de flujo.
- **"Capacidad de Cauce"** es la capacidad máxima del cauce del río para transportar agua sin desbordarse. Se refiere al caudal de diseño o la capacidad de cauce esperada en condiciones normales.

La "Probabilidad de Desbordamiento" es una medida que indica cuán cerca está el caudal actual del río de su capacidad de contención. Si la probabilidad es cercana a 1 o 100%, significa que el río está cerca de desbordarse, lo que aumenta el riesgo de inundaciones.

## Movimientos en Masa

### Deslizamiento de Tierra

$$\text{Probabilidad de Deslizamiento} = \frac{(\text{Precipitación} * \text{Pendiente})}{100}$$

En esta fórmula, la precipitación es la cantidad de lluvia o nieve que cae en un área durante un período de tiempo determinado. La pendiente es el ángulo que forma una ladera con la horizontal.

### Aluvión (Flujos de lodo y escombros)

$$\text{Riesgo de Aluvión} = \text{Pendiente del terreno} * \text{Intensidad de lluvia}$$

Donde:

- **"Pendiente del terreno"** se refiere a la inclinación del terreno en la zona de interés.



- **"Intensidad de lluvia"** es la tasa de precipitación en milímetros por hora o litros por segundo durante un evento de lluvia intensa.

Esta fórmula simple se basa en la idea de que la pendiente empinada y la lluvia intensa son dos factores clave que pueden aumentar el riesgo de aluviones. Cuanto más empinada sea la pendiente y cuanto más intensa sea la lluvia, mayor será el riesgo percibido de aluviones.

$$\text{Riesgo de Aluvión} = \frac{\text{Pendiente del terreno} * \text{Precipitación Intensa}}{\text{Cobertura vegetal}}$$

*Donde:*

**"Pendiente del terreno"** es la inclinación del terreno en la zona de interés.

**"Precipitación intensa"** se refiere a la cantidad de lluvia o precipitación intensa en un período de tiempo específico. Este factor es crítico ya que eventos de precipitación intensa pueden desencadenar flujos de lodo y escombros.

**"Cobertura vegetal"** se refiere a la cantidad y la calidad de la vegetación en la zona. La vegetación puede ayudar a estabilizar el suelo y reducir el riesgo de erosión y deslizamientos.

Esta fórmula simplificada toma en cuenta factores como la pendiente, la precipitación intensa y la cobertura vegetal, que pueden influir en la ocurrencia de aluviones. Sin embargo, es fundamental destacar que esta fórmula no considera muchos otros factores importantes, como la geología local, la historia de aluviones en la zona, la permeabilidad del suelo, la saturación del suelo y otros factores hidrogeológicos y climáticos.

### **Hundimientos**

$$\text{Riesgo de Hundimientos} = \frac{\text{Pérdida de capacidad portante}}{\text{Carga aplicada}}$$

**Donde:**

- **"Pérdida de capacidad portante"** se refiere a la disminución de la capacidad del suelo para soportar cargas debido a factores como la saturación del suelo, la compactación o la extracción de agua subterránea. Esta pérdida de capacidad es una característica clave de los hundimientos.
- **"Carga aplicada"** es la carga o presión ejercida sobre el suelo, que puede provenir de construcciones, edificios, infraestructura u otros elementos en la superficie del terreno.

Esta fórmula considera que el riesgo de hundimientos aumenta a medida que la pérdida de capacidad portante se acerca o supera la carga aplicada al suelo. Sin embargo, esta es una simplificación y no tiene en cuenta todos los factores geotécnicos y geológicos que pueden influir en los hundimientos, como la naturaleza y la porosidad del suelo, las características hidrogeológicas y otros procesos locales.

## **Sismos**

### **Magnitud del sismo**

De acuerdo, la fórmula requerida para calcular la magnitud del sismo es la magnitud local (ML), que se define como el logaritmo del cociente de la amplitud máxima de la onda S registrada en un sismograma, a una distancia de 100 kilómetros del epicentro, y la amplitud de referencia. La fórmula es la siguiente:

$$\mathbf{ML} = \log\left(\frac{A}{A_0}\right) + 2,92$$

Donde:

- **ML** es la magnitud local

- **A** es la amplitud máxima de la onda S registrada en un sismograma, a una distancia de 100 kilómetros del epicentro
- **A<sub>0</sub>** es la amplitud de referencia, que es de 1 mm

En la práctica, la magnitud local se calcula a partir de los datos registrados por las estaciones sismológicas. Para ello, se utiliza un algoritmo que calcula la amplitud máxima de la onda S registrada en cada estación, y luego se promedia la amplitud de todas las estaciones.

### **Profundidad del sismo**

$$z = (tP - tS) * V$$

#### **Donde:**

- **z** es la profundidad del sismo
- **t<sub>P</sub>** es el tiempo de llegada de las ondas P al epicentro
- **t<sub>S</sub>** es el tiempo de llegada de las ondas S al epicentro
- **V** es la velocidad de las ondas sísmicas, que es de aproximadamente 8 kilómetros por segundo en la corteza terrestre

La profundidad del sismo se calcula a partir de los tiempos de llegada de las ondas P y S al epicentro del sismo. Las ondas P son las primeras en llegar al epicentro, seguidas por las ondas S. La diferencia de tiempo entre la llegada de las ondas P y S es proporcional a la profundidad del sismo.

En la práctica, la profundidad del sismo se calcula a partir de los datos registrados por las estaciones sismológicas. Para ello, se utiliza un algoritmo que calcula el tiempo de llegada de las ondas P y S a cada estación, y luego se promedia el tiempo de llegada de todas las estaciones.

## Intensidad del Sismo

$$I = a * \log(A) + b$$

### Donde:

- **I** es la intensidad del sismo
- **A** es la amplitud de la onda registrada en un sismograma
- **a** y **b** son parámetros que dependen de la escala de intensidad utilizada

La intensidad del sismo es una medida de los efectos causados por un sismo en la superficie de la Tierra. Se mide en una escala de 1 a 12, donde 1 es imperceptible y 12 es catastrófico.

Existen diferentes escalas de intensidad sísmica. Las más utilizadas son la escala de Mercalli Modificada (MM) y la escala de Intensidad de Mercalli (MI).

La escala de Mercalli Modificada (MM) es la escala más utilizada en la actualidad. Se basa en los efectos causados por un sismo en la superficie de la Tierra, como el movimiento del suelo, el daño a las estructuras y los efectos psicológicos en las personas.

La escala de Intensidad de Mercalli (MI) es una escala histórica que se basa en los efectos causados por un sismo en las personas.

Tabla que muestra los efectos asociados a cada grado de intensidad en la escala de Mercalli Modificada:

Grado	Efectos
I	Insensible
II	Sentido por algunas personas en reposo
III	Sentido por muchas personas en reposo
IV	Sentido por todos, objetos colgantes se mueven

---

V	Los objetos se mueven, algunas grietas en las paredes
VI	Daño leve en edificios sólidos, grietas en edificios de ladrillos
VII	Daño moderado en edificios sólidos, caída de chimeneas y cornisas
VIII	Daño severo en edificios sólidos, derrumbe de edificios débiles
IX	Daño catastrófico en edificios, deslizamientos de tierra
X	Destrucción generalizada, hundimientos del terreno
XI	Destrucción total, tsunamis
XII	Destrucción total, tsunamis

---

### **Erupciones Volcánicas**

#### **Magnitud de la erupción**

$$M = \log(m) - 7$$

#### **Donde:**

- **M** es la magnitud de la erupción
- **m** es la masa total de material expulsado durante la erupción

La magnitud de la erupción volcánica es una medida de la energía liberada por una erupción volcánica. Se mide en una escala de 1 a 8, donde 1 es la menor magnitud y 8 es la mayor magnitud.

La masa total de material expulsado durante la erupción es el principal factor que determina la magnitud de la erupción. La magnitud de la erupción también puede verse afectada por otros factores, como la altura de la columna eruptiva, la duración de la erupción y el tipo de material expulsado.

### Caída de cenizas

$$C = m * \left(\frac{t}{V}\right)$$

#### Donde:

- **C** es la cantidad de ceniza caída
- **m** es la masa total de ceniza expulsada durante la erupción
- **t** es el tiempo de duración de la erupción
- **V** es la velocidad de caída de las cenizas

La caída de cenizas es la cantidad de ceniza que cae al suelo después de una erupción volcánica. Se mide en kilogramos por metro cuadrado (kg/m<sup>2</sup>).

La masa total de ceniza expulsada durante la erupción es el principal factor que determina la cantidad de ceniza caída. La cantidad de ceniza caída también puede verse afectada por otros factores, como la altura de la columna eruptiva, la duración de la erupción y la velocidad de caída de las cenizas.

### Expulsión de gases y vapores

$$G = m * V$$

#### Donde:

- **G** es la cantidad de gases y vapores expulsados
- **m** es la masa total de gases y vapores expulsados durante la erupción
- **V** es la velocidad de expulsión de los gases y vapores

Esta fórmula tiene en cuenta la masa total de gases y vapores expulsados, y también tiene en cuenta la velocidad de expulsión de los gases y vapores.

Se mide en kilogramos por segundo (kg/s).

## Flujos piroclásticos

$$F = m * V * H$$

### Donde:

- **F** es el flujo piroclástico
- **m** es la masa total de material piroclástico
- **V** es la velocidad del flujo piroclástico
- **H** es la altura del flujo piroclástico

Los flujos piroclásticos son mezclas de gases, ceniza, fragmentos de roca y otros materiales que se desplazan a gran velocidad por las laderas de un volcán. Se miden en toneladas por segundo (t/s).

La masa total de material piroclástico es el principal factor que determina el flujo piroclástico. El flujo piroclástico también puede verse afectado por otros factores, como la velocidad del flujo piroclástico y la altura del flujo piroclástico.

## Capítulo 5

### Conclusiones y Recomendaciones

#### 5.1. Conclusiones

Las amenazas naturales pueden ser cambiantes y complejas, lo que hace que su definición sea un proceso en constante evolución. La falta de datos precisos y actualizados puede dificultar la definición precisa de amenazas naturales, lo que puede llevar a una comprensión incompleta del riesgo.

La identificación de descriptores puede ser un proceso complejo y requiere una recopilación de datos exhaustiva. La falta de recursos y experiencia en la identificación de descriptores puede limitar la capacidad de las comunidades para comprender completamente los riesgos.

La creación de ecuaciones matemáticas precisas puede ser un desafío debido a la complejidad de los factores involucrados en las amenazas naturales. La falta de datos de calidad puede afectar la precisión de las ecuaciones y las predicciones resultantes.



## **5.2. Recomendaciones**

Invertir en la capacitación y el fortalecimiento de la capacidad de las comunidades, así como en la recopilación de datos de alta calidad.

La identificación de descriptores es fundamental para comprender las amenazas naturales, por lo que es esencial contar con recursos y experiencia adecuados para llevar a cabo este proceso de manera efectiva.

La creación de ecuaciones matemáticas efectivas requiere una comprensión profunda de los factores involucrados, y la colaboración entre diferentes partes interesadas puede mejorar la calidad de los modelos y predicciones.

Este trabajo según los autores debe ser continuado puesto que se llega a una aplicación parcial y de dos amenazas, se debería extender a más y aplicar modelos matemáticos para que sean en lo posible aplicables en cualquier comunidad que así se lo desee, también deberá ser validado para que este sea lanzado como un aporte de la Universidad estatal de Bolívar.

## Bibliografía

- Alcalde, S. (2023). *Magnitud e intensidad: dos maneras diferentes de medir un terremoto*. Nationalgeographic.Com.
- Andina, S. G. de la C., & Primera. (2018). *IGlosario de Terminos de Gestión de Riesgos de Desastres*. 11.
- Aquae. (2019). *Qué es la desertificación: causas y consecuencias*. Fundacionaquae.Org.
- Ayuntamiento de Huelva. (2019). *Qué es Sequia*. Ayuntamiento de Huelva.  
<http://www.lineaverdehuelva.com/lv/consejos-ambientales/sequia-que-es-tipos-causas-y-consecuencias/Sequia-que-es.asp>
- Banco Mundial. (2015). *Gestión de los seguros ante desastres naturales en el Ecuador*. *Banco Mundial*.  
<https://www.worldbank.org/en/search?q=Según+datos+del+Banco+Mundial%2C+el+Ecuador+es+uno+de+los+principales+países+de+Latinoamérica+donde+están+latente+las+posibilidades+de+que+se+presenten+desastres+naturales+>
- BBC. (2022). *Qué es un aluvión y cuáles fueron las causas del que provocó una tragedia en Ecuador*. <https://www.bbc.com/mundo/noticias-america-latina-60231960>
- BBVA. (2028). *¿Qué es el estrés hídrico?* Bbva.Com.
- Bowman, D. M., Balch, J. K., Artaxo, P., Bond, W. J., Cochrane, M. A., D'Antonio, C. M., & Wiedinmyer, C. (2009). Fire in the earth system. *Science*.
- Buchwaldt, R. (2013). Pyroclastic flow. *Encyclopedia of Earth Sciences Series, November*, 791–796. [https://doi.org/10.1007/978-1-4020-4399-4\\_281](https://doi.org/10.1007/978-1-4020-4399-4_281)
- Cadier, É., Gornez, G., Calvez, R., & Rossel, F. (1997). *Inundaciones y Sequias en el Ecuador: el proyecto INSEQ*. January 1994, 107–116. <http://horizon.documentation.ird.fr/exl->

doc/pleins\_textes/divers10-09/010006883.pdf

CDC. (2023). *Las sequías y su salud*. Centro Para El Control y La Prevención de Enfermedades.

<https://www.cdc.gov/spanish/nceh/especiales/sequias/index.html>

Cerrillo, A. (2021). *Un informe alerta sobre la reducción de los caudales en los ríos españoles*.

Lavanguardia.Cpm.

CNE. (2023). *¿Qué es un sismo?* Cne.Go.Cr.

[https://www.cne.go.cr/reduccion\\_riesgo/informacion\\_educativa/recomentaciones\\_consejos/sismo.aspx](https://www.cne.go.cr/reduccion_riesgo/informacion_educativa/recomentaciones_consejos/sismo.aspx)

Concepto. (2018). *Sismos*. Concepto.De. <https://concepto.de/sismo/>

Corpoboyacá. (2020). *ABC Lo que debes saber sobre los movimientos en masa*.

Corpoboyaca.Gov.Co. <https://www.corpoboyaca.gov.co/noticias/abc-lo-que-debes-saber-sobre-los-movimientos-en-masa/>

County, M. (2018). *Lubric a nt e s pa ra e ngra na je s*.

Crosta, G. B., Frattini, P., & Carrara, A. (2014). Techniques for evaluating the occurrence and potential impacts of rainstorm-triggered landslides. *Landslides*.

De La Cruz Bartolón, J., & Ortega-Gaucin, D. (n.d.). *Artículo: COMEII-19011 ANÁLISIS REGIONAL DE FRECUENCIA DE SEQUÍA METEOROLÓGICA EN LA ZONA ÁRIDA*

*DE MÉXICO*. Retrieved August 16, 2023, from [www.riego.mx](http://www.riego.mx)

De La Cruz, S. (2016). *La magnitud de las erupciones volcánicas*. Gob.Mx.

Debate. (2020). *¿Cuál es la clasificación de los sismos?* Debate.Com.Mx.

<https://www.debate.com.mx/mundo/Cuales-son-las-clasificaciones-de-los-sismos-o-terremotos-20220728-0005.html>

Decología. (2018). *Inundaciones: Causas, Efectos, Impactos, Prevención Y Más*. Decología.Info.

<https://decolegia.info/fenomenos-naturales/inundaciones/>

Delgado-Mesa, C. (2020). *¿Por qué se producen los movimientos en masa?*

<https://www.upb.edu.co/>. <https://www.upb.edu.co/es/central-blogs/divulgacion-cientifica/movimientos-en-masa>

Ecoexploratorio. (2019). *¿QUÉ SON LAS INUNDACIONES?* Ecoexploratorio.Org.

<https://ecoexploratorio.org/amenazas-naturales/inundaciones/que-son-las-inundaciones/>

Ejecutivo, R. (n.d.). *Plan de Sustentabilidad de Aguas Subterráneas*.

Enciclopedia Humanidades. (2018). *Inundaciones*. Enciclopedia Humanidades.

<https://humanidades.com/inundaciones/>

FAO. (2019). *LA AGRICULTURA Y*.

Fekete, A., Vörösmarty, C., & Grabs, W. (2004). Campos de escorrentía global de alta resolución que combinan la descarga del río observada y los balances de agua simulados.

*Global Biogeochemical Cycles*. <https://eurekamag.com/research/003/795/003795421.php>

FEMA. (2019). *Riesgos naturales*. Federal Emergency Management Agency.

<https://www.fema.gov/what-are-natural-hazards>

Floodup. (2018). *¿POR QUÉ SE PRODUCEN?* Floodup.Ub.Edu.

FLOODUP. (2015). *Por que se Producen los Deslizamientos*. <http://www.floodup.ub.edu/>.

<http://www.floodup.ub.edu/por-que-se-producen/>

González, M. (2023). *Un sismo de 5,7 con epicentro en el Estado de Puebla sacude el centro de México*. El País. <https://elpais.com/mexico/2023-12-07/activan-la-alerta-sismica-en-ciudad-de-mexico-tras-un-sismo-de-58-grados-en-el-estado-de-puebla.html>

GOV.CO. (2023). *Caracterización General del Escenario de Riesgo por Movimientos en Masa en Bogotá*. Instituto Distrital de Gestión Del Riesgos y Cambio Climático.

<https://www.idiger.gov.co/home>

Green Facts. (2019). *Estrés hídrico*. Greenfacts.Org.

Guzmán, G. (2011). *Cómo se clasifican los sismos según su magnitud e intensidades*. BIO BIO Chile. <https://www.biobiochile.cl/noticias/nacional/chile/2011/03/29/como-se-clasifican-los-sismos-segun-su-magnitud-e-intensidad.shtml>

Guzzetti, F., Peruccacci, S., Rossi, M., & Stark, C. P. (2005). The rainfall intensity–duration control of shallow landslides and debris flows: an update. *Landslides*.

Hagemeier-Klose, M., & Wagner, K. (2009). Urban vulnerability to floods in Germany—Challenges for sustainable urban development. *Natural Hazards*.

Hungr, O., Fell, R., & Eberhardt, E. (2014). Landslide risk management: A brief overview. In *Landslide Risk Management*.

IAEG. (2018). *Engineering Geology for Society and Territory—Volume 5: Urban Geology, Sustainable Planning and Landscape Exploitation*.

IAEG. (2018). *The IAEG/AEG Glossary of Terms in Engineering Geology and Geotechnics*. IAEG.

IFRC. (2019). *Inundaciones*. IFRC. <https://www.ifrc.org/es/nuestro-trabajo/desastres-clima-y-crisis/que-es-desastre/inundaciones>

IGM. (2017). *¿QUÉ HACER EN CASO DE CAÍDA DE CENIZA?* Igepn.Edu.Ec. <https://www.igepn.edu.ec/que-hacer-ante/una-caida-de-ceniza>

IGPN. (2022). *Diferencias Hipocentro, epicentro*. Igepn.Edu.Ec. <https://www.igepn.edu.ec/preguntas-frecuentes?faqid=26&tmpl=component>

INAMHI. (2022). *Primer trimestre de 2022 se caracterizará por la sequía*. La Hora. <https://www.lahora.com.ec/tungurahua/primer-trimestre-2022-caracterizara-sequia/>

INEGI. (2018). *Encuesta Intercensal*. INEGI.

<https://www.inegi.org.mx/programas/intercensal/2018/>

IPCC., : (2013). *The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*.

IPCC. (2014). *Climate Change 2014: Impacts, Adaptation, and Vulnerability. Contribution of Working Group II to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*.

IRIS. (2018). *Módulo 3: Efecto de la profundidad sobre la intensidad del temblor del suelo*. Iris.Edu.

IWRA. (2012). *Reducción de flujos*. <https://www.iwra.org/what-is-iwra/glossary/reducing-flows/>

Jaquima. (2020). *Origen de los sismos*. Wixsite.

<https://jaquima.wixsite.com/camilajaqueline/post/i-origen-de-los-sismos-1>

Jonkman, S. N. (2005). *Perspectivas globales sobre la pérdida de vidas humanas causada por inundaciones*. *Natural Hazards*. <https://link.springer.com/article/10.1007/s11069-004-8891-3>

Lavell, A. (2000). *Desastres urbanos: una visión global*. *Facultad Latinoamericana de Ciencias Sociales*, 1–11.

Llerena-Vargas, H. (2009). *INFLUENCIA DEL CAMBIO CLIMÁTICO EN EL CAUDAL DEL RIO PUYO Y SUS EFECTOS EN LA CUENCA HIDROGRÁFICA DE LA PROVINCIA DE PASTAZA EN ECUADOR*.

Medio Ambiente. (n.d.). *Este artículo lo puede ver en este link:*

<https://www.elobservador.com.uy/nota/los-rios-del-mundo-estan-disminuyendo-drasticamente-sus-caudales-202292282554>. El Observador.

Mexicano, S. G. (2020). Escalas de los sismos. *Escalas de Los Sismos*.

[https://www.sgm.gob.mx/Web/MuseoVirtual/Informacion\\_complementaria/Escalas-sismos.html](https://www.sgm.gob.mx/Web/MuseoVirtual/Informacion_complementaria/Escalas-sismos.html)

MinInte España. (2022). *Los Incendios forestales*. Dirección General de Protección Civil y Emergencias. <https://www.proteccioncivil.es/coordinacion/gestion-de-riesgos/incendios-forestales>

Mishra, A. K., & Singh, V. P. (2010). A review of drought concepts. *Journal of Hydrology*.

Montoya, G., Herrera, M., López, E., & Ruiz, C. (2017). *Efectos de los aluviones en la cuenca del río La Paila (Nariño, Colombia)*. *Revista Ciencia y Tecnología*. Ciencia y Tecnología. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=6150095>

Nunez, C. (2022). *¿Qué son las inundaciones?* National Geographic.

<https://www.nationalgeographic.es/medio-ambiente/inundaciones>

OAS. (n.d.). *Instrumentos y técnicas para la evaluación de amenazas naturales*. USAID.

Retrieved April 6, 2023, from

<https://www.oas.org/dsd/publications/unit/oea57s/ch002.htm#agradecimientos>

OBA. (2023). *Incendios Forestales: un mal frecuente de la época estival*. Organización de Bomberos Americanos. <https://bomberosamericanos.org/es/noticias/incendios-forestales-un-mal-frecuente-de-la-epoca-estival>

OEA. (1991). *Desastres , Planificación y Desarrollo : Manejo de Amenazas Naturales para Reducir los Daños amenazas naturales en la planificación del*.

Orstom, É. C., Inamhi, G. G., Orstom, R. C., & Rossel, F. (n.d.). *Sequias en el ecuador*. 107–116.

Osorio, H. (2022). *Inundaciones urbanas: causas y soluciones*. Estrella de Panamá.

<https://www.laestrella.com.pa/cafe-estrella/planeta/221014/inundaciones-urbanas-causas-soluciones>

Pourrut, P. (1995). *El Agua en el Ecuador*. [https://horizon.documentation.ird.fr/exl-doc/pleins\\_textes/pleins\\_textes\\_7/divers2/010014823.pdf](https://horizon.documentation.ird.fr/exl-doc/pleins_textes/pleins_textes_7/divers2/010014823.pdf)

PROAIN. (2021). *La humedad del suelo y como monitorearla*. Proain.Com.

QUORA. (2018). *¿A qué profundidad máxima se ha registrado un sismo?* Es.Quora.Com.

Risk Nat. (2010). *Desprendimientos de rocas*. Ub.Edu.

Royán, M. J. (2015). *Caracterización y predicción de desprendimientos de rocas mediante LiDAR Terrestre*. 246.

RSN. (2019a). *¿Cómo se mide el tamaño de una erupción volcánica?* Rsn.Ucr.Ac.Cr.

RSN. (2019b). *¿Cuál es la diferencia entre magnitud e intensidad?* Rsn.Ucr.Ac.Cr.

SENAMHI. (2023). *Difunde información sobre sequías y lluvias en Arequipa*. Ministerio Del Ambiente Perú. <https://www.senamhi.gob.pe/?n=718&p=prensa>

SINAGIR. (2017). *¿Qué es una erupción volcánica?* Argentina.Gob.Ar.

SINAGIR. (2019). *¿A qué llamamos inundación?* Argentina.Gob.

<https://www.argentina.gob.ar/sinagir/riesgos-frecuentes/inundacion>

Soares, S. (2015). EFECTOS DE LA REDUCCIÓN DEL CAUDAL POR ACTIVIDADES AGRÍCOLAS EN RÍOS DE LA ZONA MEDITERRÁNEA DE CHILE. *Nhk 技研*, 151, 10–17.

TDI Texas. (2019). *Inundaciones Repentinas*. Tdi Texas.Gov.

Tinti, S., & Bortolucci, E. (2015). The 2011 Japan tsunami: A review of its impact and environmental lessons learned. *Marine Geology*.

Toulkeridis, T. (2015). *Amenazas De Origen Natural y gestion de riesgo en el Ecuador* (T.



Toulkeridis (ed.); Primera ed). Universidad de las Fuerzas Armadas - ESPE.

<http://www.espe.edu.ec>

UN. (2018). *Día Mundial de Lucha contra la Desertificación y la Sequía, 17 de junio*. Un.Org.

UNA. (2022). *Hipocentro y Epicentro*. Ovsicori.Una.Ac.Cr.

<http://www.ovsicori.una.ac.cr/index.php/faqs/sismologia>

UNGRD. (2020). *Riesgo por movimientos en masa en Colombia*. Gestiondelriesgo.Gov.Co.

<https://portal.gestiondelriesgo.gov.co/Paginas/Noticias/2020/Riesgo-por-movimientos-en-masa-en-Colombia.aspx>

UNISDR. (2009). *Terminology on Disaster Risk Reduction*. United Nations Office for Disaster Risk Reduction. <https://www.undrr.org/publication/terminology-disaster-risk-reduction>

United Nations Office for Disaster Risk Reduction. (2017). *Sendai Framework for Disaster Risk Reduction 2015-2030*. <https://www.undrr.org/implementing-sendai-framework/sendai-framework-disaster-risk-reduction-2015-2030>

USGS. (2018). *Hundimientos*. Water.Usgs.Gov.

Vihma, T. (2014). Effects of Arctic Sea Ice Decline on Weather and Climate: A Review. *Surveys in Geophysics*.

Volcano Active. (2018). *Las corrientes de lava destruyen todo a su paso*.

[Volcanofoundation.Org](http://Volcanofoundation.Org).

Wearewater. (2023). *El estrés hídrico, factor geopolítico*. Wearewater.Org.

Zarza, L. (2020a). *¿Qué es una inundación?* Iagua.Es. <https://www.iagua.es/respuestas/que-es-inundacion>

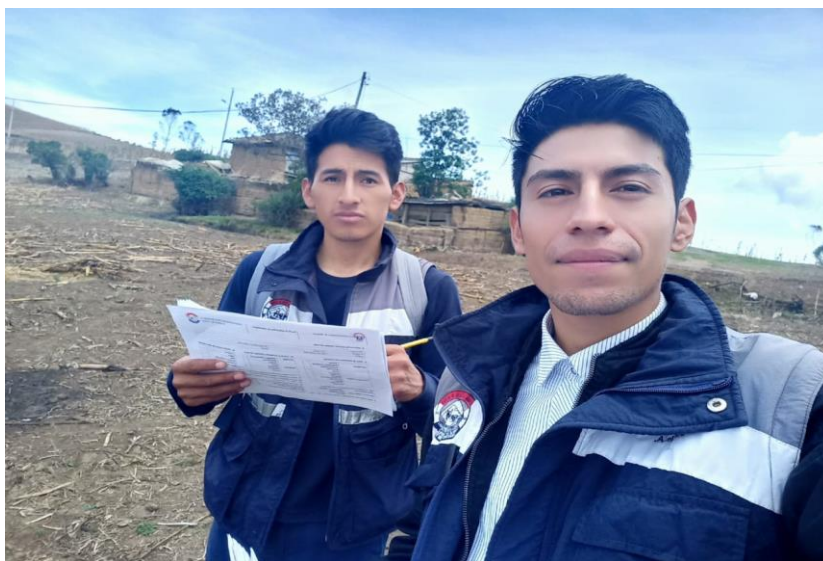
Zarza, L. (2020b). *¿Qué es una inundación?* Iagua. <https://www.iagua.es/respuestas/que-es-inundacion>



## Anexos

**Ilustración 5**  
***Equipo de Trabajo***

Nota: Equipo de trabajo que aplico la encuesta a las familias de la comunidad de Pimbulo

**Ilustración 6**  
***Grupos de trabajo***


Nota: Grupos de trabajo y material para aplicar las encuestas.

**Ilustración 7**  
*Aplicación de las encuestas*




Nota: Una vez constituidos los grupos de trabajo se procede a aplicar las encuestas

**Ilustración 9**  
*Encuesta aplicada en la comunidad*



Universidad Estatal de Bolívar

Perfil Evaluación familiar



Administración Para Desastre y Gestión de riesgo.

**I.- Información General: Detalles del lugar.**

Ubicación:			Eventos	
Provincia:	Parroquia:	Encuestador/a (institución):		
Cantón:	Barrio/Comunidad:	Fecha: 22/10/2023		

**II. Información familiar**

Edades		Relación	Estado de salud				Puesto de trabajo			Actividad principal
H	M		*ENE	*EM	*LC	*PCD	Público	Propio	No Propio	
		Familiar	Si	No						

**III.- Suministro de Agua**

Disponibilidad	Fuentes de agua	
Si	Red	
	Entubada	
	Vertientes	
No	Rio/riachuelo	
	tanquero	
	Otros	

\*ENE= Enfermedad \*EM= Embarazo \*LC= Lactancia \*PCD= Personas con discapacidad

**IV.- Condiciones de vivienda**

Viviendas	
1. Urbana	
2. Rural	
3. Sin daños	
4. Afectada	
5. Propia	
6. Arrendada	

**V.- Alimentación**

Fuentes de alimentos	
Mercado local	
Cultivos	
Huerto de auto consumo	
Animales	Crianza
	Caza

**VI.- Instalaciones sanitarias**

Disponibilidad	Tipo	Estado	Acceso
Si	Baños	Funcionando	Adecuado
	Letrinas	afectado	
No	Otras	Destruida	Inadecuado
	Ninguna		

Calificación de la familia

Afectada.....	Refugiada.....
Dañificada.....	Desplazada.....
Evacuada.....	Otros.....

Nota: Encuesta de perfil de evaluación familiar aplicada en la comunidad de pimbulo.



### Ilustración 10 Encuesta aplicada en la comunidad



**I.- Información General: Detalles del lugar.**

Ubicación:		
Provincia:	Parroquia:	Encuestador/a (institución):
Cantón:	Barrio/Comunidad:	Fecha:

**II-. Tipos de Amenazas más comunes**

Geológicas	Sismos	
	Erupciones volcánicas	
	Deslizamientos	
	Avalancha	
Hidrometeorológicas	Lluvia	
	Vendaval	
	Tornado	
	Huracán	
	Tormenta eléctrica	
	Inundación	
	Sequia	
	Ola de calor	
	Granizada	

**III-. Cuál es la topografía y geología del área**

Geología	Geología sedimentaria	
	Montañosa	
Topografía	Costera	
	Llana	
	Desértica	
	Volcánica	
	Glacial	

**IV-. Existen cuerpos de agua cercanos**

Océanos	
Lagos	
Ríos	
Arroyos y riachuelos	
Embalses	
Pantanos y humedales	

V.- Existen zonas expuestas incendios forestales o sequías  Sí  No

VI-. Eventos naturales significativos en el pasado  Tipo de evento

VII-. Se han realizados estudios para identificar áreas o estructuras expuestas

Sí  No Observación.....

**IX-. Recursos disponibles para hacer frente desastres naturales**

Plan de emergencia familiar	Sí	No
Botiquín de emergencia	Sí	No
Zonas seguras	Sí	No
Alerta temprana en funcionamiento	Sí	No

**VIII-. Infraestructuras que podría verse afectado**

Físico estructural	Edificaciones urbanas	
Sistema de redes vitales	Agua potable	
	Alcantarillado	
	Red vial	

X-. Existe planes de recuperación ante un desastre  Sí  No Observación.....

Nota: Encuesta de perfil de evaluación de amenazas aplicada en la comunidad de pimbuolo.

### Ilustración 11 Tabla histórica de la magnitud de los sismos

MAGNITUD DE SISMOS														TOTAL A	PROMEDIO ANUAL
	ENE	FEBR	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEPTIEN	OCTUB	NOVIEN	DECIEN			
2000	4,03	5,40	5,17	4,96	3,11	5,00	4,10	4,74	3,19	4,24	3,45	3,20	50,59	4,22	
2001	3,93	4,00	4,18	4,10	4,66	3,47	5,30	4,97	4,05	3,07	4,45	4,76	50,94	4,25	
2002	5,21	3,94	3,43	5,27	4,65	5,27	3,45	3,33	4,16	3,28	4,29	4,28	50,56	4,21	
2003	5,35	4,36	4,51	5,49	4,00	3,33	3,05	4,50	4,86	5,48	4,16	4,38	53,47	4,46	
2004	4,16	4,48	4,50	4,06	3,35	4,34	3,43	3,95	4,18	5,23	3,20	3,90	48,88	4,07	
2005	4,55	3,06	5,43	4,41	4,33	5,35	4,52	3,39	3,44	3,84	3,42	5,08	50,82	4,24	
2006	5,02	4,30	4,43	5,08	5,24	4,25	3,43	4,49	3,99	4,14	3,04	4,70	52,11	4,34	
2007	5,11	3,82	4,75	3,34	4,93	5,31	3,94	5,20	3,46	3,41	4,93	3,76	51,96	4,33	
2008	5,08	5,02	4,56	3,71	3,34	3,62	3,01	4,69	3,76	5,30	5,15	5,18	51,82	4,32	
2009	3,67	4,92	5,23	3,24	4,22	5,48	5,18	5,10	4,40	4,40	4,66	3,43	52,9	4,49	
2010	3,20	4,21	5,20	5,07	4,02	3,63	5,30	4,52	3,81	3,56	4,52	3,76	50,8	4,23	
2011	4,72	5,11	5,29	3,10	4,87	5,36	4,71	5,04	5,47	5,30	3,58	4,28	56,83	4,74	
2012	4,74	3,59	4,24	4,83	5,18	4,39	4,38	4,51	4,49	5,27	4,63	3,28	53,51	4,46	
2013	3,20	5,08	3,97	3,72	5,44	3,66	3,48	4,49	5,24	3,94	4,72	4,24	51,18	4,27	
2014	4,26	4,00	3,39	4,50	5,35	4,01	3,44	5,17	4,32	3,95	3,10	4,02	49,51	4,13	
2015	4,63	4,58	5,04	4,37	5,34	3,05	4,73	4,31	4,04	4,40	4,89	3,47	52,85	4,40	
2016	5,11	3,29	5,35	3,41	4,99	4,46	3,30	3,45	5,02	3,03	5,06	4,15	50,62	4,22	
2017	3,88	4,80	5,01	4,34	4,73	5,48	4,15	4,79	4,70	4,66	5,28	3,73	55,55	4,63	
2018	4,06	5,17	3,50	4,55	5,27	3,45	5,43	5,14	4,14	4,64	3,05	4,66	53,06	4,42	
2019	4,22	5,01	4,43	3,86	3,36	3,13	5,11	3,37	3,30	4,17	5,32	4,58	49,86	4,16	
2020	4,66	4,69	5,46	4,00	5,01	3,88	4,65	5,37	4,35	4,62	3,55	4,16	54,4	4,53	
2021	5,19	4,82	4,05	3,20	4,47	4,22	3,92	4,36	4,42	5,50	3,24	5,25	52,65	4,39	

INTERVALOS		
	LI	LS
1	0,00	1,50
2	1,51	3,00
3	3,01	4,50
4	4,51	999999,00

Valor histórico		
2017	4,63	
RANGO	PONDERACIÓN	RESULTADO
0 - 1,5	BAJO	
1,51 - 3	MEDIO	
3,01 - 4,5	ALTO	
4,51 - 999999	MUY ALTO	X

Nota: Ponderación de la amenaza sísmica con datos históricos registrados en la tabla de magnitud sísmica.